

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ ЗВ'ЯЗКУ
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

Кафедра мереж і систем поштового зв'язку

В. М. МАКОДЗЕБ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ПОШТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

**ПОШТООБРОБЛЮВАЛЬНІ МАШИНИ,
КОМПЛЕКСИ ОБЛАДНАННЯ,
АВТОМАТИЗОВАНІ ЛІНІЇ**

Навчальний посібник

ОДЕСА 2010

Макодзєб В. М.

Автоматизовані системи поштового зв'язку: поштооброблювальні машини, комплекси обладнання, автоматизовані лінії: Навчальний посібник, 2-ге видання перероблене і доповнене. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2010. – 304 с.

Рецензент:

Директор Одеського науково-дослідного інституту зв'язку доктор технічних наук, професор В. О. Балашов.

Розглядаються принципи побудови та дії автоматичних машин оброблення письмової кореспонденції і важкої пошти, аналіз і розрахунки їхніх функціональних вузлів та оптимізація у цілому, технічні характеристики, функціональні схеми, конструктивні та компонувальні рішення, комплекси обладнання та автоматизовані лінії – способи компонування, агрегування, функціональні схеми, методи та засоби забезпечення сталості автоматизованого технологічного процесу поштового зв'язку.

Рекомендовано як навчальний посібник з дисциплін
“Автоматизовані системи поштового зв'язку”,
“Технічна експлуатація систем поштового зв'язку”,
Для підготовки бакалаврів і спеціалістів за напрямом
6.050904 – мережі та системи поштового зв'язку

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Одеської національної
академії зв'язку ім. О.С. Попова
(протокол № 8 від 30.03.2010 р.)

© Макодзєб В. М.

© ОНАЗ ім. О.С. Попова

ЗМІСТ

Передмова	6
1 Загальні питання механізації та автоматизації технологічного процесу оброблення письмової кореспонденції	9
1.1 Структура та діяльність поштового зв'язку.....	9
1.2 Види поштових відправлень та операції їх оброблення	11
1.3 Визначення та властивості виробничого процесу поштового зв'язку ..	17
1.3.1 Загальна характеристика виробничих процесів оброблення поштових відправлень	19
1.4 Технологія збирання, оброблення та доставляння письмової кореспонденції.....	24
1.5 Поштовий обмін та поштові потоки.....	28
1.6 Загальна характеристика технічних засобів автоматизації оброблення письмової кореспонденції	31
1.7 Адресування поштових відправлень	38
1.8 Специфіка та етапи автоматизації технологічного процесу оброблення письмової кореспонденції	47
2 Автоматичні машини для розбирання листів (МРЛ)	52
2.1 Загальні відомості та призначення МРЛ.....	52
2.2 Принципи побудови МРЛ.....	52
2.3 Функціональні вузли МРЛ.....	52
2.3.1 Формувачі потоку листів.....	53
2.3.2 Пристрої аналізу товщини листів	62
2.3.3 Пристрої аналізу висоти листів	65
2.3.4 Пристрої аналізу жорсткості листів	66
2.4 Аналіз конструктивних схем та компоновальних рішень МРЛ	68
2.5 Функціональна структура, компоновальні рішення та технічні характеристики типових МРЛ	72
3 Автоматичні лицювальні-штемпелювальні машини (ЛШМ).....	82
3.1 Загальні відомості та призначення ЛШМ	82
3.2 Принципи побудови автоматичних ЛШМ	82
3.3 Функціональні вузли ЛШМ	87
3.3.1 Сепаратори листів.....	87
3.3.2 Пристрої живлення	90
3.3.3 Пристрої комутації потоку листів	92
3.3.4 Пристрої повороту листів	94
3.3.5 Пристрої штемпелювання	96
3.3.6 Накопичувачі машин попереднього оброблення.....	101
3.3.7 Пристрої виявлення ознак лицювання поштових відправлень	103
3.4 Функціональна структура, компоновальні рішення та технічні характеристики автоматичних ЛШМ	109
4 Автоматичні листосортувальні машини (ЛСМ).....	121
4.1 Загальні відомості та класифікація ЛСМ.....	121

4.2	Принципи побудови листосортувальних машин	124
4.3	Транспортно-розподільні системи (ТРС) ЛСМ	126
4.3.1	Функціональні елементи ТРС	127
4.3.2	Аналіз продуктивності ТРС	130
4.3.3	Загальна характеристика функціональних ознак ЛСМ	138
4.4	Технічні характеристики, конструктивні та компонувальні рішення автоматичних ЛСМ	141
5	Комплекси обладнання та установки для сортування важкої пошти (УСВП).....	160
5.1	Побудова, принципи дії та класифікація установок для сортування важкої пошти.....	160
5.2	Функціональні вузли і механізми УСВП	164
5.2.1	Комплекси живлення.....	164
5.2.2	Пристрої завантаження	166
5.2.3	Пристрої розвантаження розподільних конвеєрів	173
5.2.3.1	Загальна характеристика пристроїв розвантаження розподільних конвеєрів	173
5.2.3.2	Пристрої розвантаження стрічкових розподільних конвеєрів.....	174
5.2.3.3	Пристрої розвантаження ланцюгових розподільних конвеєрів	182
5.2.3.4	Розрахунок швидкодії візкового поворотного скидача	185
5.2.4	Накопичувачі поштових вантажів	192
5.2.5	Розподільні конвеєри УСВП.....	204
5.2.5.1	Загальна характеристика розподільних конвеєрів	204
5.2.5.2	Стрічкові конвеєри.....	204
5.2.5.3	Ланцюгові конвеєри.....	205
5.3	Типові установки та комплекси сортування важкої пошти	208
5.3.1	Просторовий сортувальний конвеєр КПС.....	208
5.3.2	Напівавтоматична установка УСГ-К.....	212
5.3.3	Напівавтоматична установка УСБ.....	215
5.3.4	Напівавтоматична установка УСП-К	219
5.3.5	Специфіка конструктивних та компонувальних рішень установок та комплексів сортування важкої пошти	222
5.3.5.1	Стрічкові УСВП.....	222
5.3.5.2	Візкові та пластинчаті УСВП.....	224
5.3.5.3	Просторові УСВП	228
5.3.5.4	УСВП на основі роликів конвеєрів	230
5.3.5.5	Вантажоведучі конвеєри	232
5.3.6	Оптимізація тягового зусилля розподільного конвеєра УСВП.....	233
6	Комплекси обладнання та автоматизовані лінії оброблення письмової кореспонденції.....	248
6.1	Класифікація та способи компонування автоматизованих ліній.....	248
6.2	Функціональна структура, технічні характеристики	

комплексів обладнання та автоматизованих ліній	256
6.3 Вплив продуктивності поштооброблювальних машин і комплексів на ефективність автоматизації технологічного процесу...	277
6.4 Методи та засоби забезпечення сталості автоматизованого технологічного процесу	291
6.5 Аналіз ефективності застосування в автоматизованій лінії електронного кодувача письмової кореспонденції	296
Перелік посилань	300

ПЕРЕДМОВА

Впровадження ліній автоматичних поштооброблювальних машин та автоматизованих ліній є однією з першочергових задач автоматизації виробничого процесу поштового зв'язку передбачених Комплексною програмою створення Єдиної національної системи зв'язку України.

Сучасні поштооброблювальні машини призначені для механізації та автоматизації трудомістких операцій оброблення поштових відправлень (ПВ) – розбирання, лицювання, штемпелювання, сортування та формування постпакетів. Вони є складними механічними агрегатами з пневматичними, гідравлічними, електричними приводами і системами керування із застосуванням спеціалізованих мікропроцесорних систем та типових ЕОМ. У сучасному розумінні вони відносяться до класу технічних автоматизованих систем (АС) як сукупність автоматичних пристроїв, частину функцій керування якими виконує людина-оператор.

Такими автоматичними пристроями в технічних системах поштового зв'язку є пристрої уведення та формування потоку ПВ, пристрої зчитування та розпізнавання адресних ознак (пристрої автоматичного уведення адресних ознак), пристрої комутації ПВ у транспортно-розподільній системі, накопичувачі ПВ, керуючий пристрій (система адресування, система синхронізації, система автоматичного контролю та діагностики) та інші.

До функцій керування, які виконуються оператором АС, слід у першу чергу віднести контроль процесу завантаження та розвантаження системи, уведення адресних ознак (системи відеокодування письмової кореспонденції та системи сортування важкої пошти), коректування та вибір програм оброблення ПВ (як правило програм сортування), прийняття рішень на основі даних системи автоматизованого контролю і статистичного аналізу результатів виконання технологічного процесу оброблення ПВ для адаптації системи до зміни середовища.

Виробничий процес поштового зв'язку включає комплекс взаємопов'язаних та регламентованих операцій приймання, оброблення перевезення та доставляння поштових відправлень.

Найбільш трудомісткою та відповідальною, з точки зору небажаної можливості засилів поштових відправлень, є операція їх сортування за адресними ознаками. Тому основною задачею впровадження комплексів

автоматизованого оброблення ПВ є розробка автоматизованих систем (машин) для сортування письмової кореспонденції (ПК) та важкої пошти – посилок, бандеролей, періодичних видань, постпакетів.

Поряд з автоматизацією оброблення важкої пошти, найбільш актуальною є задача автоматизації оброблення письмової кореспонденції, тому що вона є найбільш поширеним видом поштових відправлень. Вирішення цієї задачі на сучасному рівні здійснюється на основі комплексного підходу до виробництва та узгодженого застосування поштооброблювальних машин у вигляді автоматизованих ліній, що дозволяє значно підвищити техніко-економічні показники, як окремих машин, так і технологічного процесу в цілому. Тому фірми-виробники (Bell & Howell, Elsag, NEC, Siemens, Telefunken, Toshiba та інші) виготовляють комплекси з гнучкою структурою їх компонування, для забезпечення необхідної продуктивності технологічних процесів оброблення поштових відправлень [2, 4, 5, 9].

Основу таких комплексів складають автоматичні листосортувальні машини (АЛСМ), а також автоматичні машини для розбирання листів (АМРЛ) та лицювально-штемпелювальні машини (АЛШМ), що забезпечують ефективне функціонування АЛСМ.

Застосування АМРЛ у складі автоматизованої лінії дозволяє спростити конструкцію машин наступного оброблення АЛШМ та АЛСМ, підвищити їхню фактичну продуктивність за рахунок оброблення останніми кореспонденції з нормованими параметрами габаритів, маси та жорсткості (стандартної ПК). Застосування АЛШМ дозволяє уводити в АЛСМ індексовану (кодовану) та лицювану кореспонденцію (у положенні адресною ознакою на один бік), що спрощує конструкцію АЛСМ та підвищує її продуктивність за рахунок збільшення частки листів, з яких адресні ознаки зчитуються (уводяться) автоматично. Крім АМРЛ, АЛШМ та АЛСМ у складі автоматизованих ліній застосовуються також комплекси формування та сортування постпакетів.

Зміст посібника подається у відповідності з послідовністю застосування окремих машин і комплексів у технологічному процесі оброблення ПВ (у складі автоматизованої лінії), що дозволяє враховувати взаємообумовленість операцій оброблення, їхню технічну реалізацію та систематизувати матеріал.

Структура розділів подається у такій послідовності: область призначення та класифікація систем, що розглядаються; узагальнена функціональна (структурна) схема, склад та принцип дії; принципи дії та конструкція

функціональних вузлів; порівняльний аналіз конструктивних і компоувальних рішень; розрахунки функціональних вузлів та оптимізація систем у цілому; конструктивні схеми, компоувальні рішення, технічні характеристики систем зарубіжних фірм і вітчизняного виробництва.

Загальний зміст посібника поділяється на три взаємопов'язані частини: автоматичні машини попереднього оброблення та сортування письмової кореспонденції, комплекси обладнання оброблення важкої пошти, автоматизовані лінії, яким передуює розділ з загальних питань механізації та автоматизації технологічного процесу оброблення ПВ, та завершують – питання аналізу, розрахунків та оптимізації технічних показників автоматизованих ліній.

Автор висловлює щире подяку директору центру автоматизації оброблення пошти “Індекс” проф. кафедри “Мереж і систем поштового зв'язку” Одеської національної академії зв'язку ім. О. С. Попова д.т.н. Л. О. Ящуку за численні зауваження і поради з питань функціональної структури та автоматизації поштового зв'язку, надані матеріали з питань поштової індексації України викладені у підрозділі 1.7 “Адресування поштових відправлень”, к.т.н. Д. Г. Ларіну за зауваження і поради з питань технології оброблення поштових відправлень та технічних засобів зарубіжних фірм, директору ННІ “Комп'ютерних технологій, автоматизації та логістики” к.т.н. С.С. Крілю за поради і зауваження щодо структури та змісту навчального посібника.

РОЗДІЛ ПЕРШИЙ

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБЛЕННЯ ПИСЬМОВОЇ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ

1.1 Структура та діяльність поштового зв'язку

Поштовий зв'язок є видом зв'язку, який забезпечує здійснення єдиного виробничо-технологічного комплексу робіт з приймання, оброблення, перевезення та доставляння (вручення) поштових відправлень, виконання доручень споживачів щодо переказів грошових коштів (поштових переказів) [47].

Поштовими відправленнями є предмети, оформлені відповідно до установлених правил, які відправник доручає підприємству поштового зв'язку для пересилання за призначенням адресату.

Підприємство поштового зв'язку; оператор поштового зв'язку – суб'єкт підприємницької діяльності, який в установленому порядку надає послуги поштового зв'язку: пересилання поштових відправлень, виконання доручень споживачів щодо поштових переказів. Порядок надання послуг поштового зв'язку в Україні передбачений Правилами надання послуг поштового зв'язку (в редакції Постанови Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002р., №1155), які визначають права та обов'язки підприємств (операторів) поштового зв'язку і споживачів поштового зв'язку та регулюють відносини між ними [45].

Державне підприємство поштового зв'язку; національний оператор поштового зв'язку – підприємство (оператор) поштового зв'язку, що за установленим порядком надає універсальні послуги поштового зв'язку на всій території країни і якому надаються виключні права на впровадження певних видів діяльності у сфері поштового зв'язку [47].

Об'єктами поштового зв'язку є підрозділи підприємства поштового зв'язку, задіяні в єдиному виробничо-технологічному процесі з надання послуг поштового зв'язку. До об'єктів поштового зв'язку належать: поштамти, центри оброблення та перевезення *пошти* – поштових відправлень і закритих поштових речей, вузли та відділення поштового зв'язку.

Характерною ознакою поштового зв'язку є пересилання поштових відправлень (матеріального потоку) за допомогою транспортних засобів.

Мережа поштового зв'язку країни утворюється сукупністю об'єктів поштового зв'язку і поштових маршрутів.

Сукупність об'єктів поштового зв'язку, поштових маршрутів і правил організації перевезень пошти утворюють *систему поштових сполучень* [48].

Однією з основних характеристик поштового зв'язку є поняття *поштовий обмін* – кількість поштових відправлень, які прийнято, оброблено та перевезено за призначенням у певний проміжок часу.

Сукупність дій працівників об'єктів поштового зв'язку щодо приймання-здавання пошти, як правило, між підрозділом поштового зв'язку та засобом її транспортування (поштовим транспортом) називається *обміном пошти*.

Шлях слідування транспортних засобів поштового зв'язку між об'єктами поштового зв'язку (пунктами обміну пошти, що ними обслуговуються) називається *поштовим маршрутом*. За ознаками адміністративного устрою країни поштові маршрути поділяються на *магістральні, внутрішньообласні, внутрішньорайонні та міські*.

При організації виробничих процесів на окремих об'єктах поштового зв'язку розрізняють вихідний, вхідний та транзитний поштовий обмін.

Вихідний поштовий обмін складається з поштових відправлень, прийнятих від відправників для пересилання та доставлення (вручення) адресатам. За місцем призначення поштові відправлення поділяються на місцеві, іногородні, внутрішні та міжнародні [35, 46, 47].

Вхідний поштовий обмін складається з поштових відправлень, що надійшли до об'єкта поштового зв'язку для вручення адресатам на території, яка ним обслуговується.

Транзитний поштовий обмін складається з поштових відправлень, які надійшли з одних об'єктів для оброблення та відправлення їх за призначенням до інших об'єктів поштового зв'язку.

Вузол поштового зв'язку надає усі види послуг поштового зв'язку, а також інші послуги, пов'язані з підприємницькою діяльністю, забезпечує оброблення та перевезення пошти за закріпленими за ним поштовими маршрутами і здійснює керівництво підпорядкованими відділеннями поштового зв'язку.

Зональний вузол оброблення поштових відправлень призначений для оброблення вихідних, транзитних та вхідних поштових відправлень закріпленої зони [23, 24, 46].

Центр оброблення та перевезення пошти здійснює перевезення пошти за закріпленими маршрутами та оброблення вихідного і вхідного поштового обміну. Центри оброблення та перевезення пошти можуть створюватись як окремі підрозділи.

Поштамт створюється в обласних та промислових центрах і надає споживачам послуги поштового зв'язку й інші послуги, пов'язані з підприємницькою діяльністю, забезпечує оброблення та перевезення пошти за закріпленими за ним поштовими маршрутами і здійснює керівництво підпорядкованими відділеннями поштового зв'язку.

Відділення поштового зв'язку надає споживачам послуги поштового зв'язку та інші послуги, пов'язані з підприємницькою діяльністю, підпорядковується вузлу поштового зв'язку або поштамту і може виконувати в окремих випадках функції пункту обміну. Відділення зв'язку можуть бути стаціонарними або пересувними (на автомобілі, катері тощо).

Для надання послуг щодо приймання поштових відправлень, їх вручення, продажу знаків поштової оплати та інших послуг організуються *пункти поштового зв'язку* загального та абонентського користування. До *пунктів*

загального користування відносяться відділення зв'язку, поштові скриньки, автомати для приймання рекомендованих листів, продажу поштових марок, конвертів і поштових карток. Функції пунктів поштового зв'язку загального користування виконують поштамти. До пунктів абонентського користування відносяться пункти міської службової пошти (МСП), абонентські поштові шафи та поштові скриньки.

Кожному підприємству та його підрозділу (об'єкта) присвоюється поштовий індекс – код поштової адреси у вигляді умовного позначення об'єктів поштового зв'язку, в тому числі сільських населених пунктів, в яких відсутні відділення поштового зв'язку [20, 21, 22]. Поштовий індекс використовується для автоматизації сортування (групування) поштових відправлень за їх адресними ознаками шляхом автоматичного зчитування знаків поштового індексу [1, 2, 5, 7, 8, 10, 11, 35].

1.2 Види поштових відправлень та операції їх оброблення

У залежності від характеру вкладення, розмірів, маси та пакування поштові відправлення поділяються на такі види: листи, поштові картки, бандеролі, дрібні пакети, посилки, прямі поштові контейнери, мішки “М” та інші [2, 35, 45, 47].

Лист – поштове відправлення у вигляді поштового конверта з вкладенням письмового повідомлення або документа, розміри якого передбачені встановленими правилами. У листі також можуть пересилатись художні картки, фотокартки та інше.

Поштова картка – поштове відправлення у вигляді спеціального стандартного бланка, що містить відкрите письмове повідомлення.

Бандероль – поштове відправлення з друкованими виданнями, діловими паперами, предметами мистецько-побутового та іншого призначення, розміри, маса і порядок упакування якого передбачені встановленими правилами.

Переказ грошових коштів (поштовий переказ) – послуга поштового зв'язку, що полягає у виконанні доручення споживача на пересилання та виплату зазначеної суми грошей адресату

Секограми– письмові повідомлення написані секографічним способом, друковані видання для сліпих, кліше зі знаками секографії, що подаються у відкритому вигляді, а також звукові записи, призначені для сліпих, за умови, що вони відправляються офіційно визнаними установами для сліпих або на їхню адресу.

Дрібний пакет – міжнародне рекомендоване поштове відправлення зі зразками товарів, дрібними предметами подарункового та іншого характеру, розміри, маса і порядок пакування якого передбачені встановленими правилами.

Посилка – вид реєстрованого поштового відправлення з предметами культурно-побутового та іншого призначення, дозволеними для пересилання, розміри, маса і порядок пакування якого передбачені установами правилами.

Прямий поштовий контейнер (під пломбою [печаткою] відправника) – поштовий контейнер з товарами та іншими матеріальними цінностями, опломбований відправником в установленому порядку, який направляється до місця призначення без розкриття на шляху слідування.

Поштовий контейнер – контейнер, призначений для перевезення та тимчасового зберігання поштових відправлень і періодичних друкованих видань.

Закрита поштова річ – мішок, планшет або поштовий контейнер з поштовими відправленнями чи вкладеннями службового характеру, запакований та оформлений відповідно до установлених правил.

Мішок “М” – міжнародне рекомендоване поштове відправлення, в якому пересилаються книжки, газети, журнали та інші друковані видання від одного відправника і в одне місце.

У залежності від порядку оплати, приймання, оброблення, пересилання та вручення поштові відправлення поділяються за категоріями на звичайні, рекомендовані, реєстровані, з оголошеною цінністю та інші [35, 45, 47].

Просте поштове відправлення – поштове відправлення, яке приймається для пересилання без видачі квитанції та вручення адресату без розписки.

Рекомендоване поштове відправлення – поштове відправлення, яке приймається з видачею квитанції відправнику, пересилається з приписуванням до супровідних документів і доставляється (вручається) адресату під розписку.

Реєстроване поштове відправлення – поштове відправлення, яке приймається для пересилання з видачею квитанції відправнику та доставляється (вручається) адресату під розписку.

Поштове відправлення з оголошеною цінністю – реєстроване поштове відправлення, сума вартості вкладення якого оцінюється відправником і визначає граничний розмір компенсації, що може видаватись відправникові або адресату у випадку втрати чи пошкодження вкладення цього відправлення.

Поштове авіавідправлення – поштове відправлення, яке приймається для пересилання авіатранспортом.

Внутрішнє поштове відправлення “Експрес” – поштове відправлення, яке приймається, обробляється, пересилається, доставляється (вручається) адресату в межах країни прискореним способом.

Відправлення міжнародної прискореної пошти “EMS” – міжнародне поштове відправлення з документами або товарним вкладенням, яке приймається, обробляється, пересилається, доставляється (вручається) адресату прискореним способом.

Відправлення SAL – міжнародне поштове відправлення, яке оплачене за тарифом пересилання наземним транспортом, але частину шляху пересилається авіатранспортом.

Міжнародна письмова кореспонденція з відповіддю: МККВ – міжнародне поштове відправлення у вигляді поштової картки, листа із попередньою оплатою відправником відповіді.

Відправлення електронною поштою – повідомлення одержане від відправника у фізичному або електронному вигляді та доставлене адресату у фізичному або електронному виді.

Для окремих відправників та адресатів установлюються розряди поштових відправлень: *урядові, службові, військові* [45, 47].

Урядове поштове відправлення – поштове відправлення, яке відправляється посадовими особами, зазначеними у переліку затвердженому Кабінетом Міністрів України.

Військове поштове відправлення – поштове відправлення, яке відправляється й одержується військовими частинами та їх особовим складом.

Службове поштове відправлення – поштове відправлення, яке відправляється Адміністрацією зв'язку України, державним підприємством поштового зв'язку.

Сукупність поштових відправлень, яка містить у собі прості та рекомендовані листи, поштові картки, бандеролі, секограми та дрібні пакети (за деякими спільними ознаками призначення та пересилання) утворює *письмову кореспонденцію*.

Послуги поштового зв'язку сплачуються готівкою, наприклад, при пересиланні посилок або державними знаками, які виготовляються друкарським способом, або друкуються на маркувальній машині. У першому випадку це *поштова марка* – державний знак, виготовлений в установленому порядку з художнім зображенням, зазначенням його номінальної вартості та країни, а в другому – *відбиток*, що замінює поштову марку з позначенням суми, яка стягується за пересилання поштового відправлення. Конверт чи поштову картку з таким відбитком називають *маркованим*.

Поштові відправлення, які приймаються для пересилання у межах країни (межах країн РСЗ – регіонне співтовариство в області зв'язку [35]), називаються *внутрішніми*, а такі, що приймаються для пересилання за межі країни, надходять до неї із-за кордону та пересилаються через її територію транзитом – *міжнародними*[47].

Внутрішні поштові відправлення, які приймаються для пересилання у межах населеного пункту, а у сільській місцевості – у межах території, яка обслуговується одним об'єктом (відділенням) поштового зв'язку, називаються *місцевими*. Всі інші внутрішні поштові відправлення називаються *іногородніми*.

Посилки, цінні листи та бандеролі можуть прийматись для пересилання за окремими напрямками по системі прискореної пошти “Експрес”. Письмові повідомлення, схеми, малюнки, таблиці та інше можуть передаватись каналами зв'язку з використанням служби “Електронна пошта” [35].

Авіавідправлення можуть прийматись для перевезення повітряним транспортом на всьому шляху пересилання або на окремих його ланках.

Сучасний процес оброблення *письмової кореспонденції* включає ряд послідовно-паралельних *операцій* з застосуванням напівавтоматичних та автоматичних поштооброблювальних машин. До основних з них належать операції приймання, розбирання, лицювання та штемпелювання, сортування, пакування кореспонденції в постпакети та у відповідну тару для пересилання

адресату. Послідовно-паралельне виконання операцій забезпечується міжопераційним транспортуванням поштових відправлень.

Приймання поштового відправлення – початкові операції виробничого процесу щодо оформлення поштового відправлення об'єктом поштового зв'язку, яке надходить від відправника, стягнення плати за пересилання, а в необхідних випадках видачі квитанції [46, 47].

Оформлення поштового відправлення – виробничі операції, нанесення на поштові відправлення службових відміток (відбитків штемпелів і штампів або наклеювання ярликів, в яких зазначають дату приймання, номер, категорію та розряд поштових відправлень, спосіб та умови їх пересилання), а також опечатування поштових відправлень.

Обробка поштового відправлення – сукупність виробничих операцій, які забезпечують підготовлення прийнятих поштових відправлень до пересилання за призначенням та доставляння (вручення) адресату.

Розбирання – виробнича операція попереднього оброблення письмової кореспонденції щодо розбирання її за видами, категоріями, розрядами, габаритами, масою, жорсткістю [2, 48].

Лицювання – виробнича операція попереднього оброблення письмової кореспонденції щодо підбирання її за адресним боком у положення, зручне для виконання операцій штемпелювання та читання адреси.

Штемпелювання – виробнича операція нанесення відбитку календарного штемпеля на поштові відправлення для позначення місця, дати та часу його приймання (надходження на об'єкт поштового зв'язку) і погашення знака поштової оплати.

Сортування – виробнича операція оброблення поштових відправлень щодо групування їх за адресними ознаками.

У залежності від адресних ознак поштових відправлень, на конкретному етапі їх оброблення, може виконуватись загальне або детальне сортування.

Загальне сортування поштових відправлень виконується за адресними ознаками територіальних об'єднань та великих міст.

Детальне сортування виконується за ознаками, що належать до областей, районів, міст, адресних підрозділів (об'єктів) поштового зв'язку та за маршрутами поштових вагонів.

Приписування поштового відправлення – виробнича операція, яка полягає у записуванні реквізитів поштових відправлень у спеціальний документ з метою контролю за їх проходженням до місця призначення.

Більша частина листів пересилається шляхом їх запаковування групами, у постпакетах.

Постпакет – письмова кореспонденція (пачка листів і поштових карток), бланки поштових переказів згруповані за видами та ознаками напряму, перев'язані або запаковані в паперову чи поліетиленову обгортку й оформлені відповідно до установлених правил. Важливими операціями оброблення вихідної пошти є операція формування постпакетів та їх сортування з укладанням у поштові мішки для зовнішнього транспортування.

Формування постпакета (мішка) – операції щодо вкладання, приписування, перев'язування або запаковування поштових відправлень, які пересилаються у постпакеті (мішку), та оформлення їх відповідно до установлених правил.

Поштові правила регламентують граничні розміри, масу, матеріали запаковування поштових відправлень, а також виробничу діяльність поштового зв'язку [2, 6, 35, 45, 46, 47, 48]. Наказом Українського державного підприємства поштового зв'язку “Укрпошта” від 1.10. 2001 р. №445 на заміну “Поштових правил. Технологическая часть” (наказ Міністерства зв'язку СРСР від 13. 03. 1984 р. №93) затверджено “Порядок пересилання поштових відправлень” [46].

Раціональний вибір запакування поштових відправлень, дотримання обмежень щодо їх маси, габаритів, вибір розміщення поштової адреси на поверхні відправлення значною мірою визначають ефективність застосування засобів механізації та автоматизації поштового зв'язку.

Маса та геометричні розміри є основними показниками, які визначають взаємодію поштового відправлення з фізичними елементами машин та механізмами у процесі його оброблення, а також їх конструктивні особливості.

В умовах застосування технічних засобів оброблення важливе значення мають характеристики міцності матеріалу запакування поштових відправлень, тому що вони у процесі оброблення підлягають значним перевантаженням.

Стандартизація поштових відправлень значною мірою поліпшує вирішення питань автоматизації оброблення різних видів поштових відправлень [2, 6, 35].

Для найбільш поширеного виду поштових відправлень – письмової кореспонденції передбачені наступні *розміри*: 114 x 162 мм, 110 x 220 мм, 162 x 229 мм, 229 x 324 мм (для листів), 105 x 148 мм, 110 x 220 мм (для поштових карток). Максимальна маса листа – 2 кг. При розробленні стандартів, перш за все враховуються потреби споживачів. Оскільки стандартний аркуш має розміри 210 x 297 мм, то для його запакування без перегинання застосовуються конверти розміром 229 x 324 мм (наприклад при пересиланні технічної документації підприємствами, організаціями та установами). Два інші типи розмірів поштових конвертів забезпечують запакування письмових вкладень, складених удвічі або учетверо.

Більшість листів (90%) сьогодні пересилаються в конвертах розміром 114 x 162 мм [35], при цьому більшість поштових карток також пересилається у конвертах, що сприяє збереженню їх художнього вигляду. Пересиланню листів такого формату сприяє можливість користування відправників поштовими скриньками. Оскільки основну масу письмової кореспонденції складають саме такі листи, то механізація та автоматизація їх оброблення є найбільш актуальною.

Відхилення від стандарту призводить до необхідності застосування ручного оброблення, що в 1,4 – 1,6 разів збільшує трудові витрати та терміни оброблення [2].

На машинне оброблення може подаватись до 10% нестандартної кореспонденції (повістки, повідомлення та інше), що призводить до виникнення заторів у транспортно-розподільних системах машин. Вимушені зупинки поштооброблювального обладнання значно знижують ефективність його застосування, а додаткові витрати на вилучення нестандартної кореспонденції із загального потоку та наступне її ручне оброблення зменшують доцільність машинного оброблення.

Тому Поштовими правилами поряд з масою та розмірами регламентується також *матеріал запакування* поштових відправлень. Для закритих листів застосовують конверти з паперу певного виду та якості: для поштових карток – щільний глянцеви́й папір; для посилок – різноманітну м'яку (тканинну) та щільну обгортку [2]. Для транспортування пошти застосовується *спеціальна тара*: льняні мішки для письмової кореспонденції; брезентові сумки, баули для страхових поштових відправлень; паперові і льняні мішки для періодичних видань.

Специфіка машинного оброблення письмової кореспонденції вимагає урахування у першу чергу наступних основних *параметрів поштових відправлень* [6]: довжина, висота, товщина, відхилення від прямокутності, маса, жорсткість, твердість, вологість, повітропроникність, коефіцієнт тертя з поверхнями взаємодії під час машинного оброблення, розміщення марки на поверхні конверта, якість паперу, якість кромки, показник контрастності паперу та адресних ознак, якість заклеювання клапана конверта, наявність й якість нанесення поштового коду (індексу). Стабільність наведених параметрів значною мірою визначає складність конструкцій машин і жорсткість режимів їхньої експлуатації.

Параметри поштових відправлень змінюються, як у процесі їх формування, так і у процесі їх оброблення. Для листів і поштових карток, відхилення від установлених розмірів повинні знаходитись в межах $\pm 1,5$ та $\pm 2,5$ мм відповідно для більшої та меншої сторін, а відхилення від перпендикулярності – в межах ± 1 мм. Заготовки конвертів повинні бути рівними, без задирок на краях клапана, з рівнонанесеним шаром клею. Обріз кромки карток повинен бути рівним, при укладанні їх в пачку вони не повинні прилипати одна до одної. Для поштових карток повинні застосовуватись певні марки паперу: крейдований – для високого та офсетного друку, офсетний – для глибокого друку, картковий, фотографічний (маса 220 ... 240 г/м²). Для конвертів – офсетний, картографічний, письмовий, ілюстраційний (маса 60 ... 130 г/м²). Конверти та поштові картки повинні зберігатись запованими, в складських приміщеннях, з температурою навколишнього повітря від +10° до +35° С та відносній вологості до 80% при 20° С [6].

При забезпеченні необхідного рівня виготовлення та зберігання в друкарнях і підприємствах постачання найбільш значну зміну параметрів отримують конверти та поштові картки після надходження їх до поштових скриньок та в процесі транспортування.

Формування поштового відправлення як об'єкта оброблення виконується відправником, який здійснює вкладення, заклеює конверт, пише адресу

(поштовий індекс). На цьому етапі формуються відправлення різні за масою, жорсткістю та товщиною. У залежності від ступеня охайності поводження з листом можуть виникати деформації, надриви, помарки. Подальша зміна параметрів поштових відправлень виникає при їх зберіганні в поштових скриньках, вийманні з них і транспортуванні до місця оброблення, а також у процесі оброблення. По-перше, в залежності від погодних умов можлива різка зміна вологості конвертів і поштових карток. При зменшенні вологості зростає електростатичне притягування, а при зростанні – значно підвищується коефіцієнт тертя між самим відправленням та взаємодіючими поверхнями машини, з'являється небезпека деформації та розривів поштових відправлень. По-друге, для транспортування письмової кореспонденції у процесі її виймання з поштових скриньок та транспортування до місця оброблення застосовується м'яка тара, в якій небезпека деформації найбільш висока. Значні зміни параметрів поштових відправлень виникають у процесі машинного оброблення (часто багатоетапного), внаслідок їх взаємодії з робочими органами машини.

Таким чином, *специфіка машинного оброблення письмової кореспонденції* полягає у зміні параметрів об'єктів оброблення у процесі їхнього формування та проходження по мережі поштового зв'язку, коли поштове відправлення, що надходить до однієї машини, неможливо розглядати таким самим при його надходженні до другої машини у процесі багатоетапного оброблення. Тому при впровадженні засобів механізації та автоматизації важливими задачами є розробка та впровадження заходів щодо збереження та відновлення параметрів кореспонденції, а також зменшення відхилень для кореспонденції, що надходить від відправника.

До таких заходів, у першу чергу, слід віднести застосування транспортування листів у жорсткій тарі (застосовується у багатьох країнах) [6, 9]; розробку засобів щодо стабілізації вологості письмової кореспонденції, а також пристроїв для підготовки листів до сепарації та контролю якості сепарації (відокремлення листів один від одного); розробку більш ефективних пристроїв завантаження машин (наприклад, завантаження з касети) [5, 6]. Застосування наведених заходів у технологічному процесі оброблення письмової кореспонденції може бути свідченням прогресивності технологій та ефективності машинного оброблення.

1.3 Визначення та властивості виробничого процесу поштового зв'язку

Виробничим процесом, за загально прийнятою класифікацією, називають послідовну у часі зміну стану системи (комплексу виробничого обладнання), що здійснює дію на об'єкт праці [4, 35].

Метою виробничого процесу поштового зв'язку є забезпечення приймання, оброблення та доставки ПВ у задані строки з мінімальними витратами. *Загальний виробничий процес* поштового зв'язку охоплює весь шлях проходження поштового відправлення від відправника до адресата. Його особливістю є те, що у ньому беруть участь ділянки підрозділів ПЗ, а також

сумісні організації та підприємства, що здійснюють перевезення ПВ по транспортних магістралях.

Виробничий процес в окремому підрозділі ПЗ поділяється на ряд часткових технологічних процесів оброблення різних видів ПВ зі специфічними для кожного виду технологічними властивостями (маса, габарити, адресні ознаки, ступінь конфіденційності) та технічними засобами оброблення.

Технологічний процес у відповідності з принципом спеціалізації (суспільним розподілом праці) передбачає виділення основних технологічних операцій і допоміжних виробничих функцій. До останніх відносяться заходи, пов'язані з підготовленням та матеріально-технічним забезпеченням основного технологічного процесу. Для виконання цих функцій у системі виробничого процесу застосовуються відповідні трудові ресурси, технічні засоби та матеріальні кошти.

Частковий технологічний процес повинен задовольняти принципу колективності для забезпечення адекватності умовам функціонування систем більш високого порядку, вимогам суміжних з ним технологічних процесів, а також змінам параметрів зовнішньої транспортної системи.

Реалізація даного принципу можлива за умов забезпечення наступних основних *властивостей технологічного процесу*: прямоточності, ритмічності, сталості [4, 35].

Властивість прямоточності забезпечує умови переміщення ПВ по всіх фазах оброблення найкоротшим шляхом без зустрічних та зворотних рухів.

Ритмічність (ритм) технологічного процесу забезпечує оброблення рівних партій ПВ за рівні інтервали часу в умовах нерівномірності їхнього надходження за часом та напрямками.

Сталість є найбільш важливою властивістю технологічного процесу, вона характеризує здатність системи перебувати у стані рівноваги відносно зовнішніх факторів збурювання, основними з яких на підприємстві поштового зв'язку є коливання навантаження (наприклад, сезонне та святкове) та зміни технічного стану поштооброблювального обладнання.

Сталість технологічного процесу забезпечується на етапі проектування та удосконалюється у процесі експлуатації за рахунок застосування резерву пропускної здатності обладнання, додаткових робочих місць, нових високопродуктивних машин, модернізації обладнання. Наведені заходи вимагають додаткових витрат, однак вони є необхідними для забезпечення високого рівня послуг, підтримки поштового зв'язку в урівноваженому стані та його рентабельності в цілому. Найбільш ефективним заходом підвищення сталості та ритмічності технологічних процесів є *їх автоматизація* – сукупність заходів щодо розробки автоматизованих технологій, створення та впровадження високопродуктивних поштооброблювальних машин, що забезпечують суттєве підвищення продуктивності праці та скорочення термінів оброблення ПВ.

Автоматизація технологічних процесів включає два основні етапи:
– модернізація існуючого обладнання;

– впровадження багатофункціональних та високопродуктивних автоматичних поштооброблювальних машин і комплексів, розробка автоматизованих технологічних процесів оброблення ПВ. Другий з цих етапів потребує перегляду традиційних методів оброблення пошти та суттєвих капітальних витрат.

Для отримання найбільшого ефекту матеріальні кошти доцільно вкладати у першу чергу в автоматизацію технологічних операцій, пов'язаних зі значними витратами живої праці:

- вантажно-розвантажувальні операції;
- внутрішньо-виробниче транспортування;
- попереднє оброблення та сортування ПВ.

Першочерговими питаннями автоматизації виробничого процесу ПЗ є:

– розробка комплексних автоматизованих процесів оброблення письмової кореспонденції та важкої пошти (посилки, пачки періодичних видань та інше) з впровадженням автоматизованих ліній;

– автоматизація процесів проведення передплати на періодичні видання, впровадження автоматизованого процесу оброблення та доставки періодичних видань;

– автоматизація оброблення супровідної документації з усіх видів ПВ та контролю проходження пошти;

– розширення послуг ПЗ на базі використання інформаційних технологій, засобів електронної та комунікаційної техніки (електронна пошта, гібридна пошта, експрес-пошта та інше), використання сучасних апаратно-програмних засобів, поштово-касових апаратів нового покоління;

– впровадження автоматизованих систем керування підприємствами та їх об'єднання в автоматизовану систему керування ПЗ [1, 2, 5, 9, 10, 13, 18, 19, 32, 35].

1.3.1 Загальна характеристика виробничих процесів оброблення поштових відправлень

Кожне поштове відправлення на шляху свого руху від відправника до одержувача проходить ряд етапів (технологічних процесів) загального виробничого процесу, який забезпечує корисний ефект його переміщення – *послугу поштового зв'язку*.

Кожний з таких етапів є технологічним процесом окремого підрозділу виробництва, характерним та повністю закінченим для нього. Основними для поштового зв'язку є процеси оброблення вихідних, вхідних та транзитних ПВ.

Технологічний процес оброблення будь-якого виду ПВ являє собою сукупність технологічних операцій. Поняття “технологічна операція” вперше сформувався з розвитком мануфактурного виробництва, організованого шляхом розподілу загального обсягу оброблення на окремі взаємопов'язані частини, що виконувались на відповідних (окремих) робочих місцях, та вимагали застосування праці робітників різної професійної підготовки. Таке диференціювання базувалось, перш за все, на фізичних можливостях людини та

розмірах зони її участі (обслуговування) у виробництві. Тому в основу поняття операції були покладені не характер технологічного процесу, рівень його диференціювання та концентрації операцій, а робоче місце.

Поняття операції, що визначається таким чином, залишається також справедливим для таких технологічних процесів, основним учасником яких є людина, що складає суттєву частину в загальному виробничому процесі на об'єктах поштового зв'язку.

З урахуванням наведеного вище, *технологічна операція* визначається як однорідна складова виробничого процесу, що виконується на відповідному робочому місці одним або декількома робітниками [4].

В умовах автоматизованого виробничого процесу технологічна операція, з одного боку, стає частиною робочого циклу машини [2, 19], а з іншого, – для функційно складних операцій може застосовуватись технологічна лінія, що складається з декількох машин і механізмів.

Жива праця людини в таких лініях застосовується, як правило, для операцій забезпечення гнучких зв'язків між окремими машинами (їх узгодження), які за тих чи інших умов або не підлягають автоматизації, або не можуть бути автоматизованими.

Специфічною особливістю поштооброблювальних машин є їхня обмежена функціональна універсальність, зумовлена наступними обмеженнями:

- за видами ПВ, що обробляються;
- за габаритами та масою ПВ;
- за обсягом відправлень, що обробляються за одиницю часу;
- за принципом адресування ПВ;
- за способом формування партії готової продукції.

Вибір *оптимального набору технологічних операцій* та їх *функціональної повноти* зумовлюється реальними технічними можливостями наявного парку поштооброблювального обладнання, сучасними методами їхньої реалізації на основі розробки машин з більш високими функціональними та технічними показниками, що забезпечують зростання рівня автоматизації та продуктивності праці.

Диференціювання технологічного процесу здійснюється його рівномірним розподілом за технологічними операціями.

Основу будь-якого виробничого процесу на підприємстві поштового зв'язку складають наступні одновимірні операції, наведені у послідовності їх застосування:

- операції обслуговування споживачів;
- завантажувально-розвантажувальні операції;
- внутрішньовиробниче транспортування;
- попереднє оброблення та накопичення ПВ;
- сортування ПВ;
- підготовка ПВ до відправлення;
- операції забезпечення перевезення пошти.

Характерною особливістю виробничого процесу поштового зв'язку є його багатоплановість та специфічність технологічних операцій.

Різноманітність видів та властивостей ПВ зумовлює необхідність застосування широкого класу транспортних засобів та завантажувально-розвантажувальних механізмів загального призначення, а також унікальних за технічними властивостями та характеристиками поштооброблювальних машин [2, 4, 5, 9, 32, 35].

Основною вимогою до організації виробничого процесу в окремому підрозділі поштового зв'язку є забезпечення загальних та визначених для нього (підрозділу) *контрольних термінів* оброблення і доставляння поштових відправлень. *Загальний контрольний термін* визначається тривалістю загального (основного) виробничого процесу, а *контрольний термін підрозділу* – тривалістю часткового виробничого (технологічного) процесу. У свою чергу прийнятна тривалість виробничого процесу визначається як компроміс стосовно ряду факторів до основних з яких відносяться вимоги споживачів, рівень чистого прибутку та автоматизації технологічних процесів.

Тривалість часткового технологічного процесу визначається часом, необхідним для оброблення та внутрішнього транспортування поштових відправлень і називається *виробничим циклом*, тривалість якого залежить від виробничого циклу виробничих (технологічних) операцій та способу їх виконання [13].

Виробничий цикл операції визначається як час, необхідний для оброблення партії поштових відправлень на одному або декількох робочих місцях. З урахуванням забезпечення ефективного (повного) використання обладнання та робочого часу тривалість t_i операцій приймається, як правило, не меншою години. Виняток можуть складати деякі специфічні за швидкодією, а також підготовчі та завершальні операції. Для організації виробничого процесу застосовують два основних способи виконання операцій – послідовний та паралельно-послідовний.

Послідовний спосіб виконання технологічних операцій полягає у тому, що кожна наступна операція починається після того, як завершиться попередня по обробленню всієї партії поштових відправлень.

Тривалість виробничого циклу $T_{ц\text{ пос}}$ при послідовному виконанні всіх його m операцій визначається як сума їх тривалостей t_i [13], тобто

$$T_{ц\text{ пос}} = \sum_{i=1}^m t_i . \quad (1.1)$$

Приклад циклограми технологічного процесу оброблення вихідної письмової кореспонденції наведено на рис. 1.1 (операції, що виконуються у послідовний спосіб позначені лініями з нахиленими штрихами).

Послідовно-паралельний спосіб виконання технологічних операцій полягає у тому, що кожна наступна операція починається через деякий час зміщення відносно початку попередньої операції. Кількість (група) поштових відправлень, що формується за час зміщення α , називається *передавальною партією*.

Величина зміщення визначається з урахуванням специфіки операцій технологічного процесу. Для технологічних процесів оброблення письмової кореспонденції, посилок та періодичних друкованих видань рекомендовані значення зміщення α відповідно складають 5 ... 10, 10 ... 15 та 3 ... 5 хв [13]. На циклограмі послідовно-паралельного способу виконання операцій (рис. 1.1 – лінії з вертикальними штрихами) зміщення α_3 та α_4 є різними. Зміщення α_3 зумовлене необхідністю наявності деякого запасу поштових відправлень перед початком їх детального сортування, а зміщення α_4 – тим, що формування постпакетів у зв'язку з високою продуктивністю цієї операції доцільно розпочинати наприкінці циклу складної (тривалої) операції сортування.

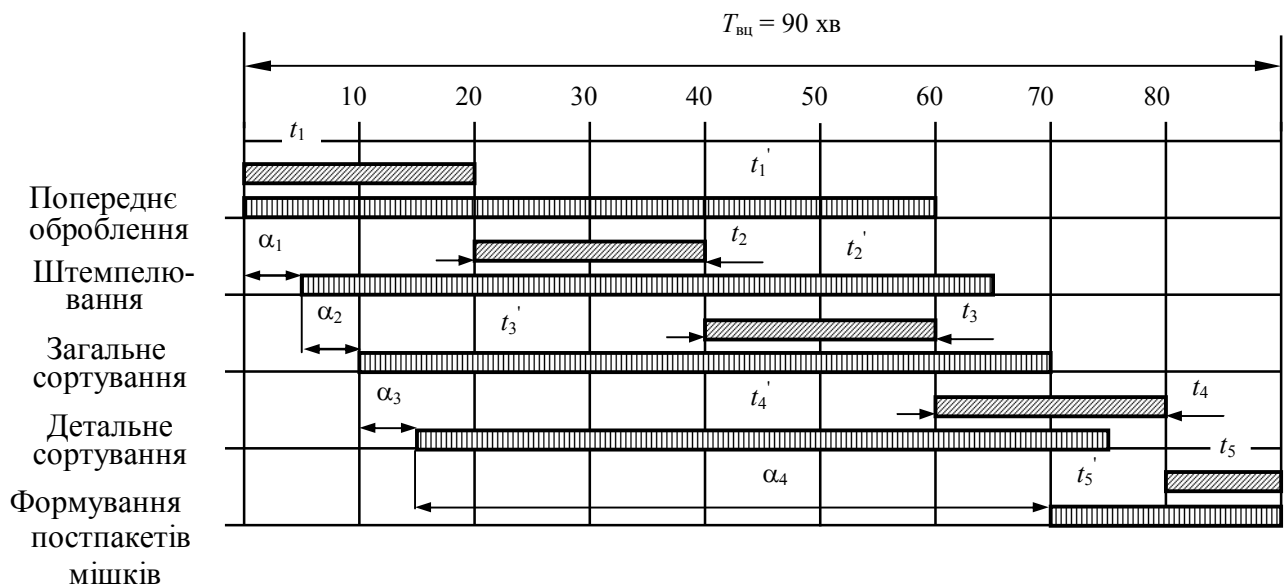


Рис. 1.1

У загальному випадку тривалість виробничого циклу $T_{цпп}$ при послідовно-паралельному способі виконання операцій визначається за формулою [13]

$$T_{цпп} = \sum_{i=1}^{m-1} \alpha_i + t_m' \quad (1.2)$$

де t_m' – тривалість виробничого циклу останньої m -ї операції; m – загальна кількість операцій технологічного процесу.

Ефективність застосування того чи іншого способу виконання технологічних операцій залежить від ряду факторів, основними з яких є величина та структура поштового навантаження підрозділу, рівень механізації та автоматизації виробництва. Послідовний спосіб виконання технологічних операцій доцільно застосовувати при обробленні невеликого навантаження з використанням працівників об'єднаної праці. Послідовно-паралельний спосіб разом зі спеціалізацією праці робітників забезпечує умови для впровадження більш прогресивної *поточної організації виробництва* за якої всі операції виконуються ритмічно, відповідно заздалегідь розробленій схемі

технологічного процесу при мінімальних міжопераційних проміжках часу та злагодженості всього виробничого процесу [4, 10, 13, 35].

Поточне оброблення поштових відправлень характеризується такими основними ознаками [13] :

- суворий розподіл виробничого процесу на чітко визначені операції;
- закріплення операцій за виділеними робочими місцями;
- розміщення робочих місць у відповідності з послідовністю виконання технологічних операцій за часом;
- функціонування виробничого процесу згідно з графіком та забезпечення його синхронізації;
- застосування засобів механізації й автоматизації для виконання технологічних операцій та передавання поштових відправлень від одного робочого місця до іншого у процесі їх поточного оброблення.

Остання з наведених ознак характеризує застосування *поточних ліній* – комплексу основного, допоміжного, підіймально-транспортного та технологічного обладнання, робочих місць, розміщених згідно з технологічною послідовністю закріплених за ними операцій і виконуючих одночасно, з деяким зміщенням у відповідному ритмі технологічний процес оброблення поштових відправлень.

Основними характеристиками поточної лінії є режим та ритм (такт) потоку [13]. *Режим потоку* – суворо встановлена система організаційно-технічних заходів, що забезпечують найбільш продуктивне та безперервне оброблення поштових відправлень. *Ритм потоку* – проміжок часу, за який у даній поточній лінії обробляється партія поштових відправлень. В поточних лініях величина зміщення α приймається рівною для всіх технологічних операцій, тому в таких лініях ритм потоку $T_{\text{п}}$ дорівнює зміщенню α . *Величина партії поштових відправлень* $M_{\text{п}}$, що передаються за такт, визначається за формулою

$$M_{\text{п}} = T_{\text{п}}W, \quad (1.3)$$

де W – пропускна здатність поточної лінії, од/хв.

Синхронізація поточного виробництва включає комплекс заходів щодо вирівнювання тривалості операційного часу на кожному робочому місці.

Організація виробничого процесу в підрозділі поштового зв'язку здійснюється у відповідності із заздалегідь розробленою *принциповою технологічною схемою*, яка визначає у розгорнутому на площині виді розміщення робочих місць, обладнання і засобів внутрішнього транспортування, відображає в умовних позначеннях послідовність виробничих операцій та їх взаємозв'язок [1, 4, 5, 10, 13].

1.4 Технологія збирання, оброблення та доставляння письмової кореспонденції

Відправниками письмової кореспонденції є населення, установи, організації та підприємства. Приймання кореспонденції від відправників здійснюється в основному трьома способами: організацією автомаршрутів для виймання листів із зовнішніх поштових скриньок; міською службовою поштою; безпосередньо у відділеннях зв'язку [1, 3, 10, 35, 46].

Потоки вихідної письмової кореспонденції надходять до вузлового центра оброблення пошти (ЦОП), де виконується її попереднє оброблення та сортування, після чого вона передається підрозділу магістрального перевезення пошти. Якщо вузли мають великі підрозділи перевезення пошти, то вони виконують також операції сортування транзитної кореспонденції (центри оброблення та перевезення пошти – ЦОПП). Доставлена по магістралях країни кореспонденція надходить до поштового вузла, де виконується її сортування та перевезення по доставних відділеннях зв'язку. У відділеннях зв'язку виконується сортування кореспонденції, разом з місцевою, по доставних дільницях та адресатах. Вручення листів і поштових карток здійснюється листоношами, операторами МСП або безпосередньо у відділеннях зв'язку.

Збирання та попереднє оброблення є важливими операціями загального технологічного процесу оброблення письмової кореспонденції, які значною мірою визначають його ефективність. Виймання листів з поштових скриньок, перевантаження їх у мішок і перевантаження самих мішків, як наводилось вище, викликає різного роду деформації та дефекти, які ускладнюють наступні операції попереднього оброблення та сортування і призводять майже до двократного зменшення експлуатаційної продуктивності поштооброблювальних машин [35]. Одним із кардинальних рішень цієї проблеми є розробка поштової скриньки з механізованим упорядкованим укладанням листів в касету, яка може безпосередньо завантажуватись в поштооброблювальні машини [2, 5, 6].

Процес впровадження поштових скриньок з упорядкованим укладанням листів потребує значних капітальних витрат та зміни технології приймання кореспонденції. Тому доцільно проводити впровадження таких поштових скриньок, розпочинаючи з великих міст.

Після приймання письмова кореспонденція у відділенні зв'язку підлягає *попередньому обробленню*: розбирається за категоріями та габаритами; лицюється та укладається в ящики або запаковується у постпакети з попереднім штемпелюванням. Після складання супровідної документації мішки з постпакетами та ящики з лицьованими листами доставляються засобами зовнішнього транспортування у сортувальний центр (вузол) зв'язку [35].

Схема оброблення письмової кореспонденції у сортувальному центрі наведена на рис. 1.2. Мішки з вихідною кореспонденцією подаються конвейером або засобами внутрішнього транспортування до робочих місць розпакування та попереднього розбирання.

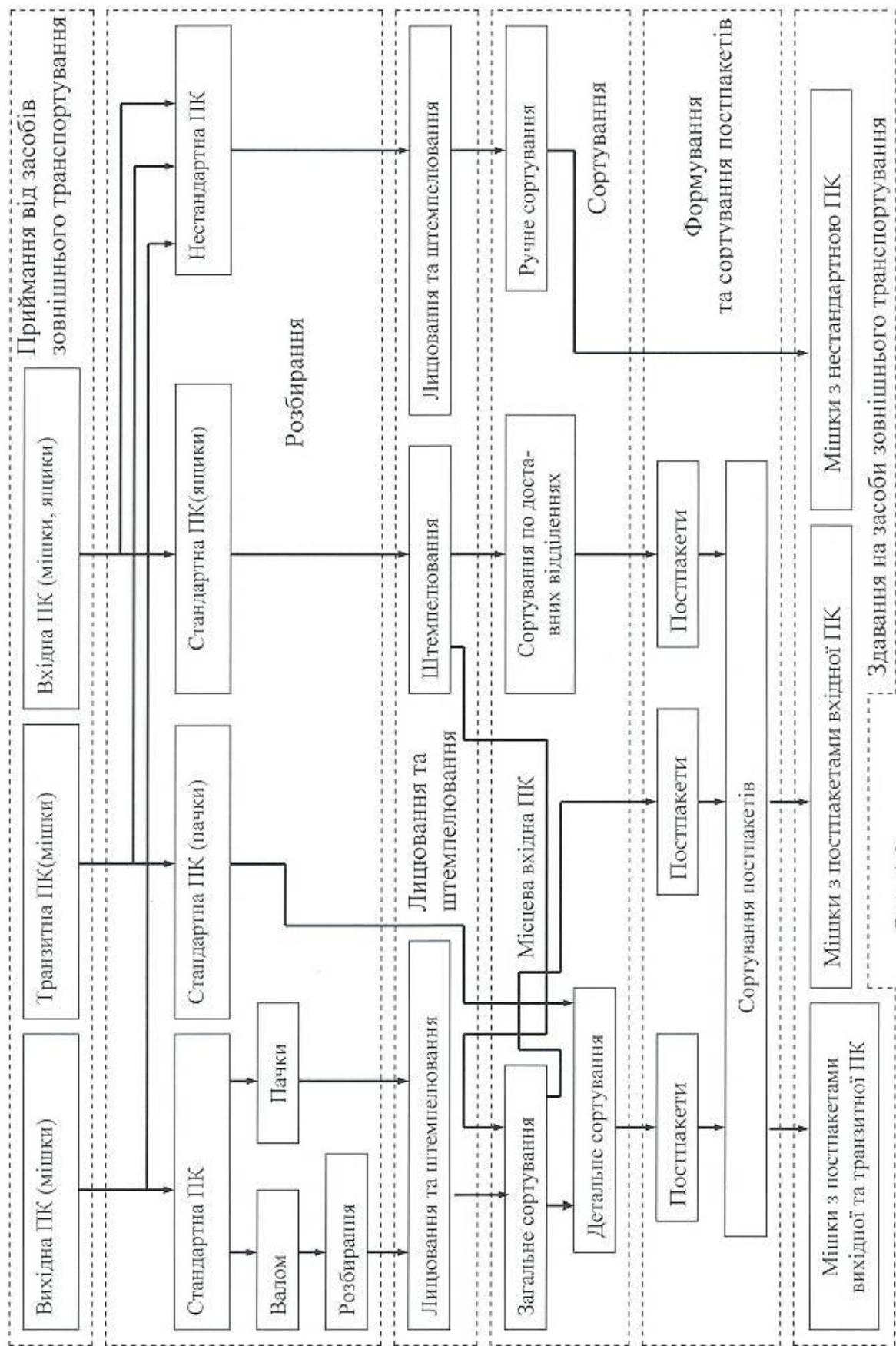


Рис. 1.2

Далі кореспонденція розподіляється на декілька потоків у залежності від її габаритів, маси, видів і попереднього оброблення. Виділяється нестандартна кореспонденція – великі листи, пакети та бандеролі, які складаються в ящики та транспортуються до місць ручного оброблення. Стандартна кореспонденція може надходити в пачках або валом, остання – підлягає операції розбирання (автоматизованій або ручній), після якої вона в пачках (касетах) надходить на лицювання та штемпелювання. Вихідна кореспонденція, що доставляється в ящиках, надходить на лицювання та штемпелювання без попереднього розбирання [35].

Лицювання та штемпелювання кореспонденції, як правило виконується за допомогою лицювально-штемпелювальних машин. У підрозділах з малим обсягом вихідної кореспонденції лицювання виконується ручним способом або за допомогою штемпелювальних машин [2, 4, 10], які значно прискорюють процес штемпелювання. У періоди різкого підвищення навантаження в такий спосіб може проводитись штемпелювання частини кореспонденції у великих центрах її оброблення, коли автоматичні лицювально-штемпелювальні машини не забезпечують оброблення всієї вихідної кореспонденції. На етапі лицювання із загального потоку вилучається на ручне оброблення кореспонденція без ознак лицювання (поштових марок і лицювальних міток кодового штампа поштового індексу). На цьому етапі доцільно також вилучати листи без поштового індексу, що значною мірою підвищує ефективність подальшого автоматичного сортування потоку лицюваної, штемпельованої та індексованої (кодованої) кореспонденції.

Сортування вихідної кореспонденції виконується двома етапами: загальне та детальне .

Загальне сортування виконується за областями, обласними центрами та великими містами (у відповідності з поштовим індексом). Така кореспонденція складає значну частину від загального обсягу вихідної кореспонденції (до 60%), вона не підлягає наступному сортуванню, тому після детального сортування пачки листів запаковуються у постпакети для подальшого відправлення за призначенням. На кожний постпакет оформляється супровідний адресний ярлик, який розміщується на лицьовій стороні постпакета. Пачки листів можуть формуватись у постпакети ручним способом, за допомогою пачкообв'язувальних машин або автоматично – комплексом формування постпакетів [1, 4, 5, 9, 10].

Детальному сортуванню підлягає кореспонденція, яка пересилається маршрутами наземного та водного транспорту, а також транзитна кореспонденція, що надходить у постпакетах. Після обезпилювання та розпакування таких постпакетів пачки кореспонденції з них з'єднуються з потоком вихідної кореспонденції перед детальним сортуванням.

Загальне та детальне сортування у вузлах з великим обсягом навантаження проводиться переважно з застосуванням напівавтоматичних та автоматичних листосортувальних машин [1, 2, 4, 5, 9, 10, 35].

Мішки з вихідною кореспонденцією в постпакетах розпаковуються над бункером обезпилювальної машини. Після обезпилювання постпакети

розпаковуюються, кореспонденція з них перевантажується в ящики (касети) та разом з місцевою кореспонденцією, виділеною на етапі загального сортування, надходить на штемпелювання і далі – до ланки сортування вхідної кореспонденції по доставних підрозділах зв'язку.

Після сортування пачки листів формуються у постпакети, сортування яких, у свою чергу, виконується у мішки таким чином, що в кожному мішок потрапляють постпакети одного з вибраних маршрутів перевезення пошти, за умови виконання контрольних термінів її оброблення. Мішки з постпакетами запаковуються та передаються разом з супровідною документацією до пункту обміну з засобами зовнішнього транспортування, що доставляють їх у доставні підрозділи.

Після розпакування мішків (ящиків) у доставних підрозділах та перевірки вкладення згідно з супровідною документацією вхідна кореспонденція, разом з місцевою, надходить на сортування по доставних дільницях, пунктах МСП, абонентських шафах, робочих шафах операторів, які здійснюють видачу кореспонденції адресатам (рис. 1.3).

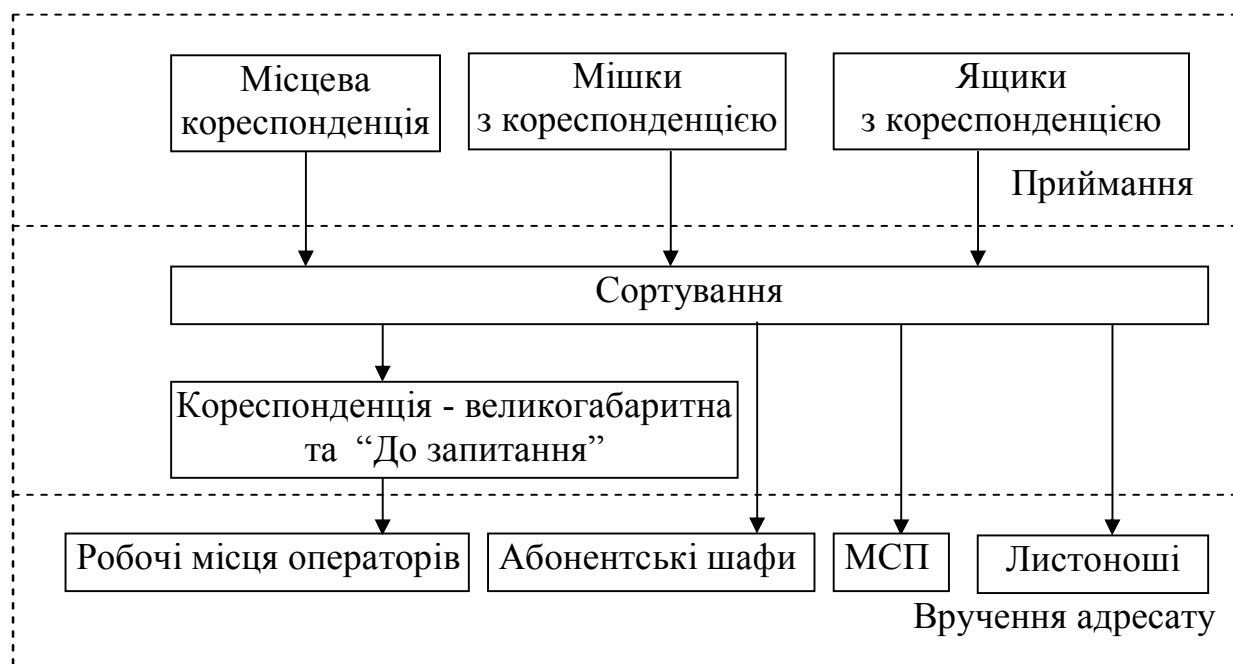


Рис. 1.3

Основна кількість листів доставляється листоношами із доставних підрозділів через абонентські скриньки, установлені за місцем проживання одержувача (адресата) та пункти обміну кореспонденції на підприємствах в організаціях і установах.

Для зручності споживачів (користувачів) у доставному підрозділі зв'язку встановлюються абонентські скриньки, обладнані індивідуальними внутрішніми замками. Такі скриньки орендуються на певний термін споживачем для одержання поштових відправлень, які надійшли на його ім'я.

Через операційні вікна видається кореспонденція “До запитання”, великогабаритні листи, пакети, рекомендовані листи та бандеролі. На кореспонденцію, що надійшла адресату, у доставному підрозділі оформляється та доставляється адресату повідомлення про отримання поштового відправлення [35, 46].

1.5 Поштовий обмін та поштові потоки

Поштовий обмін характеризує інтенсивність виробничої діяльності поштового зв'язку та окремих його підрозділів [35].

У залежності від джерела надходження та напряму переміщення поштових відправлень поштовий обмін поділяється на: вхідний, вихідний та транзитний, кожний з яких має свою специфіку технології оброблення. Зростання величини вихідного обміну вказує на зростання попиту населення на певні види послуг, необхідність підвищення виробничих потужностей та темпів розвитку, як окремих підрозділів, так і поштового зв'язку в цілому. Вхідний обмін у цілому повинен дорівнювати вихідному, однак для окремого підрозділу поштового зв'язку їх величина та структура можуть бути різними. Величина транзитного обміну визначається принципами побудови системи оброблення та перевезення поштових відправлень, прийнятих у поштовому зв'язку. Зменшення величини транзитного обміну значною мірою сприяє підвищенню ефективності функціонування поштового зв'язку, якості обслуговування споживачів його послуг [1, 24, 26, 27].

Кількість поштових відправлень одного виду, які прямують у певному напрямі, складають *поштовий потік*. У відповідності з видами поштового обміну розрізняють *вхідні, вихідні та транзитні потоки* поштових відправлень, а у відповідності з *радіально-вузловим принципом* побудови мережі поштового зв'язку – *магістральні, внутрішньообласні, внутрішньорайонні та міські*.

Структура, властивості та кількісні характеристики поштових потоків мають важливе значення для урахування специфіки та раціональної побудови поштового зв'язку у місті, районі, області та країні в цілому [1, 27, 35].

Найбільш суттєвий вплив мають потоки на підрозділи поштового зв'язку, які виконують оброблення великих обсягів поштових відправлень. Інформація про параметри таких потоків дозволяє оптимально вибирати та розміщувати наявне поштооброблювальне обладнання, розробляти та впроваджувати перспективні засоби автоматизації технологічних процесів з урахуванням прогнозування структури та кількісних характеристик поштових потоків.

Характерними властивостями поштових потоків є їх нерівномірність за часом та напрямом. *Нерівномірність поштових потоків* за часом зумовлена дією наступних факторів: нерівномірністю приймання кореспонденції від населення, підприємств, організацій, установ за годинами, протягом доби та тижня; нерівномірність руху транспортних засобів, в першу чергу, магістральних; сезонні коливання попиту на послуги поштового зв'язку.

Нерівномірність надходження поштових відправлень збільшується при зменшенні проміжку часу, протягом якого вона визначається, тобто *динаміка*

поштового обміну за годинами протягом доби, більш значна ніж за днями протягом тижня. Кількісна характеристика стохастичного процесу надходження поштових відправлень визначається поняттям *поштове навантаження* – кількість поштових відправлень, що надходять на оброблення (в центр оброблення, цех, дільницю) за певний проміжок часу. Поштове навантаження (частина навантаження – кількість поштових відправлень, які прийняті, оброблені та передані за призначенням) фактично оброблене за даний проміжок часу складає *поштовий обмін*. В умовах нормального функціонування підрозділу поштового зв'язку, поштовий обмін за добу повинен дорівнювати поштовому навантаженню, а різниця між обміном та навантаженням, через нерівномірність останнього, може (повинна) виникати лише в окремі години доби. Величина поштового навантаження визначає обсяг виробничої діяльності підрозділу підприємства поштового зв'язку, необхідну пропускну здатність всіх його технологічних ланок.

Для ефективної організації технологічних процесів проводиться аналіз коливань навантаження за годинами протягом доби. Ступінь коливань (нерівномірності) навантаження за годинами доби характеризується коефіцієнтом концентрації i -ї години доби $K_{\text{год } i}$, який визначається як відношення навантаження i -ї години доби ($i = 1, 2, \dots, 24$) до навантаження за добу. *Коефіцієнт концентрації години найбільшого навантаження* (з інтервалу 1 ... 24) визначає необхідну кількість технічних засобів оброблення поштових відправлень, робочих місць операторів, з урахуванням коефіцієнтів добової $K_{\text{дб } i}$ та місячної $K_{\text{міс } i}$ нерівномірності. Для одержання значень коефіцієнтів нерівномірності та концентрації, з необхідним рівнем достовірності, застосовують інтервали статистичних вимірювань [35]:

для $K_{\text{год } i}$ – не менш ніж 7 діб;

для $K_{\text{дб } i}$ – не менш ніж 4 тижні;

для $K_{\text{міс } i}$ – не менш ніж 3 роки.

Нерівномірність навантаження значно ускладнює організацію виробничого процесу, потребує застосування додаткової робочої сили та технічних засобів, що збільшує собівартість оброблення поштових відправлень. Тому *вирівнювання навантаження* займає важливе місце в організаційній діяльності поштового зв'язку, наприклад, вирівнювання потоків вихідної письмової кореспонденції за рахунок зменшення часового інтервалу виймання листів з поштових скриньок, регулювання часу обміну на внутрішньоміській мережі, проведення роз'яснювальної роботи серед споживачів (телебачення, радіо, наглядна агітація) про доцільність дострокового відправлення поштових відправлень у передсвяткові дні.

Організація виробничого процесу з урахуванням нерівномірності надходження поштових відправлень може виконуватись за двома принципами [35]: жорсткого виконання контрольних строків обробки пошти; збільшення контрольних термінів у періоди великого навантаження.

Для забезпечення жорсткого виконання контрольних термінів, кількість поштооброблювальних машин та місць ручного оброблення вибирається у відповідності з величиною максимального навантаження, внаслідок чого

знижується ступінь використання обладнання, тому що більшу частину робочого часу навантаження є меншим за передбачене максимальне навантаження.

Збільшення контрольних строків оброблення поштових відправлень в моменти максимального навантаження у відповідні дні, при їх обов'язковому виконанні для переважної більшості днів року приймається на основі компромісу між сталістю та ефективністю виробничого процесу.

Основу механізації та автоматизації виробничого процесу складає застосування машинного оброблення поштових відправлень. *Ефективність використання машин* залежить від рівномірності їх навантаження, яка для специфіки поштового зв'язку певною мірою є неможливою. Тому застосовується ручне оброблення частини обсягів пошти за умов повного завантаження засобів механізації та автоматизації. *Розрахунок кількості обладнання та робочих місць* проводиться відносно планового навантаження з урахуванням темпів зростання (зниження) обсягів пошти і включає наступні етапи [4, 5, 10, 19, 35]:

- визначення оптимальної кількості поштооброблювальних машин, за якої забезпечується їх ефективне використання;

- визначення необхідної максимальної кількості машини $M_{\text{макс}}$ для оброблення поштових відправлень, з урахуванням нерівномірності їхнього надходження та забезпечення контрольних строків оброблення;

- визначення необхідної ефективної кількості машин $M_{\text{еф}} < M_{\text{макс}}$ та кількості додаткових робочих місць ручного оброблення кореспонденції, які використовуються у період різкого підвищення навантаження.

Поряд з нерівномірністю навантаження, значний вплив на ефективність поштового зв'язку має нерівномірність обсягів поштових відправлень за напрямками сортування.

Напрямок сортування визначає процес (порядок) формування груп однотипних поштових відправлень, що підлягають доставці одному або декільком підрозділам поштового зв'язку – доставним або транзитним. Відповідно до загальної структури поштового зв'язку, обсягів кореспонденції, що обробляється, а також з урахуванням адміністративно-господарського поділу країни, існуючих відстаней до адресатів розробляються *плани направлення пошти* [25, 28]. для мережі поштового зв'язку в цілому та плани напрямів сортування окремо для кожного його підрозділу, який здійснює сортування поштових відправлень [35, 46].

При розробленні планів напрямів сортування та визначенні обсягів кореспонденції, яка пересилається за кожним із напрямів, передбачаються заходи більш рівномірного розподілу потоків за напрямками, що сприяє підвищенню сталості виробничого процесу, ступеня використання поштооброблювального обладнання та магістральних транспортних засобів.

Плани напрямів сортування складаються заздалегідь, тому аналіз та прогнозування нерівномірності напрямів сортування розглядаються як стохастична задача. Причинами нерівномірності потоків за напрямками сортування є неоднакова щільність населення в різних регіонах країни,

нерівномірне розміщення промислових підприємств по її території, зосередження підрозділів керування та концентрація поштових потоків в адміністративних центрах.

Для формування планів напрямів сортування та оптимального вибору структури розподільної системи листосортувальних машин визначається функція розподілу ймовірностей надходження поштових відправлень за напрямками сортування [35].

1.6 Загальна характеристика технічних засобів автоматизації оброблення письмової кореспонденції

Комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів дозволяє поєднати механізми і машини в автоматизовані лінії, цехи, підрозділи. Таке об'єднання, поряд з підвищенням продуктивності праці, скорочує виробничий цикл, що особливо важливо для підвищення якості поштового зв'язку [2, 4, 5, 9, 10, 13, 24].

В міру розвитку науки і техніки людство все більш передає машині або системам машин функції оброблення предметів праці, в тому числі і поштових відправлень, залишаючи за собою функції керування машинами та їх технічне обслуговування.

Виробничі функції, що виконуються людиною у процесі праці, поділяються на чотири основні групи [4]:

1. *Енергетичні* – прикладання зусиль для виконання роботи.
2. *Технологічні* – використання знарядь праці для зміни форми, складу або положення у просторі предмета праці (останнє знаходить широке застосування у виробничих процесах поштового зв'язку за винятком того, що поштові відправлення не змінюють своїх фізичних якостей).
3. *Функції керування* машиною або системою машини.
4. *Контрольно-регулюючі* функції (контроль, регулювання, програмування процесу).

Прикладами виконання технологічних функцій в області поштового зв'язку є: зміна форми предмета праці (формування постпакетів); зміна складу предмета праці (нанесення відбитку календарного штемпеля на лист); зміна положення предмета праці (лицювання та сортування поштових відправлень).

Заміна безпосередніх функцій людини технічними засобами лежить в основі закону розвитку виробничих сил. Машини полегшують працю, сприяють підвищенню її продуктивності. Перший етап застосування робочих машин, в яких функції керування, контролю, регулювання та програмування виконуються робітником, характеризується як *механізація виробництва*.

Сучасний рівень розвитку науки і техніки дозволяє вирішувати задачі побудови пристроїв та систем (керуючих машин), які значною мірою скорочують участь людини у регулюванні та керуванні виробничими процесами. Застосування керуючих машин і систем (систем автоматичного керування) характеризується як *автоматизація виробництва*.

Для характеристики сучасного виробництва застосовуються наступні основні визначення та поняття [2, 4, 11, 13, 35].

Механізоване виробництво – спосіб виконання окремих частин виробничого процесу механізмами та машинами, які заміняють ручну працю або менш досконалі механізми та машини, більш досконаліми. Допоміжні операції та операції керування механізмами і машинами виконує людина-оператор. При *комплексній механізації* весь цикл (більша його частина) виконується машинами і механізмами.

Автоматизоване виробництво – спосіб виконання виробничих процесів, за якого виконання окремих системних і допоміжних операційних процесів регулювання та керування, виконується машинами автоматично (без безпосередньої участі людини-оператора). При цьому, частина функцій керування взаємодією машин може здійснюватись людиною-оператором. В автоматизованому виробництві механічна або ручна праця застосовується лише у процесах або операціях, автоматизація яких, з точки зору економічної ефективності чи безпеки є недоцільною.

Комплексно-автоматизоване виробництво – спосіб виконання виробничого процесу, за якого по всьому його циклу основні та допоміжні операції і процеси регулювання виконуються машинами так, що задана продуктивність та якість продукції досягаються без безпосередньої участі людини. Така комплексна автоматизація впроваджується у великих підрозділах, наприклад, при обробленні письмової кореспонденції [9, 10].

Засоби механізації та автоматизації поділяються за такими видами: машини, автомати, напівавтомати, комплекси, автоматичні лінії [4, 11].

Машина – сукупність фізичних тіл, що здійснюють певні рухи, призначена для перетворення енергії або для виконання корисної роботи. Для зручності проектування, виготовлення, збирання, експлуатації та ремонту складові частини машин поділяються на деталі (вироби, виготовлені без застосування операції збирання) та збірні одиниці (вироби, складові частини яких поєднуються на підприємстві-виробникові за допомогою операцій збирання).

Більшість машин, що застосовуються для оброблення поштових відправлень, складаються з пристроїв уведення (живлення), виконуючих пристроїв з робочими органами, приводного (рушійного) механізму, пристроїв керування, регулювання, захисту та блокування.

Пристрій уведення забезпечує безперервне або періодичне надходження поштових відправлень до виконуючих механізмів машини.

Виконуючий механізм забезпечує рух поштових відправлень та здійснення технологічної операції за допомогою робочих органів (наприклад, в лицювальній-штемпелювальній машині парні стрічки та ролики (конвейерні носії) переміщують поштові відправлення, а штемпелювальний ролик способом прокатки наносить відбиток календарного штемпеля та ліній погашення). За способом дії виконуючі механізми поділяються на механізми безперервної та періодичної дії.

Рушійний механізм, як правило, виконується на основі електродвигуна, а також із застосуванням різного роду пневматичних, гідравлічних пристроїв.

Іноді застосовується силове зусилля руки оператора (наприклад, в пристроях завантаження поштових відправлень у поштооброблювальні машини).

Керуючий пристрій забезпечує пуск, узгоджене функціонування механізмів машини та її зупинку, а також контроль працездатності механізмів та виконання операцій технологічного процесу.

Автоматична машина (автомат) – машина, в якій виконання певного виду роботи, здійснюється багаторазово та без втручання людини (автоматично).

Напіваавтоматична машина (напіваавтомат) – машина, в якій виконання кожного наступного робочого циклу здійснюється за участю оператора.

За структурою робочого циклу розрізняють машини періодичної та безперервної дії. У машинах періодичної дії поштове відправлення підлягає обробленню протягом певного часу (циклу). Після чого розпочинається процес оброблення наступного відправлення. У машинах безперервної дії відбувається безперервна подача та оброблення поштових відправлень без очікування розвантаження і видачі оброблених відправлень.

Закінчення циклу визначається поверненням деталі або робочого органа у вихідне положення, а його тривалість – як сума часу, що витрачається на всі види рухів для здійснення технологічної операції (процесу). Прикладами циклічних технологічних операцій є автоматичне штемпелювання письмової кореспонденції та формування постпакетів.

Фаза циклу протягом якої механізм виконує технологічну операцію називається *робочим рухом*, а фаза протягом якої механізм не виконує корисної роботи – *холостим рухом*. Фаза циклу протягом якої механізм залишається у нерухомому стані називається *вистоем* або *паузою*.

Розрізняють такі види взаємопов'язаних циклів [11]: технологічний, кінематичний, робочий та енергетичний. *Технологічний цикл* визначається як період протягом якого поштове відправлення обробляється (знаходиться) в машині. За час *кінематичного циклу* рухомі складові механізму повертаються у вихідне положення. Протягом часу *робочого циклу* на вихід машини послідовно надходять два поштових відправлення, тому таке його визначення використовується для оцінки продуктивності машини [5, 6]. *Енергетичний цикл* визначається як період сталого руху протягом якого виконується закономірність зміни потужності, що споживається машиною.

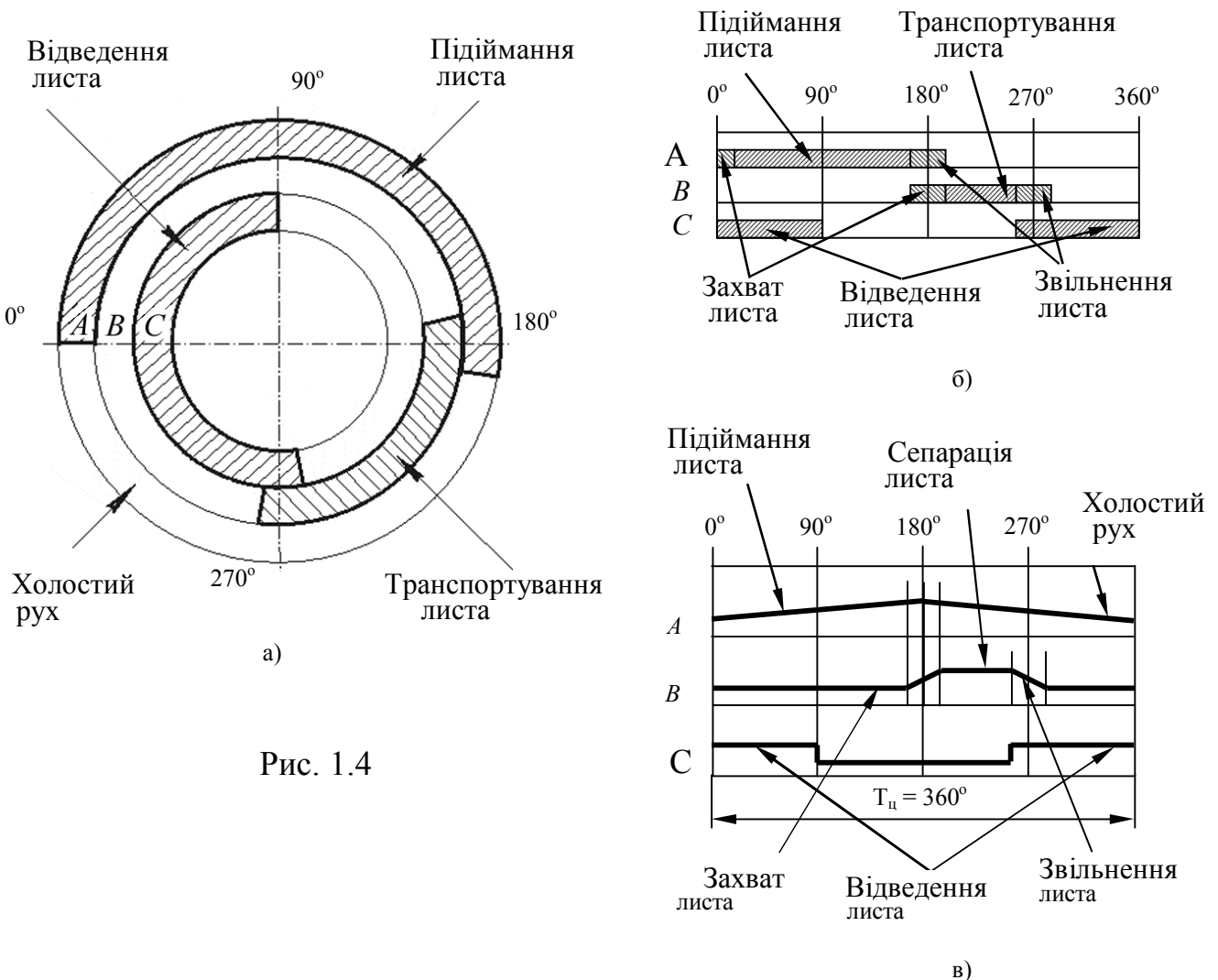
Для аналізу або пояснення взаємодії окремих виконуючих органів механізмів (механізму) протягом циклу використовують умовну діаграму їх роботи – *циклограму*, яка відображує послідовність і моменти вмикання окремих механізмів у роботу, та їх вимикання. Циклограми виконуються в полярній (кругові циклограми) або прямокутній системі координат (прямокутні та лінійні циклограми). На рис. 1.4, як приклад, наведені циклограми руху робочих органів вакуумного сепаратора роторного типу [11].

Для механізмів, що мають розподільний вал найбільш наочною є *кругова циклограма* (рис. 1.4,а), на якій циклу руху механізму відповідає коло довільного радіуса з позначеннями початку та кінця кожної фази руху.

У прямокутній циклограмі (рис. 1.4,б) роботі кожного механізму відповідає відрізок прямої (смуги), на якій у масштабі, витягнутими по горизонталі прямокутниками позначені фази окремих механізмів у відповідності зі значеннями кута повороту головного вала.

На лінійній циклограмі (рис. 1.4,в) стан окремих робочих органів механізмів подається ломаними лініями, які відображують їх переміщення та вистої, а відповідні значення кутів повороту головного вала позначають на осі абсцис. На прямих ланках ломаної лінії (нахилена пряма відображує переміщення робочого механізму, а паралельна осі абсцис – його вистій) позначають назви робочих операцій, а також кути повороту головного вала, що відповідають їх початку та закінченню.

Комплекс – два і більше спеціалізованих видів обладнання не поєднаних на підприємстві-виробникові, призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій (операцій технологічного процесу). Наприклад, комплекс для попереднього оброблення письмової кореспонденції (розбирання-лицювання-штемпелювання) [3, 4, 5, 9].



Установка – комплекс машин і пристроїв, до складу якого входять електродвигуни, передавальні механізми та пристрої. Наприклад, установка для сортування бандеролей (постпакетів) УСБМ, яка складається із ланцюгового

конвейера з приводною і натяжною станціями, пристроїв завантаження, скидувачів вантажів, накопичувачів, стійок живлення та керування [4].

Автоматизована (автоматична) лінія – комплекс (система) автоматичних машин, зв'язаних між собою транспортно-завантажувальними пристроями (конвейерами), в якій поштові відправлення обробляються шляхом послідовного проходження через певні її ланки, у відповідності з технологічним процесом, без безпосереднього втручання операторів [4, 5, 9].

Одним із найважливіших факторів, що визначають досконалість автоматичних машин та автоматизованих ліній, є міра участі людини у процесі виробництва. За цією ознакою автоматичні машини та автоматизовані лінії поділяються на циклічні, рефлекторні та адаптивні.

Циклічні автоматичні машини та їх системи (комплекси, лінії) функціонують згідно з жорсткою програмою виробничого циклу без активного контролю у процесі її виконання та втручання оператора в хід технологічного процесу для запобігання браку. В таких системах оператор виконує функції контролю, нагляду, регулювання та програмування виробничого процесу [2, 3, 4, 5, 13].

Рефлекторна система (система з активним контролем) здійснює керування та контроль за ходом виробничого процесу у відповідності з заданою програмою, що звільняє оператора, як від функцій керування, так і від функцій контролю якості обробки. За оператором залишаються функції коректування програм функціонування системи та умов їх виконання. В таких замкнених системах командним сигналом на закінчення оброблення є функція технологічної готовності виробу, який обробляється, що на відміну від циклічних систем дозволяє не тільки фіксувати брак, а й попереджувати його [4, 5, 7, 9].

Адаптивна система забезпечує на основі заданих кінцевих параметрів виробничого процесу і в залежності від сукупності умов, автоматичне виконання необхідного оптимального керування процесом з частковим або повним звільненням оператора від безпосередньої участі програмування виробничого процесу. Адаптивні системи є найбільш досконалим рівнем автоматизації. *Специфікою умов адаптації систем поштового зв'язку* є необхідність урахування нерівномірності надходження поштових відправлень протягом годин, днів, тижня та місяця року, що значно впливає на вибір технічного обладнання та режимів його роботи [2, 4, 5, 9, 13, 19, 35].

Одним із важливих питань впровадження засобів механізації та автоматизації є питання наукового обґрунтування їх техніко-економічної ефективності на основі теорії продуктивності машин і праці. В рамках такого обґрунтування вирішуються як практичні задачі розрахунку та проектування технологічного обладнання, так і проблемні питання аналізу шляхів механізації та автоматизації, вибору та оцінки найбільш перспективних їх напрямів [1, 2, 4, 5, 10, 13, 17, 19, 35].

Математичною основою *теорії продуктивності* є рівняння, які пов'язують показники продуктивності машин і праці з технологічними, конструктивними та іншими техніко-економічними показниками машин та автоматизованих ліній

(продуктивність, надійність, терміни проектування та впровадження, вартість тощо). Застосування методів теорії продуктивності дозволяє кількісно визначити продуктивність засобів механізації та автоматизації виробництва, проводити аналіз різних варіантів з метою одержання оптимальних параметрів машин та автоматизованих ліній, що забезпечують найбільший техніко-економічний ефект [1, 4, 17, 19].

Основні напрями розвитку автоматизації сучасного виробництва пов'язані з підвищенням продуктивності праці шляхом зменшення витрат живої праці, минулої праці та підвищення ефективності праці [4, 10].

Зменшення витрат живої праці досягається за рахунок скорочення кількості робітників, зайнятих безпосередньо у процесі виробництва. Таке скорочення досягається багатомашинним обслуговуванням, поліпшенням організації праці та автоматизації машин. Застосування автоматизованих ліній, побудованих із окремих модернізованих і нових машин, дозволяє значною мірою скоротити витрати живої праці. Однак впровадження нової техніки не завжди сприяє підвищенню продуктивності праці. Процесу автоматизації, як усякому процесу розвитку, властиві протиріччя, незнання або ігнорування яких може призводити до нераціональних витрат сил, часу та засобів [4, 19, 25].

Зменшення витрат живої та минулої праці досягається шляхом розробки та впровадження нових прогресивних технологічних процесів із застосуванням (створенням) високопродуктивних засобів виробництва.

Історія техніки знає багато прикладів, коли рівень існуючого обладнання вичерпує свої можливості, що сприяє появі нових технологій та високопродуктивних засобів виробництва. Сучасні засоби автоматизації дають можливість звільнити людину від безпосередньої участі в керуванні технологічним процесом, а чисельні автоматичні пристрої контролю, завантаження, розвантаження, транспортування, зміни орієнтації, фіксації поштових відправлень та інші звільняють оператора від його участі у цьому процесі.

Таким чином, однією із основних проблем автоматизації є створення нових прогресивних технологічних процесів та обладнання, які з урахуванням їхніх властивостей можуть застосуватись тільки в умовах автоматизованого виробництва.

Прикладом прогресивних технологій є розробка та впровадження автоматизованих систем адресування на основі застосування бінарного кодування [9, 15] та цифрового поштового індексу для письмової кореспонденції [1, 5, 6, 8, 10, 14, 20]. Впровадження таких технологій сприяє розробці високопродуктивних автоматичних листосортувальних машин. Автоматизоване бінарне кодування застосовується у переважній більшості для кореспонденції з адресою, нанесеною машинописним способом, яка може зчитуватись і кодуватись відносно простими пристроями. При переважній більшості кореспонденції з адресою, нанесеною рукописним способом, найбільш ефективним є застосування автоматичного сортування за адресним цифровим поштовим індексом (кодом), що наноситься відправником у відповідному місці конверта, тому що розробка та впровадження пристрою

розпізнавання рукописних букв адреси з урахуванням випадків їх низької контрастності та фонових завад пов'язані зі значними технічними труднощами і великими матеріальними витратами.

Цифровий поштовий індекс знайшов застосування у таких країнах, як Італія, Росія, Угорщина, Україна, Японія та інші.

У нашій країні здійснена розробка цифрочитального пристрою розпізнавання рукописних цифр (Одеським електротехнічним інститутом зв'язку ім. О. С. Попова), на базі якого впроваджені у виробництво високопродуктивні автоматичні листосортувальні машини [1, 2, 4, 5, 6, 8, 10].

Іншим прикладом застосування прогресивної технології є створення високопродуктивного комплексу для автоматичного обв'язування постпакетів, виготовлення та укладання в них адресних ярликів [9, 35]. Створення високопродуктивних засобів виробництва на базі нових прогресивних технологічних процесів є основним напрямом автоматизації виробництва.

Комплексна автоматизація виробництва потребує інтегрування великої кількості машин в автоматизовані лінії, що викликає зростання їх вартості та зменшення продуктивності. Зменшення продуктивності машин при застосуванні їх у складі лінії зумовлене зниженням надійності системи у цілому через зростання в ній кількості складних механізмів і пристроїв, крім того простої окремих машин, об'єднаних в лінію, впливають на роботу суміжних з ними машин.

При впровадженні автоматизації на базі нових прогресивних технологій та високопродуктивного обладнання наведені вище втрати продуктивності машин в лінії компенсуються високими потенційними можливостями зростання продуктивності праці, які забезпечують ефективність автоматизації. Підвищення ефективності праці (скорочення витрат суспільної праці) досягається шляхом удосконалення технології та способів виробництва (машин, механізмів, інструментів та інше) за рахунок стандартизації й уніфікації механізмів, вузлів і деталей машин.

Впровадження уніфікованих конструкцій дозволяє знизити вартість, терміни розробки та впровадження автоматизованого обладнання, підвищити надійність його роботи шляхом скорочення номенклатури та удосконалення конструкцій, урахування досвіду експлуатації. Для цього шляху характерне застосування поточних методів виробництва машин, уніфікованих засобів механізації та автоматизації виробництва для побудови модульно-блочних систем із окремих уніфікованих секцій, модулів, блоків [2, 4, 5, 9, 35].

На закінчення розгляду факторів розвитку технічних засобів поштового зв'язку необхідно зазначити, що основним напрямом розвитку є створення високопродуктивних засобів на основі нових прогресивних технологічних процесів, які можливі лише за умов автоматизованого виробництва [1, 2, 4, 5, 10, 19, 35, 44].

1.7 Адресування поштових відправлень

Операції приймання, оброблення та доставляння поштового відправлення виконуються відповідно до його поштової адреси. Необхідними реквізитами поштової адреси є наступні: номер доставного відділення зв'язку; місце розташування населеного пункту, у відповідності з адміністративно-територіальним поділом (область, район, місто, село); дані місця проживання адресата (назва вулиці, номер будинку та помешкання); прізвище, ім'я та по батькові адресата або найменування підприємства, установи, організації. У відділенні поштового зв'язку для реєстрації поштового відправлення додається додаткова технологічна інформація: час приймання, маса, сума збору, номер поштового відправлення тощо. Оброблення такої кількості інформації за умов автоматизації технологічних процесів поштового зв'язку пов'язане зі значними технічними труднощами, зумовленими обмеженою швидкістю сучасних ЕОМ. Скорочення кількості інформації досягається нанесенням на поштове відправлення поряд з поштовою адресою спеціального поштового індексу (ознак адресування) [2, 5, 7, 8, 14, 20, 22, 35].

Поштовий індекс визначає мінімально-необхідну інформацію для автоматизованого сортування кореспонденції. Індекс може наноситись відправником або за допомогою кодувального пристрою (кодувальника) у процесі оброблення поштових відправлень у підрозділі поштового зв'язку. В залежності від цього може застосовуватись *спеціальний шрифт*. Основними вимогами до спеціальних шрифтів поштового індексу є такі: простота нанесення знаків; висока контрастність; наявність у зображеннях знаків, характерних ознак для можливості їхнього автоматичного розпізнавання, простота, надійність, невелика вартість пристроїв нанесення та зчитування поштового індексу. Процедура автоматичного уведення інформації поштового індексу в керуючий пристрій автоматичної листосортувальної машини включає перетворення оптичного зображення знаків індексу в електричні сигнали та їх (зображень) розпізнавання, що здійснюються пристроями зчитування та розпізнавання [2, 5, 6, 7, 8, 14].

Найбільше поширення одержали три типи шрифтів: кодовані, нормалізовані та стилізовані [10, 15].

Кодований шрифт наноситься у вигляді послідовності точок і (або) ліній (елементів коду), що розташовуються у визначеному порядку одна відносно одної [2, 9, 15]. Для візуального контролю поряд з кодом може наноситись загальноприйняте зображення. Автоматичне зчитування кодованих шрифтів здійснюється відносно простими та надійними пристроями шляхом перетворення елементів коду в кодову комбінацію з наступним її декодуванням.

Нормалізований шрифт наноситься відправником у вигляді алфавітно-цифрових знаків від руки поширеними пишучими приладами (як правило кульковими ручками) в прямокутниках нормалізації, що обмежують їх (знаків) розміри і місцеположення, та друкуються на лицьовій стороні конверта друкарською фарбою, "невидимою" для зчитуючих пристроїв.

Застосування нормалізованих шрифтів (наприклад, рукописних арабських цифр) для індексації поштових відправлень є найбільш зручним, з точки зору їх нанесення відправником, однак потребує складних та коштовних пристроїв автоматичного зчитування [5, 8, 9].

Стилізований шрифт передбачає нанесення знаків відправником від руки з жорсткими обмеженнями, по *трафаретній сітці*, яка друкується у такий самий спосіб, як і прямокутники нормалізації і є компромісом вирішення суперечливих вимог: забезпечення високої надійності сортування при застосуванні відносно простих пристроїв автоматичного зчитування та розпізнавання. Знаки стилізованих шрифтів мають характерні елементи: точки, горизонтальні, вертикальні, нахилені лінії різної довжини та ширини. Зображення стилізованих знаків, з метою спрощення, дещо відрізняються від загальноприйнятих, але передбачають можливість їх розпізнавання людиною [5, 7, 8].

У залежності від прийнятого способу адресування (виду ознак адресування) письмової кореспонденції для автоматизації процесу сортування можуть застосовуватись *буквочитальні*, *цифрочитальні* або *кодочитальні* пристрої та їх комбінування (рис. 1.5) [12].



Рис.1.5

Для спрощення пристроїв зчитування застосовуються *люмінесцентні матеріали*, здатні акумулювати світлову енергію та випромінювати її після короткочасного опромінювання. Доцільність застосування таких матеріалів встановлена дослідними роботами, у процесі яких випробовувалось багато інших матеріалів (наприклад, чорнила, що швидко висихають, магнітні чорнила тощо).

Комбіноване застосування буквочитального та кодочитального пристроїв застосовується для автоматичного кодування кореспонденції з машинописною адресою (при переважній її більшості) з метою використання на наступних етапах сортування відносно простих кодочитальних пристроїв [5, 9].

Перші експериментальні індекси були застосовані в Англії у 1959 р. До 1970 р. таких країн нараховувалось 17, а в 1985 р. – 60, з яких 23 країни використовували поштовий індекс для автоматичного сортування письмової кореспонденції [10].

За типами кодування поштові індекси поділяються на похідні, довільні та змішані.

Похідний індекс складається шляхом вибору певної кількості букв, взятих з назв, що входять у поштову адресу, та може залежати від структури мови країни (наприклад, похідний індекс назви "Миколаїв", може складатись з перших трьох приголосних букв "м", "к" та "л").

Довільний індекс складається з букв або цифр, які не мають безпосереднього відношення до елементів поштової адреси.

Змішаний індекс складається із довільної та похідної частин. Системи індексації в різних країнах відрізняються за глибиною і структурою індексування, кількістю знаків, їх призначенням та правилами кодування елементів. У залежності від глибини, індекси можуть присвоюватись зонам, що включають декілька доставних підприємств, або кожному з них. За своєю структурою індекси можуть бути буквеними, цифровими та буквено-цифровими.

Індекси наносяться на поштові відправлення відправником. Більшість країн застосовують довільний цифровий індекс з глибиною до доставного підприємства (об'єкта). Кількість знаків у індексі може коливатись у різних країнах від 3 до 6. Наприклад, чотиризначний поштовий індекс застосовується (застосовувався) в країнах: Австрія, Данія, Німеччина, Норвегія, Португалія та інших; п'ятизначний – Бразилія, Італія, США, Україна, Франція, Швеція, Японія та інших; шестизначний – Англія, Канада, КНР, Росія [10].

П'ятизначний поштовий індекс системи індексації впровадженої в Україні у 1999 р., визначає: перша та друга цифри усіх індексів – адміністративні утворення (центри та території); третя цифра індексів територій адміністративних утворень – місто чи район; третя, четверта та п'ята цифри адміністративних утворень або четверта та п'ята цифри індексів територій адміністративних утворень – номери підпорядкованих їм відділень зв'язку або населених пунктів з кількістю жителів понад 500 чоловік, в яких відсутні відділення поштового зв'язку [20, 21, 22]. Більш детально структура поштового індексу України розглядається нижче.

На даному етапі розвитку технічних засобів автоматичного зчитування найбільш ефективним є застосування стилізованого індексу [8, 35]. Основними вимогами до стилізованого індексу (поряд з наведеними вище) є забезпечення необхідної відмінності конфігурацій стилізованих знаків, низький вплив варіантів їх варіацій та розмірів на надійність автоматичного розпізнавання [5, 8]. Даним вимогам задовольняє спеціалізований стилізований шрифт (стилізовані арабські цифри), розроблений галузевою науково-дослідною лабораторією розпізнавальних пристроїв Одеського електротехнічного інституту зв'язку ім. О.С. Попова [5, 6, 7, 8, 14, 15].

Цей стилізований поштовий індекс розміщується у лівому нижньому куті лицьового боку конверта (поштової картки). У зоні індексу 80×35 мм не допускається нанесення будь-якої іншої інформації крім шести цифр поштового індексу. Для забезпечення пошуку індексу у полі конверта та визначення зон зчитування кожної з шести цифр індексу методом друку, друкарською фарбою наносяться відповідні *спеціальні (пошукові) мітки* та трафаретні сітки. По останніх, відправником наносяться знаки індексу кульковою ручкою або олівцем чорного, синього, фіолетового або червоного кольору, так щоб товщина лінії знаходилась в межах $0,2 \dots 1,3$ мм. Допустимий перекося ліній цифр відносно ліній трафаретної сітки складає 15° , а допустиме зміщення ліній в горизонтальному та вертикальному напрямках – ± 1 мм. При дотриманні наведених вимог ймовірність помилки зчитування поштового індексу складає $1 \cdot 10^{-4}$ (значення $1 \cdot 10^{-4}$ – ймовірність помилки при зчитуванні індексу оператором).

Шестизначна структура цифрового індексу є основою *системи поштової індексації Росії* (до 1999 р. застосовувався в Україні), побудованої з урахуванням адміністративного поділу країни, транспортної системи поштових сполучень, територіального розміщення підприємств поштового зв'язку та їх ролі в обробленні поштових відправлень [35]. Вся територія країни та СНД поділена на шість умовних територіальних зон, кожній з яких присвоюється відповідна перша цифра індексу (з цифри 5 починаються індекси міжнародної кореспонденції, а з цифри 0 – військової кореспонденції). Другою цифрою індексуються підприємства, що обслуговуються одним маршрутом поштового вагона, який проходить по території відповідної умовної зони. Областям та обласним центрам, а також деяким великим містам, які виділяються у спеціальні поштові області, присвоюються перші три цифри індексу. Останні три цифри використовуються для адресування кореспонденції в середині поштової області; четверта цифра – маршрут поштового вагона у межах області, п'ята – призалізничне та вузлове підприємство, шоста – адресне підприємство.

Для найбільших міст країни останні три цифри присвоюються адресному підприємству (відділенню зв'язку), що знаходиться на території міста та входить до складу певної поштової області.

У 1999 році в Україні впроваджена нова *система індексації* в основу розробки якої покладені вимоги, що не задовольнялись попередньою системою

розробленою у 1968 р. для адресних підприємств поштового зв'язку СРСР [20, 21]:

- індексація повинна відбивати структуру мережі поштового зв'язку України та максимально задовольняти вимогам сортування поштових відправлень. *Глибина сортування* повинна однозначно подаватись кількістю цифр індексу, за якими воно виконується;

- *групи індексів*, які подають зони, області, вузли сортування тощо, повинні задовольняти вимогам компактності, тобто зазначені групи індексів не повинні розриватись індексами, які не входять до них, що надає можливість замість об'ємних переліків індексів у таблицях напрямів сортування, використовувати перелік їх інтервалів у групах;

- об'єднання групи індексів повинне проводитись за територіальними ознаками, як найбільш стійкими, а маршрутні ознаки повинні утворюватись у вигляді сукупностей відповідних територіальних ознак;

- індексація повинна задовольняти умовам єдності принципів ручного та автоматичного сортування [4], забезпечувати спрощення операцій сортування та зростання їх швидкодії, а також можливість виконання робітниками середньої кваліфікації;

- система індексації повинна забезпечувати можливість надання індексів усім підрозділам поштового зв'язку, з урахуванням того, що філіям та пересувним відділенням поштового зв'язку надається індекс підрозділу (об'єкта), який їх обслуговує;

- система індексації повинна забезпечувати резерв для закріплення індексів за населеними пунктами з кількістю жителів понад 500 чоловік, в яких відсутні відділення поштового зв'язку та достатній для її дієздатності протягом тривалого часу;

- зміни адміністративно-територіального поділу областей та районів, категорій населених пунктів повинні впливати на інформаційну структуру індексів тих підприємств поштового зв'язку, яких вони стосуються;

- система індексації повинна забезпечити можливість виділення міжнародної пошти, пошти країн СНД, польової пошти тощо та як наслідок – можливість функціонування діючої та впровадженої систем індексації у перехідний період.

Кількість індексів, необхідних для індексації підрозділів (об'єктів) поштового зв'язку, визначається числом останніх і необхідністю урахування наступних факторів [20, 21]:

- тенденції змін адміністративно-територіального поділу країни, чисельності та складу населення, кількості та статусу населених пунктів, норм для відкриття нових відділень поштового зв'язку;

- *резерв індексів* для забезпечення тривалого ефективного функціонування системи індексації.

При збереженні загальної кількості адміністративних утворень України та деякому скороченні сільських населених пунктів має місце зростання кількості, як міських, так і сільських районів. Утворення нових сільських районів потребує створення нових вузлів, відділень поштового зв'язку та перерозподілу

об'єктів поштового зв'язку тих районів, за рахунок яких утворюються нові райони. Зростання кількості міських районів практично не впливає на структуру мережі об'єктів поштового зв'язку.

Сьогодні в Україні діють близько 17000 об'єктів поштового зв'язку, з яких 12000 сільських та 5000 міських. Зменшення кількості сільських населених пунктів і наявність близько 3000 відділень поштового зв'язку в сільських населених пунктах за відсутності сільських рад дозволяє припустити, що протягом доступного для огляду умовного часу доцільності застосування даної системи індексації, більш ніж дворазове збільшення кількості сільських відділень поштового зв'язку не очікується. Кількість міського населення за статистичними даними на 1994 р. досягла 2/3 загальної кількості населення України, тому доцільно припустити, що дворазове збільшення кількості міських відділень поштового зв'язку за наведений час огляду може бути прийняте за граничне. Отже, для забезпечення тривалого ефективного функціонування системи індексації, з точки зору можливого збільшення кількості відділень поштового зв'язку, за цілком достатньою прийнята наявність дворазового резерву кількості індексів [20, 21].

Для індексації 17000 об'єктів поштового зв'язку та забезпечення дворазового резерву достатня кількість індексів складає 34000. Близько 50% загальної кількості індексів може бути використано для індексації МСП, тому необхідна кількість індексів в такому разі складає близько 50000 та потребує застосування п'ятизначної структури індексу.

П'ятизначна структура індексу надає можливість використання 100 000 індексів, що забезпечує додатковий їх резерв, стійкість системи індексації відносно наведених вище факторів впливу та ефективного функціонування протягом тривалого часу [20].

Впроваджена система індексації поштового зв'язку України побудована за *ієрархічним принципом* на основі *п'ятизначної структури індексу* (рис. 1.6), кожна із п'яти цифр якого подає ступінь ієрархії мережі поштового зв'язку та відповідний їй рівень сортування поштових відправлень [21, 22].

Перша та друга цифри індексу указують обласний центр або його територію. Використання третьої, четвертої та п'ятої цифр індексу обласних центрів можливо здійснювати за різними варіантами: номер одного з тисячі відділень поштового зв'язку; третя – номер одного з десяти можливих вузлів сортування, а четверта та п'ята – одне зі ста можливих відділень поштового зв'язку, що обслуговуються даним вузлом (рис. 1.6); ; третя – номер одного з десяти можливих вузлів сортування, четверта – один із десяти можливих вузлів доставляння, а п'ята – одне із десяти можливих відділень поштового зв'язку для кожного із вузлів доставляння (рис. 1.6).

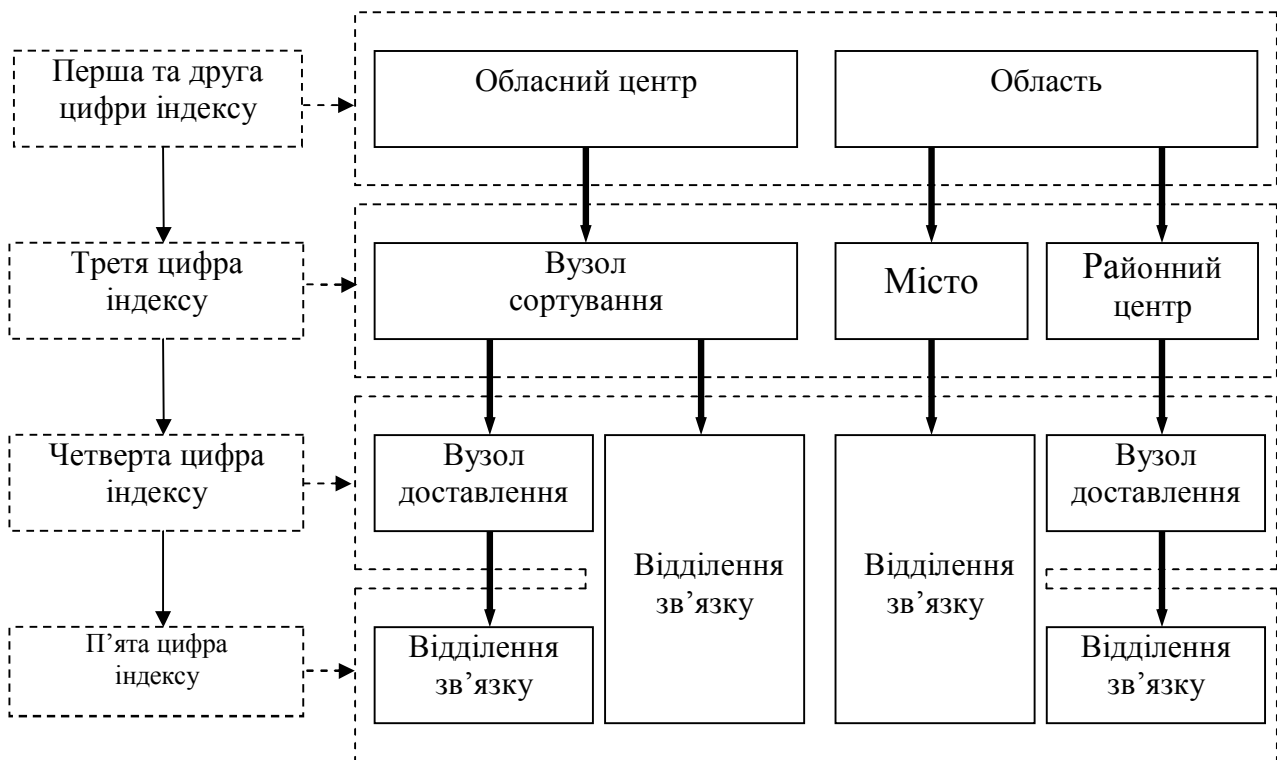


Рис. 1.6

При індексації областей третя цифра індексу може указувати місто обласного підпорядкування або районний центр області, а четверта та п'ята за різними варіантами застосування можуть указувати: номер одного зі ста їх відділень поштового зв'язку; четверта – один із десяти можливих вузлів доставлення, а п'ята – одне із десяти можливих відділень поштового зв'язку, що обслуговуються указаним вузлом доставлення або входять до указаного їх об'єднання.

Очевидно, що при сортуванні за двома першими (старшими) цифрами даної структури індексу (рис. 1.6) його напрямками є адміністративні утворення України. Принциповою відмінною такою сортування за нової п'ятизначної індексації порівняно з попередньою шестизначною (сортуванням за трьома цифрами) є те, що значення двох перших цифр нової системи співпадають з номером накопичувача АЛСМ (клітки сортувальної шафи), а значення трьох перших цифр попередньої системи тільки подають його номер та потребують перетворення цифр індексу в номер накопичувача. Сортування за двома цифрами є менш складним і здійснюється швидше ніж ручне сортування за адресами, що також підвищує ефективність застосування впровадженої індексації порівняно з попередньою [21].

Варіант структури індексу (рис.1.7) розглянутий в рамках розробки концепції індексації поштового зв'язку України [20], на відміну від впровадженої [21, 22], орієнтований на застосування зонального принципу побудови системи поштових сполучень, більш ефективного відносно можливостей концентрації поштового навантаження та його автоматизованого оброблення, який потребує значно більших обсягів поштового навантаження

порівняно з наявним (приблизно мільйон відправлень ПК за добу) та підвищення вимог (витрат) до засобів перевезення пошти для забезпечення контрольних термінів [23, 24, 25].

Перша цифра індексу вказує номер одієї із чотирьох зон України, кожній з яких виділено по 2...3 перших цифри, в залежності від кількості областей, міст і районів, що входять до зони. Для впровадження в столиці України підсистеми багатoshарової індексації з розподілом кореспонденції за десятьма видами на рівні загального сортування, виділена окрема перша цифра. Наприклад, для кореспонденції, що спрямована: у міські вузли сортування, через систему МПС, в урядові установи тощо, а також для кореспонденції польової пошти та міжнародної кореспонденції, яка спрямована через м. Київ.

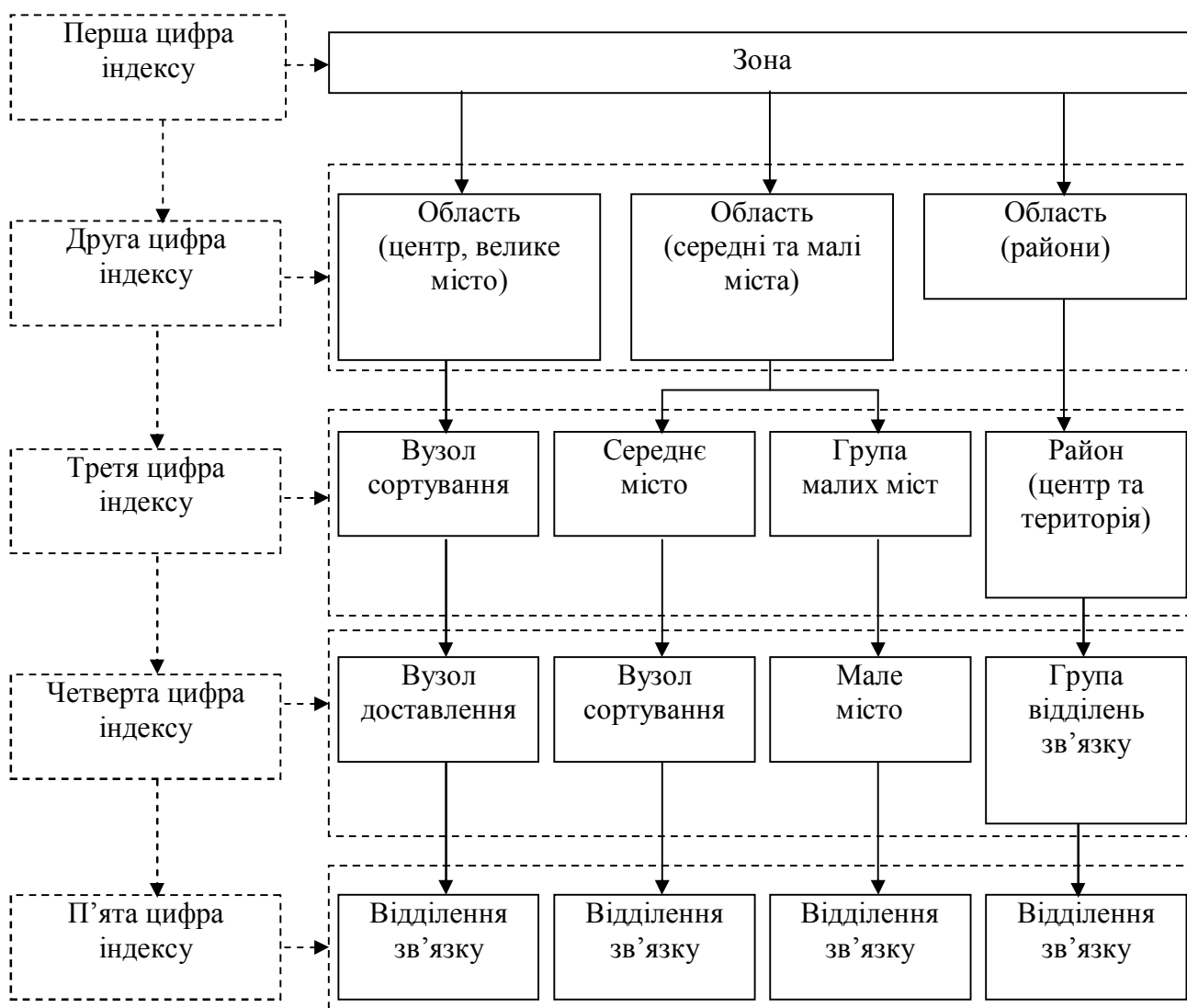


Рис. 1.7

Друга цифра вказує номер області (обласного центра, великого міста, групи великих міст) в зоні, кожній з яких в залежності від кількості районів та міст обласного підпорядкування виділено по 2...4 значень другої цифри.

Третя цифра вказує номер вузла сортування обласного центра (великого міста), номер середнього міста, номер групи малих міст або номер районного центру. Для індексації районних вузлів поштового зв'язку в залежності від кількості відділень поштового зв'язку, які вони обслуговують, виділено 100 (одна третя цифра на один район) або 50 (одна третя цифра на два райони) індексів.

Четверта цифра вказує номер вузла доставлення (доставного підрозділу) відповідного вузла сортування або середнього міста, номер малого міста, або номер групи підрозділів поштового зв'язку, об'єднаних за ознакою спільної території чи маршруту.

П'ята цифра вказує номер відділення поштового зв'язку або населеного пункту в якому воно може бути створене [20].

Впроваджена система індексації з *п'ятирівневою* ієрархічною структурою індексу надає можливості [20, 21]:

1. Організувати в обласному центрі або великому місті до десяти вузлів сортування та в кожному з яких – до десяти вузлів доставлення, а в кожному з останніх – до десяти відділень поштового зв'язку, тобто всього – до 1000 відділень поштового зв'язку або пунктів МСП.

2. Організувати в середньому місті до десяти вузлів доставлення та в кожному з них – до десяти відділень поштового зв'язку, тобто всього – до 100 відділень поштового зв'язку або пунктів МСП.

3. Організувати в малому місті до десяти відділень поштового зв'язку або пунктів МСП.

4. Організувати в районі, області в залежності від кількості відділень поштового зв'язку до десяти або п'яти груп відділень поштового зв'язку, об'єднаних за ознакою спільної території або маршруту та в кожній з цих груп – до десяти відділень поштового зв'язку, тобто всього – до 100 або 50 відділень поштового зв'язку або пунктів МСП. Частина індексів, наприклад, одна з груп може бути використана для індексації об'єктів поштового зв'язку даного районного центру.

Розробка та впровадження нової системи індексації поштового зв'язку України виконані науково-дослідним центром автоматизації оброблення пошти «Індекс» Української національної академії зв'язку ім. О. С. Попова. Перехід до нової системи індексації поштового зв'язку України створює передумови для досягнення якісно нового рівня автоматизації оброблення поштових відправлень.

Пересилання внутрішніх і міжнародних поштових відправлень сплачується знаками поштової оплати, готівкою або шляхом безготівкових розрахунків.

Найбільшого поширення для сплати послуг поштового зв'язку набули поштові марки та марковані конверти.

Поштові марки розміщуються на конверті з урахуванням можливості використання їх як ознак для автоматичного виявлення лицьового (адресного) боку поштового відправлення (наприклад, у верхньому (нижньому) правому куті конверта), що є необхідною умовою автоматизації таких операцій

оброблення поштових відправлень як лицювання, штемпелювання та сортування.

Автоматичне лицювання поштових відправлень за *ознаками поштових марок* здійснюється за допомогою фотоелектричних перетворювачів, які виділяють контури марок на фоні адресного боку поштового відправлення. Лицювання листів і карток з художнім оформленням потребує високих вимог до пристрою зчитування та виявлення ознак лицювання, тому що різниця між коефіцієнтами відбиття марок та конвертів (карток) може бути занадто малою і призводити до помилок.

Для спрощення пристрою виявлення ознак лицювання та підвищення надійності АЛШМ застосовують *спеціальні поштові марки* або спеціальні (лицювальні) мітки [2, 4, 5, 6, 7, 9, 35].

1.8 Специфіка та етапи автоматизації технологічного процесу оброблення письмової кореспонденції

Аналіз виробничих процесів поштового зв'язку свідчить, що найбільш складним у функціональному відношенні є технологічний процес оброблення письмової кореспонденції в магістральних вузлах, що здійснюють комутацію вихідних і транзитних потоків письмової кореспонденції. В умовах концентрації потоків, традиційні методи оброблення поштових відправлень не можуть забезпечити ефективність технологічного процесу їх оброблення та його сталість. З іншого боку, ефективне застосування коштовних засобів механізації та автоматизації можливе лише за умов концентрації поштового навантаження у вузлах й централізованого способу його оброблення [5, 10, 24, 35].

Внаслідок обмеження рівня технічного розвитку та ресурсів поштового зв'язку механізація й автоматизація процесів оброблення письмової кореспонденції здійснювалась поетапно, у відповідності з розвитком науково-технічного прогресу та суспільства в цілому (рис. 1.8).

На всіх етапах основна увага приділялась розробленню засобів механізації та автоматизації найбільш функціонально-складної операції сортування найбільш поширеного виду поштових відправлень – письмової кореспонденції.

В період з 1916 по 1926 рр. (характеризується як *початковий етап механізації*) застосовувались машини з ручним завантаженням листів у щілини, які замінювали клітки сортувальних шаф. З щілин листи транспортувались конвейером до накопичувачів. Таким чином, за рахунок зменшення простору поля сортування поліпшувались умови роботи оператора [10].

Період з 1926 по 1957 рр. характеризується як *перший етап автоматизації*, протягом якого були розроблені та широко впроваджені напівавтоматичні листосортувальні машини. В таких машинах формування послідовного потоку листів (листи рухаються на довгому ребрі з необхідним інтервалом, для можливості зчитування адресних ознак та їх (листів) розподілу) здійснюється механічним способом, а частина операцій керування процесом сортування й операції завантаження виконуються оператором.

Листи заздалегідь складаються у стопи або касети в однакове положення за адресним боком (лицюються) ручним способом та завантажуються у машину. Після формування послідовного потоку листів (сепаратором) вони проходять перед *оператором-кодувальником*, який зчитує адресу та переводить її в код за допомогою клавіатури. В залежності від набраного оператором коду пристрої транспортування та розподілення направляють листи у відповідні накопичувачі напрямів сортування.

Створюються машини, обладнані одним або декількома місцями операторів-кодувальників, з числом накопичувачів до трьохсот. Для зменшення необхідної площі виробничого приміщення накопичувачі розміщуються ярусами (від 2 до 6). Застосовуються накопичувачі великої ємності для міст і районів зі значним обсягом, які розміщуються на нижніх ярусах, під ярусами накопичувачів малої ємності.

Напівавтоматичні машини від початку свого застосування зазнали значних змін, за рахунок їх обладнання системами контролю заповнення накопичувачів і виявлення помилок у розподільній системі багатопрограмного розподілу накопичувачів за напрямками сортування.

Експлуатація напівавтоматичних машин цього періоду виявила їхню недостатню ефективність. Продуктивність сортування зросла не значною мірою, тому що в таких машинах вона обмежується продуктивністю оператора-кодувальника (2000–3500 листів/год.).

Період 1957 – 1968 рр. – *другий етап автоматизації* характеризується впровадженням автоматичного сортування з попереднім ручним кодуванням. Для забезпечення автоматичного зчитування адресних ознак, відправник виконує кодування листа (поштової картки) цифровим або алфавітно-цифровим індексом. Оператор пульта кодування зчитує індекс і уводить його в систему кодування з клавіатури. Після уведення останнього знака індексу лист сходить з позиції зчитування і надходить до механізму, який наносить (друкує) на лицьовій або зворотній поверхні конверта знаки бінарного коду (як правило у формі штрихів) за допомогою друкарської фарби або спеціальних чорнил, виготовлених на основі фосфоресцентних або флуоресцентних барвників чи магнітних матеріалів [6, 7].

Після кодування листи надходять до листосортувальної машини. В залежності від продуктивності машини застосовується від 6 до 12 робочих місць кодування. Разом з процедурою кодування в таких системах може проводитись *попереднє сортування* за допомогою системи транспортних каналів, що примикають до накопичувачів розподілу кореспонденції на місцеву, міжнародну тощо.

Обладнання цього періоду вимагало обов'язкового зчитування індексу або адреси поштового відправлення оператором у процесі кодування, після чого кореспонденція могла сортуватись автоматично необхідну кількість разів за допомогою кодочитальних пристроїв, у процесі її проходження від місця кодування до адресата. Технічні характеристики машин значно поліпшилися, удосконалилась конструкція, зменшились розміри, визначились основні схеми їх ефективного компонування [2, 4, 5, 6, 9, 12].

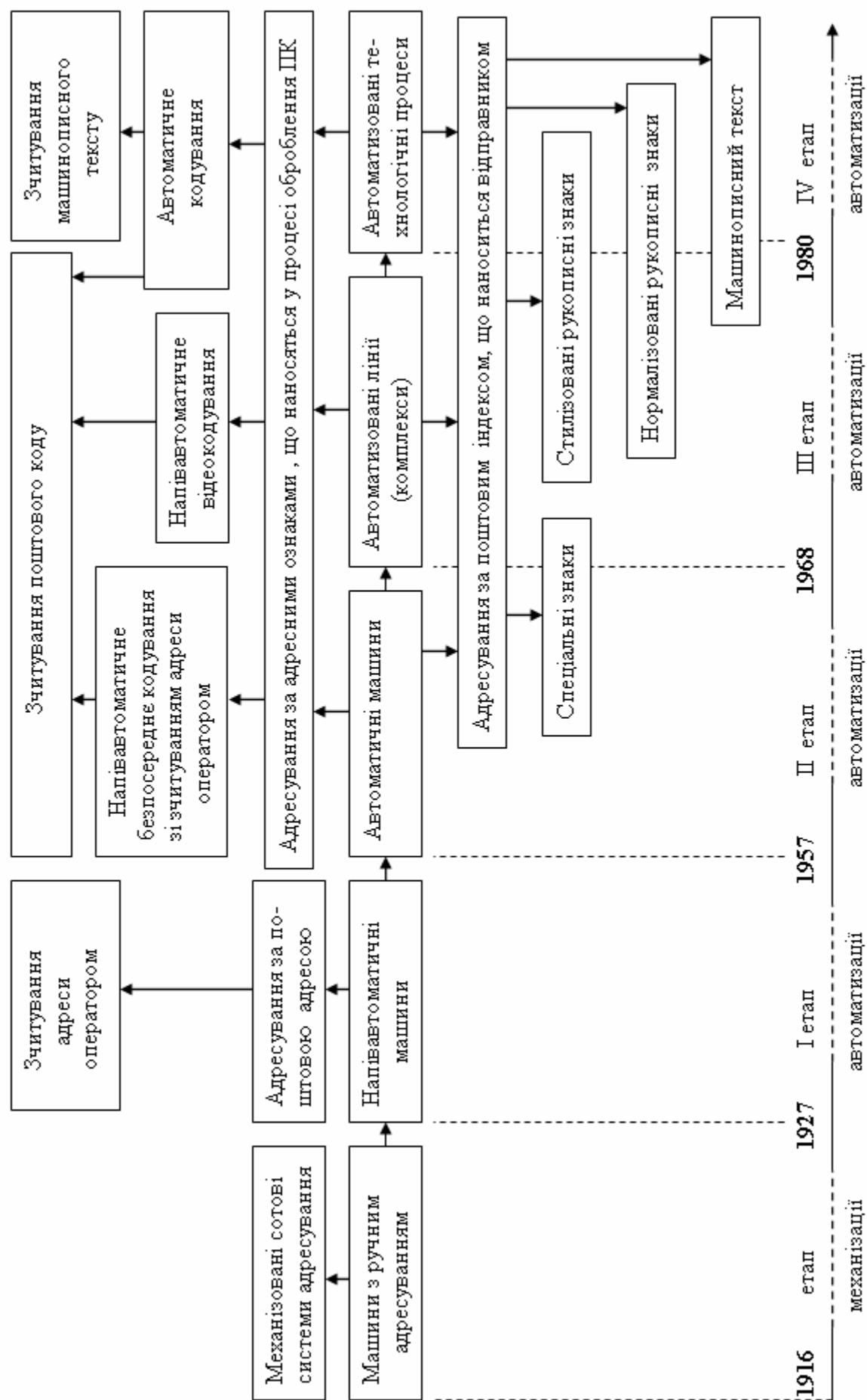


Рис. 1.8

У зв'язку з тим, що ефективність застосування листооброблювальних машин потребує обмеження ряду параметрів листів та їх орієнтації у певне положення, була здійснена розробка та впровадження *машин попереднього оброблення*: розбирання листів за габаритами та жорсткістю, лицювання-штемпелювання. Розпочинається компонування (агрегування) окремих машин (розбирання, лицювання-штемпелювання, сортування та інших) у поточні та автоматизовані лінії [2, 4, 5, 6, 9, 10, 13].

Автоматизація технологічних процесів у цей період охоплювала, як правило, лише окремі операції оброблення, а кодування, завантаження, контроль, розвантаження, операційне транспортування, формування постпакетів виконувались з використанням ручної праці та засобів механізації.

Третій етап автоматизації технологічного процесу оброблення письмової кореспонденції (1968–1980 рр.) характеризується тим, що напівавтоматичні машини в умовах зростання поштового навантаження не забезпечують необхідне підвищення продуктивності праці, яка визначає економічну ефективність технологічного процесу виробництва. Тому основною задачею автоматизації на цьому етапі була автоматизація процесу керування поштооброблювальними машинами, мінімізація рівня використання живої праці на допоміжних операціях. Вирішальним фактором стало звільнення оператора від необхідності зчитування адресних ознак поштових відправлень за рахунок впровадження оптико-електричних читальних пристроїв для наступних видів сортування:

– “*прямого*” сортування, за якого згідно з програмою зчитана адресна інформація перетворюється безпосередньо в сигнал для направлення листа у відповідний накопичувач;

– “*непрямого*” сортування, за якого зчитана адресна інформація перетворюється у бінарний код, який наноситься на поштове відправлення (такі системи кодування дістали назву “*електронний кодувальник*”) [2, 5, 6, 9, 10].

У випадку “*прямого*” сортування коштовний читальний пристрій входить до складу листосортувальної машини і застосовується для безпосереднього керування нею. У випадку застосування “*непрямого*” сортування читальний пристрій застосовується у системі попереднього автоматичного кодування та для попереднього сортування, після чого кодована кореспонденція проходить необхідну кількість етапів сортування із застосуванням у складі листосортувальних машин відносно простих кодочитальних пристроїв.

Поряд з впровадженням електронних кодувальників на цьому етапі впроваджуються (Франція, ФРН) *системи відеокодування*, які на відміну від *систем безпосереднього кодування* надають такі можливості: поліпшують умови праці на робочому місці за рахунок зменшення шуму та заповилення через можливість зчитування адресних ознак в окремих приміщеннях; значне спрощення системи транспортування та розподілу листів між місцями кодування та кододрукувальними пристроями [5, 9, 10].

Створення автоматичних *читальних пристроїв* відкрило можливість поєднання функцій зчитування адресних ознак та сортування, розвитку модульного принципу конструювання та компонування машин із окремих

модулів, перейти від оброблення поштових відправлень на поточних лініях до автоматичних ліній[4, 5, 6, 9].

Впровадження автоматичних ліній потребує вирішення нових більш складних задач, першочерговою з яких є задача створення автоматичної системи міжопераційного транспортування з урахуванням неоднакового ритму роботи операторів-кодувальників, а також неспівпадіння у часі роботи пристроїв обладнання лінії, через його конструктивні особливості, пошкодження та профілактичні зупинки.

Такі системи повинні мати у своєму складі *буферні накопичувачі* з формувачами потоку для узгодження машин за параметрами продуктивності, а також для можливості на деякий час забезпечувати наступну машину лінії поштовими відправленнями при зупинці попередньої машини.

Четвертий етап автоматизації, розпочинаючи з 1980 р., характеризується такими факторами застосування новітніх методів зчитування та розпізнавання поштової адреси і інших поштових реквізитів [8, 9, 35]:

- застосування обчислювальної техніки для керування операціями в поштооброблювальних машинах, їх контролю та діагностики;
- створення автоматизованих ліній і комплексів;
- впровадження автоматизованих технологічних процесів оброблення письмової кореспонденції у великих поштових центрах.

Реалізація наведених факторів розвитку технічних засобів та рівень автоматизації технологічних процесів у цілому залежить від загального рівня виробництва в окремій країні і обмежується ресурсами поштового зв'язку, внаслідок чого значний обсяг роботи виконується із застосуванням ручної праці або виробничого обладнання. Ці умови будуть мати вплив до тих пір, доки не буде значно збільшена ціна живої праці, що, у свою чергу, буде сприяти доцільності удосконалення методів і засобів автоматизації [2, 4, 6, 9, 10, 13, 17, 25, 35].

Контрольні питання до розділу 1

1. Наведіть види поштових відправлень, які є об'єктами автоматизованої машинної обробки.
2. Наведіть перелік основних технологічних операцій обробки письмової кореспонденції що підлягають автоматизації.
3. Наведіть основні параметри поштових відправлень, які впливають на ефективність операції їх автоматизованої обробки.
4. Наведіть основні властивості технологічного процесу автоматизованої обробки поштових відправлень.
5. Наведіть специфічні особливості поштооброблювальних машин.
6. Наведіть тлумачення (пояснення) механізоване, автоматизоване та комплексно-автоматизоване виробництво.
7. Наведіть основні види засобів автоматизації та механізації технологічних процесів поштового зв'язку.
8. Наведіть відмінність понять рефлекторна та адаптивна система, щодо кінцевого результату їх функціонування.
9. Наведіть основні етапи механізації та автоматизації сортування письмової кореспонденції.

РОЗДІЛ ДРУГИЙ

АВТОМАТИЧНІ МАШИНИ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ЛИСТІВ

2.1 Загальні відомості та призначення МРЛ

Автоматичні машини розбирання листів призначені для виділення із загальної маси, завантаженої в них письмової кореспонденції – листів (поштових карток) відповідних розмірів, жорсткості та маси з метою ефективного їх оброблення автоматичними лицювальньо-штемпелювальними та сортувальними машинами [2, 4, 5, 6, 9, 10, 35].

Для вирішення задачі розподілу кореспонденції на стандартну, для подальшого її машинного оброблення, та нестандартну для ручного оброблення, функціональні вузли автоматичних МРЛ повинні забезпечувати виконання наступних вимог [4]:

- формування потоку, завантажених валом в машину листів, зручного для аналізу ознак їх розбирання;
- аналіз листів за масою, габаритами та жорсткістю;
- виділення нестандартної кореспонденції та її тимчасове зберігання у спеціальних накопичувачах;
- підбір стандартних листів та їх тимчасове зберігання в накопичувачах, а також поштучне їх передавання до входу автоматичної лицювальньо-штемпелювальної машини.

2.2 Принципи побудови автоматичних МРЛ

Автоматичну машину розбирання листів згідно з наведеними вище вимогами складають – формувач потоку листів, пристрої аналізу ознак розбирання, транспортно-розподільна система та накопичувачі для тимчасового зберігання кореспонденції за видами її оброблення. *Узагальнена структурна схема автоматичної МРЛ* наведена на рис. 2.1.

Формувач потоку листів (ФПЛ) включає у себе пристрій завантаження (ПЗ), виконаний у вигляді бункера та *транспортер-формува*ч (ТФ), який завдяки спеціальній конструкції формує потік листів для можливості аналізу ознак їх розподілу за габаритами та жорсткістю.

Занадто велика за розмірами та важка (негабаритна) кореспонденція відділяється на вході і надходить до місця ручного оброблення, а вся інша – до аналізатора-селектора.

Аналізатор-селектор включає в себе пристрої транспортування, аналізу та комутації для розбирання кореспонденції за заздалегідь установленими величинами розмірів, жорсткості, що визначаються вимогами її оброблення в АЛШМ і АЛСМ. Для цього листи повинні проходити *операцію сепарації* – більш чіткого відокремлення їх один від одного ніж в транспортері-формувачі для забезпечення можливості їх поштучного оброблення у пристроях аналізатора (листи рухаються до аналізуючих пристроїв з відповідним

інтервалом). Для надійної сепарації перед сепаратором (С) установлюється *аналізатор товщини листів* (АТЛ). Листи, товщина яких перевищує прийнятне значення для наступних пристроїв машинного оброблення, направляються до *накопичувача товстих листів* (НТЛ).

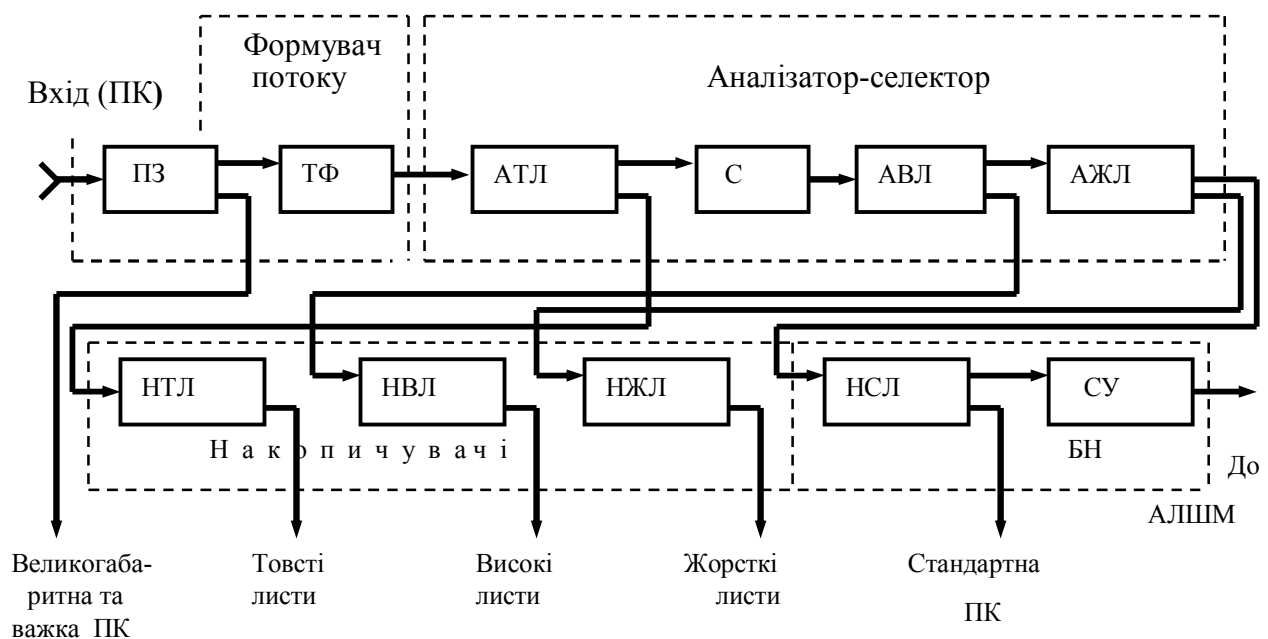


Рис. 2.1

Після сепарації *аналізатор висоти листів* (АВЛ) виявляє високі листи та направляє їх до накопичувача високих листів (НВЛ). Усі інші листи надходять до *аналізатора жорсткості листів* (АЖЛ). Листи з виявленою наявністю жорстких сторонніх вкладень (значки, монети тощо) направляються до *накопичувача жорстких листів* (НЖЛ), а всі інші (стандартні) листи – до *накопичувача стандартних листів* (НСЛ), при роботі АМРЛ в автономному режимі або до буферного накопичувача (БН), з якого вони за допомогою сепаратора узгодження (СУ) формуються у потік та надходять з відповідним інтервалом до АЛШМ.

Застосування буферного (проміжного) накопичувача дозволяє узгоджувати продуктивність АМРЛ та АЛШМ, при їх спільному застосуванні у складі автоматизованої лінії оброблення письмової кореспонденції, а також забезпечувати роботу АЛШМ при короткочасних вимушених зупинках АМРЛ.

2.3 Функціональні вузли МРЛ

2.3.1 Формувачі потоку листів

Формувачі потоку листів призначені для перетворення неорганізованої маси письмової кореспонденції, що утворюється при висипанні її з тари (мішка) у пристрій завантаження АМРЛ в організований потік, з метою аналізу та розподілу кореспонденції по накопичувачах.

На практиці застосовуються різноманітні за конструкцією та принципом дії формувачі, які умовно поділяються на два види [6]:

– формувачі, які виконують тільки формування потоку (наприклад, автоматична МРЛ фірм “Telefunken”, “Toshiba” та вітчизняна машина МРЛ-2)” [6]);

– формувачі, які виконують операції формування потоку та аналізу товщини листів (наприклад, МРЛ фірм “Elliot” та NEC). Останні є більш досконалими, тому що виконують більше функцій.

Найбільшого поширення набули вакуумні, гравітаційні та вібраційні формувачі [2, 4, 5, 6].

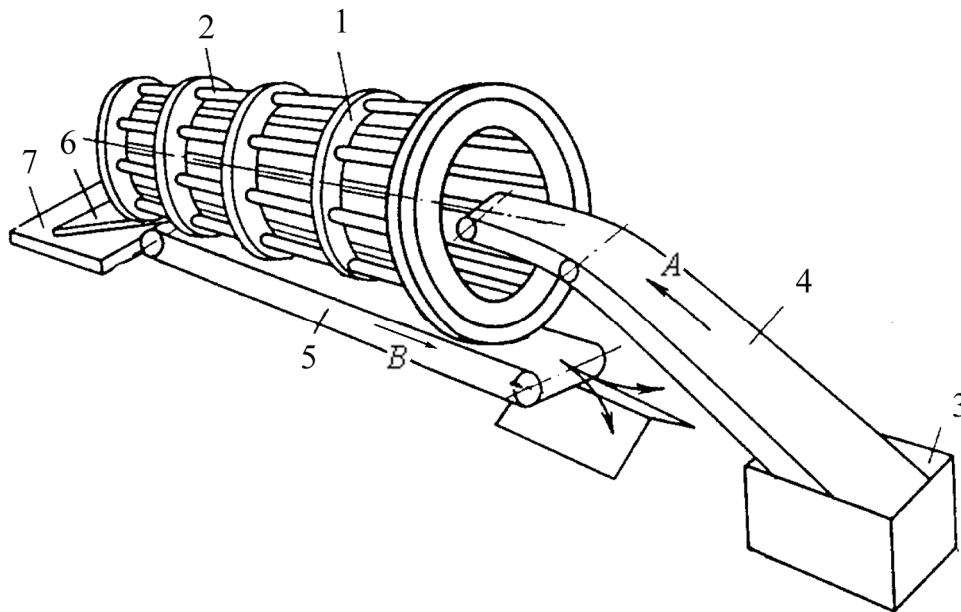
Вібраційний формувач виконується у вигляді декількох нахилених та з’єднаних послідовно лотків (каскадів), що здійснюють направлені коливання [2]. Принцип дії формувача такого типу оснований на тому, що коефіцієнт тертя нижніх листів до стрічки більший, ніж верхніх листів до нижніх, тому нижні листи рухаються швидше ніж верхні. Внаслідок цього формується потік листів придатний для аналізу, в якому листи рухаються одним, двома та максимум трьома шарами. Застосування декількох вібралотків-транспортерів, з’єднаних послідовно за допомогою спеціальних гравітаційних спусків, поліпшує процес сепарації листів. Залишки листів, що надходять з першого лотка на другий зсипаються на транспортер для повернення їх в перший лоток. Третій лоток працює в індивідуальному режимі та завершує процес розшарування листів.

Гравітаційний формувач виконується у виді барабана з аналізаторами товщини, у якості яких застосовуються *калібровані щілини* між його гранями. При обертанні барабана крізь калібровані щілини просковзують листи допустимої товщини та формуються в потік стрічковим транспортером. Товсті листи та листи з великою довжиною їхньої діагоналі рухаються на вихід нахиленого відносно горизонтальної осі барабана та накопичуються на столі для ручного оброблення.

Кінематична схема гравітаційного барабанного формувача АМРЛ фірми “NEC” (Японія) наведена на рис. 2.2,а [12].

Формувач, виконаний у виді восьмигранного барабана 1 довжиною 1,5 або 2 м, діаметром 1,2 м, який обертається зі швидкістю 8 об/хв. за допомогою приводу від електродвигуна. Вісь барабана нахилена і має нахил відносно горизонтальної осі $\alpha = 6^\circ$.

Грані 2 барабана закріплені на шарнірах, а їхні краї перекривають один одного з каліброваними щілинами по всій довжині барабана. Ширина *зазора* щілини визначається допустимою товщиною листа, а його довжина максимальною діагоналлю листа. Грані збалансовані за допомогою противаг, що забезпечує зміну величини зазору від 10 до 21 мм при переміщенні грані знизу до верху.



a)

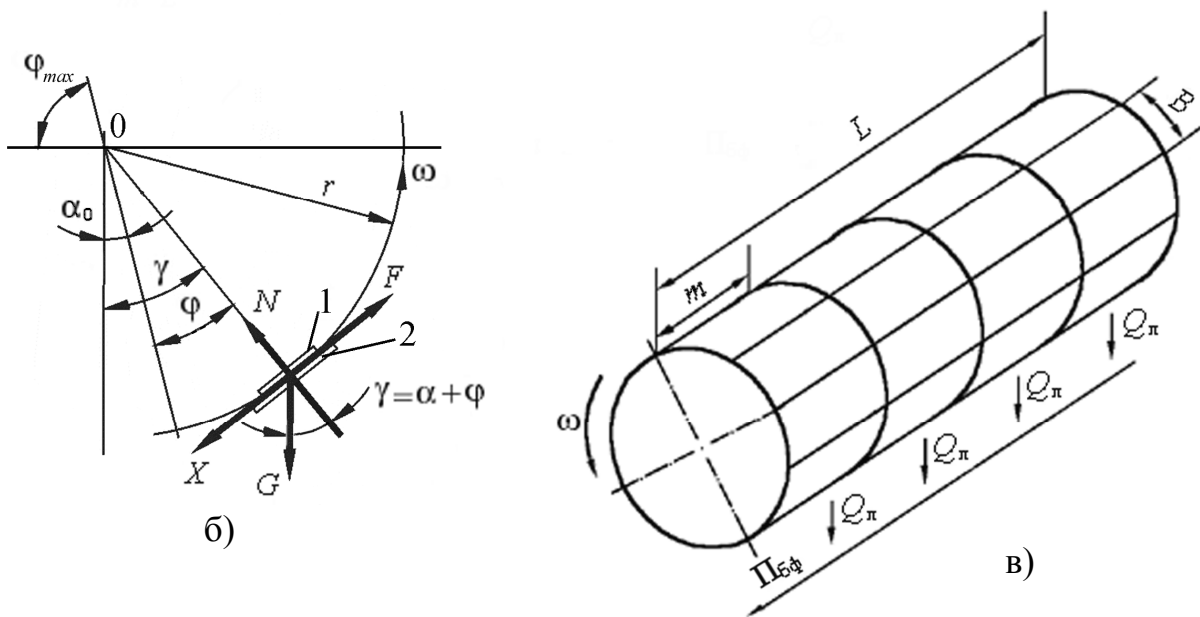


Рис. 2.2

Кореспонденція завантажується у бункер 3, з якого по стрічковому конвейєру 4, транспортується в напрямку A до барабана. При обертанні барабана листи товщиною до 10 мм просковзують крізь щілини між гранями, спускаються на збиральний стрічковий транспортер 5 і далі, рухаючись по останньому в напрямку B , формуються в потік їх послідовного надходження до пристроїв аналізу АМРЛ. Під дією центробіжних сил товсті листи накопичуються у нижній частині барабана та за рахунок його нахилу надходять через нижній отвір та гравітаційний спуск 6 до столу 7 для ручного оброблення.

Моделювання та розрахунок продуктивності барабанного формувача потоку листів. Для спрощення викладок при моделюванні та розрахунках технічних характеристик і конструктивних параметрів барабанного формувача приймають, що кутова швидкість обертання барабана є постійною, ширина його граней співрозмірна з довжиною найбільш поширеної кореспонденції (180...200 мм), а маса листа, який знаходиться на грані барабана (рис. 2.2,б) – діаграма сил, що діють на лист; в) – схема формування потоку листів), зосереджена в точці [5, 6].

Найбільший шлях, який необхідно пройти листу, щоб вийти з барабана, дорівнює ширині його грані B .

У процесі обертання барабана відносно центра O на лист, який знаходиться в ньому (на його грані), діють наступні сили (рис. 2.2, б): $G = mg$ – сила тяжіння, що діє на лист; m – маса листа; g – прискорення вільного падіння; F – сила тертя листа до пластини; N – сила нормального тиску зі сторони пластини; ω – кутова швидкість обертання барабана; r – радіус барабана.

Рівняння руху листа по пластині має вид [6]

$$mx = mg \sin(\alpha_0 + \varphi) - F, \quad (2.1)$$

де $F = fN$, f – коефіцієнт тертя паперу до матеріалу пластини.

Сила нормального тиску визначається із рівняння в проекціях на нормаль до пластини

$$N = mg \cos(\alpha_0 + \varphi) + m \omega^2 r. \quad (2.2)$$

З урахуванням (2.2), рівняння руху листа по пластині має вид

$$x = g \sin(\alpha_0 + \varphi) - f[g \cos(\alpha_0 + \varphi) + \omega^2 r]. \quad (2.3)$$

На початку ковзання, коли $\varphi = 0$, прискорення листа дорівнює нулю, тобто $g \sin \alpha_0 - f(g \cos \alpha_0 + \omega^2 r) = 0$.

Тому що $f = \tan \rho$ (ρ – кут тертя) є справедливим [6]:

$$g \sin \alpha_0 - \sin \rho \cos \alpha_0 / \cos \rho - (\sin \rho / \cos \rho) \omega^2 r = 0; \quad \cos \rho \sin \alpha_0 - \sin \rho \cos \alpha_0 = \sin \rho \omega^2 r / g; \quad \sin(\alpha_0 - \rho) = \sin \rho \omega^2 r / g.$$

Звідки:

$$\alpha_0 = \rho + \arcsin((\omega^2 r / g) \sin \rho). \quad (2.4)$$

Формула (2.4) визначає мінімальний (початковий) кут α_0 , за якого розпочинається рух листа по пластині, а також, що α_0 є декілька більшим за кут тертя ρ , за якого починається ковзання листа по нерухомій нахиленій пластині. Отже, при проектуванні барабанного формувача, кутову швидкість обертання барабана слід вибирати якомога меншою, тому що у зворотному випадку кут робочої зони буде скорочуватись (у граничному випадку – скорочуватись до нуля) і листи не будуть встигати просковзувати крізь щілини.

Рівняння руху листа (2.3) шляхом поділу змінних, подається у вигляді наступних складових [6]:

$$\begin{aligned} dv &= [g \sin(\alpha_0 + \omega t) - fg \cos(\alpha_0 + \omega t) - f\omega^2 r] dt; \\ v &= -(g/\omega) \cos(\alpha_0 + \omega t) - f(g/\omega) \sin(\alpha_0 + \omega t) - f\omega^2 rt + C; \\ s &= -(g/\omega) \sin(\alpha_0 + \omega t) + f(g/\omega^2) \cos(\alpha_0 + \omega t) - f\omega^2 r(t^2/2) + C_1 t + C_2. \end{aligned}$$

При $t = 0$, $s = 0$, $v = 0$:

$$\begin{aligned} C_1 &= (g/\omega) (\cos \alpha_0 + f \sin \alpha_0); \\ C_2 &= (g/\omega^2) (\sin \alpha_0 - f \cos \alpha_0); \\ v &= (g/\omega) [\cos \alpha_0 - \cos(\alpha_0 + \omega t)] + (fg/\omega) [\sin \alpha_0 - \sin(\alpha_0 + \omega t)] - f\omega^2 rt; \\ s &= (g/\omega^2) [\sin \alpha_0 - \sin(\alpha_0 + \omega t)] + (fg/\omega^2) [\cos(\alpha_0 + \omega t) - \cos \alpha_0] - \\ &\quad - f\omega^2 r(t^2/2) + [(g/\omega) \cos \alpha_0 + f(g/\omega) \sin \alpha_0] t. \end{aligned}$$

Лист, який розпочав рух по грані барабана, повинен вийти із нього в межах кута $\varphi = 90^\circ - \alpha_0$. Отже, час руху листа буде складати $t = \varphi/\omega = (\pi/2 - \alpha_0)/\omega$. Тоді вираз для визначення повного шляху s_{π} , пройденого листом по грані барабана, має вид [5]:

$$\begin{aligned} S_{\pi} &= (g/\omega^2) (\sin \alpha_0 - \sin 90^\circ) + (fg/\omega^2) (\cos 90^\circ - \cos \alpha_0) - (f\omega^2 r/2) \times \\ &\quad \times [(0,5\pi - \alpha_0)/\omega]^2 + (g \cos \alpha_0 / \omega + fg \alpha_0 / \omega) (0,5\pi - \alpha_0)/\omega \end{aligned} \quad (2.5)$$

або

$$s_{\pi} = g \omega^{-2} (B \cos C + \sin f r B^2),$$

де $C = \rho + \arcsin A$; $B = 0,5\pi - \rho - \arcsin A$.

З урахуванням (2.4) вираз для визначення шляху руху листа по грані барабана має вид [5]:

$$\begin{aligned} S_{\pi} &= g \{ [(0,5\pi - \rho - \arcsin A) \cos(\rho + \arcsin A) + \sin(\rho + \arcsin A) + 1] + \\ &\quad + f [(0,5\pi - \rho - \arcsin A) \sin(\rho + \arcsin A) - \\ &\quad \cos(\rho + \arcsin A)] \} / \omega^2 - fr [0,5\pi - \rho - \arcsin A]^2 / 2, \end{aligned} \quad (2.6)$$

де $A = \omega^2 r / g \sin \rho$.

Трансцендентне рівняння (2.6) дозволяє визначити значення кутової швидкості, за яким лист входить з барабана в межах *активної зони* кута $\gamma = 90^\circ - \alpha_0$. Прийнятне для практичних задач приблизне розв'язання знаходять шляхом прийняття умови $\alpha_0 \approx \rho$, з урахуванням якої рівняння (2.6) записується у вигляді [5]

$$S_{\pi} = g \omega^{-2} (E \cos \rho + \sin \rho - 1) + fg \omega^{-2} (E \sin \rho - \cos \rho) - 0,5 fr E^2, \quad (2.7)$$

де $E = 0,5\pi - \rho$.

Вираз для визначення кутової швидкості барабана виводиться шляхом розв'язання (2.7) відносно ω у вигляді

$$\omega = \sqrt{g [E \cos \rho + \sin \rho - 1 + fg_{\text{щ}}^{-2} (E \sin \rho - \cos \rho)] / (D + 0,5 fr E^2)}. \quad (2.8)$$

Для практичних розрахунків слід враховувати коефіцієнт запасу $K = 0,7$, який гарантує вихід листа з барабана в межах робочої ланки. Тоді за умовою $\gamma = KE$ вираз (2.8) для визначення розрахункової кутової швидкості барабана має вигляд

$$\omega_{\text{роз}} = \sqrt{g [\gamma \cos \rho + \sin \rho - 1 + fg_{\text{щ}}^{-2} (\gamma \sin \rho - \cos \rho)] / (D + 0,5 fr \gamma^2)}. \quad (2.9)$$

При розрахунках продуктивності барабанного формувача $\Pi_{\text{бф}}$ приймаються наступні поняття та визначення [5, 6].

Розрахунок продуктивності барабанного формувача виконується шляхом визначення часу циклу $T_{\text{зщ}}$ зміни щілин у робочій зоні та продуктивності елементарної вихідної ланки барабана $Q_{\text{л}}$.

Ширина елементарної ланки барабана (рис. 2.2, в) розмірна з середніми розмірами діагоналі D поштового відправлення, тому кількість таких ланок складає $m = L/D$, де L – довжина робочої частини барабана (щілини).

Якщо ширина грані сумірна з середніми розмірами листа, то час циклу $T_{\text{зщ}}$ з достатньою для практичних розрахунків точністю визначається за формулою

$$T_{\text{зщ}} \approx \Delta\gamma \omega^{-1} \approx B / \omega r, \quad (2.10)$$

а продуктивність елементарної ланки барабана за формулою

$$Q_{\text{л}} = n / T_{\text{зщ}} = n \omega r / B, \quad (2.11)$$

де n – кількість листів, які випадають з елементарної ланки (щілини) за час її переміщення на кут $\Delta\gamma = B/r$.

Продуктивність барабанного формувача визначається за формулою

$$\Pi_{\text{бф}} = \eta z m Q_{\text{л}}, \quad (2.12)$$

де η – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу листів по грані барабана, тобто різну продуктивність ланок; z – коефіцієнт, що враховує втрати продуктивності в моменти завантаження, а також нерівномірність подавання листів конвейєром їх завантаження в барабан; m – кількість елементарних ланок з продуктивністю $Q_{\text{л}}$ кожна.

Приклад 2.1. Розрахувати кутову швидкість обертання барабана гравітаційного формувача за наступними вихідними даними: $f = 0,1$; $\rho = 0,1$ або 6° ; $s_{\text{л}} = 0,2$ м; $r = 0,5$; $K = 0,7$.

Попередні обчислення: $0,5\pi - \rho = 1,466$; $\cos 6^\circ = 0,994$; $\sin 6^\circ = 0,104$.

$$\omega_{\text{роз}} = \sqrt{\frac{[10(0,7 \cdot 1,446 \cdot 0,994 + 0,104 - 1) + 0,1(0,7 \cdot 1,446 \cdot 0,104 - 0,994)]}{0,2 + 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 0,7^2 \cdot 2,149}} = 1,18(1/\text{с}).$$

Приклад 2.2. Розрахувати продуктивність барабанного формувача за наступними вихідними даними: $B = 0,2$ м; $L = 1,6$ м; $n = 1$ шт; $\omega = 1$ (1/с); $\eta = 0,6$; $z = 0,8$; $r = 0,5$ м.

1. Час циклу зміни щілин

$$T_{\text{зщ}} = 0,2/1 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ с.}$$

2. Продуктивність елементарної ланки

$$Q_{\text{л}} = 1/0,4 = 2,5 \text{ листів/с.}$$

3. Продуктивність барабанного формувача

$$P_{\text{бф}} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 80 \cdot 2,5 = 9,6 \text{ лист/с (34560 (лист/год).}$$

Вакуумний формувач виконується на основі транспортера з несучою перфорованою стрічкою, що рухається по робочій площині вакуумної камери. Він є найбільш технологічним та досконалим пристроєм формування потоку в АМРЛ. На рис. 2.3 наведена узагальнена *кінематична схема вакуумного формувача*, який застосовується в АМРЛ фірми “Toshiba” та вітчизняній МРП-2 [2, 4, 5, 6].

Транспортер має три ланки, орієнтовані під різними кутами – нижню, середню та верхню, які разом умовно нагадують літеру “Z”. Відносно горизонтальної осі середня ланка має кут нахилу $\alpha = 80^\circ$, а нижня та верхня – кут нахилу $\beta = 10^\circ$. Несуча стрічка 1 виготовлена із щільної тканини та покрита гумою з зовнішньої (робочої) сторони, що контактує з листами. З боків стрічка закріплюється до ланцюгів конвеєра та рухається разом з ними по його траєкторії, що утворюється натяжними та привідними зірками 2 (дві привідні зірки).

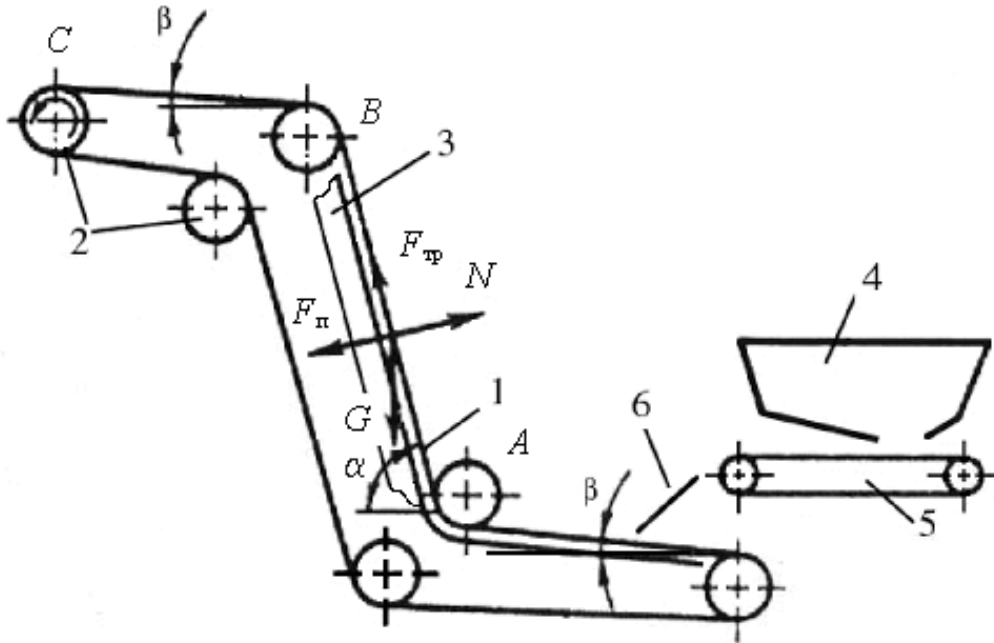


Рис. 2.3

На ланках контуру AB , BC перфорована стрічка транспортера рухається у напрямі від точки A до точки B по робочій поверхні вакуумної камери 3. Вакуумна камера з'єднується через штуцер та патрубок з вакуумною установкою, виконаною на основі потужного центробіжного вентилятора. Камера зі сторони стрічки відкрита для повітря, завдяки чому вакуум діє в зоні отворів-засмоктувачів стрічки.

Нижня ланка транспортера виконує роль пристрою уведення. Над нею змонтований бункер 4 для завантаження листів, з якого вони через конвейєр живлення 5 та гравітаційний спуск 6 потрапляють на нижню ланку транспортера формувача.

При увімкненні приводу АМРЛ конвейєр живлення та транспортер формувача починають рухатись, а в середині вакуумної камери, за допомогою вентилятора, утворюється низький тиск. Листи завантажуються в бункер та подаються конвейєром живлення до нижньої ланки транспортера формувача. За рахунок різниці тиску в камері та атмосферного тиску на листи, які безпосередньо знаходяться на стрічці транспортера, діє притискне зусилля, внаслідок чого вони рухаються в напрямку середньої ланки. *Умови формування потоку листів* виконуються за рахунок того, що кут нахилу стрічки значно перевищує *кут тертя* паперу до паперу. Листи, що не контактують зі стрічкою, зрушуються під дією сили тяжіння на нижню ланку. Таким чином, на виході формувача формується потік в один-три шари листів, який надходить до аналізуючого пристрою.

На листи, що контактують зі стрічкою, на середній ланці діє сила тяжіння G , протилежні сили нормального N та атмосферного тиску F_n , а також сила тертя листа до стрічки F_T .

Умова транспортування листа по середній ланці має вигляд [2]:

$$F_T = fN = f(G \cos \alpha + nS\Delta p) > G \sin \alpha, \quad (2.13)$$

де f – коефіцієнт тертя-ковзання паперу до стрічки; n – площа отворів-засмоктувачів у стрічці; S – площа листа; Δp – глибина вакууму в камері; $nS\Delta p = F_n$ – сила атмосферного тиску.

Для однозначної характеристики умов руху листів по середній ланці необхідно перетворити (2.13) так, щоб параметри, які залежать від зовнішніх умов відносно АМРЛ, та параметри формувача знаходились по різні сторони нерівності. Перетворений за таких умов вираз (2.13) має вигляд:

$$G/S < fn\Delta p / (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (2.14)$$

Ліва частина (2.14) характеризується параметрами листа – сили тяжіння G та його площини S , що контактує зі стрічкою.

Відношення $Q = G/S$ визначає тиск, який лист чинить на горизонтальну поверхню.

Права частина (2.14) характеризується відповідними конструктивними параметрами формувача.

Визначення величини Q для будь-якого листа та порівняння її за умовою (2.14) для конструктивних параметрів формувача (значення правої частини (2.14)) дозволяє однозначно визначити, буде лист транспортуватись по середній ланці формувача чи залишиться на нижній ланці. Останній випадок використовується для відокремлення важких листів, сила тяжіння яких не задовольняє нерівності (2.14).

Основними параметрами, що визначаються в процесі розрахунку вакуумного формувача є його продуктивність $\Pi_{\text{вф}}$, швидкість стрічки транспортера v , необхідний тиск розрідження у вакуумній камері P_p та необхідна швидкодія вакуумної установки S_n [2, 5].

Продуктивність вакуумного формувача визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{вф}} = 3600qBv \text{ лист/год.}, \quad (2.15)$$

де q – кількість листів, що вміщуються на одному м^2 площі стрічки формувача, лист/ м^2 ; B – ширина стрічки (0,6...1 м); v – швидкість руху стрічки, м/с.

Значення q визначається за формулою

$$q = K_1(n/S), \quad (2.16)$$

де $K_1 \approx 6$ – коефіцієнт використання площі стрічки; $n = 2 \dots 3$ – середня кількість шарів листів на стрічці; S – середня площа одного листа, м^2 .

При заданій величині продуктивності $\Pi_{\text{вф}}$, визначеному значенні q та ширині стрічки B її швидкість v визначається за формулою

$$v = \Pi_{\text{вф}} / (3600 qB), \text{ м/с.} \quad (2.17)$$

Необхідний тиск розрідження в камері формувача визначається за умови (2.14) для критичного випадку рівності правої та лівої частин з урахуванням коефіцієнта запасу $K_2 = 1,2 \dots 1,5$, за формулою

$$K_2 G/S = fn \Delta p / (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (2.18)$$

З урахуванням того що $\Delta p = P_a - P_p$, (P_a, P_p – відповідно тиск атмосфери та тиск у камері) рішення (2.18) відносно P_p має вигляд

$$P_p = P_a - K_2 G (\sin \alpha - f \cos \alpha) / S \cdot fn. \quad (2.19)$$

Швидкодія вакуумної камери визначається аналогічно розрахунку вакуумного сепаратора за формулою [2]

$$S_n = (V/t) \ln (P_a/P_p) + S_{\text{отв}}, \quad (2.20)$$

де V – об'єм камери формувача; t – час відкачування вакуумної камери від тиску P_a до тиску P_p , який визначається за формулою (2.18) і вибирається у межах $3 \dots 6$ с; A – площа отворів на ділянці стрічки, яка покриває робочу зону вакуумної камери, $S_{\text{отв}} \approx 200 A$.

В розрахунках продуктивності формувача необхідно передбачити, що нестандартні листи у процесі аналізу відділяються від загального потоку. Тому, якщо задана вихідна продуктивність АМРЛ (число листів з нормованими параметрами габаритів, маси та жорсткості за годину, яке має бути передано для наступного оброблення) та відомий статистичний коефіцієнт K_n нестандартних листів у потоці, то необхідна продуктивність $\Pi_{\text{вф}}$ формувача визначається за формулою

$$\Pi_{\text{вф}} = \Pi_{\text{МРЛ}} K_n, \quad (2.21)$$

де $\Pi_{\text{МРЛ}}$ – продуктивність АМРЛ; $K_n > 1$ – відношення загального числа листів у статистичній вибірці до числа листів з допустимими параметрами, що передаються з АМРЛ для подальшого оброблення в АЛШМ та АЛСМ.

2.3.2 Пристрої аналізу товщини листів

Аналіз товщини листа може виконуватись у процесі його транспортування у положенні на площині або на ребрі. У першому випадку листи можуть подаватись до аналізатора потоком в 2 ... 3 шари, у другому – по одному, з певним інтервалом [2, 4, 5, 6]. Аналізатор товщини листів першого варіанта застосовується в АМРЛ фірм “Toshiba”, “Telefunken”, вітчизняній МРЛ-2 та інших.

На рис. 2.4 наведена узагальнена кінематична схема скребкового аналізатора товщини листів, який застосовується в АМРЛ фірми “Toshiba” та вітчизняній МРЛ-2 [2, 4, 6]. Основу даного скребкового аналізатора та розподілу листів за товщиною складають три стрічкових транспортери 1, 2, 3 зі змонтованими на них поперечними стрічковими скребковими транспортерами 4, 5, 6 та збірні стрічкові транспортери 7, 8.

Скребки прикріплюються до тягового органу поперечного транспортера на відстані 50 мм один від одного, а їхні нижні кінці мають зазор зі стрічкою повздовжнього транспортера, величина якого визначається максимально допустимою товщиною листа.

Повздовжні осі транспортерів 1, 3 співпадають та зміщені відносно повздовжньої осі транспортера 2 на деяку відстань у напрямі *D*. Напрямок руху *D* скребкового транспортера 5 є протилежним напрямку руху *B* скребкових транспортерів 4, 6.

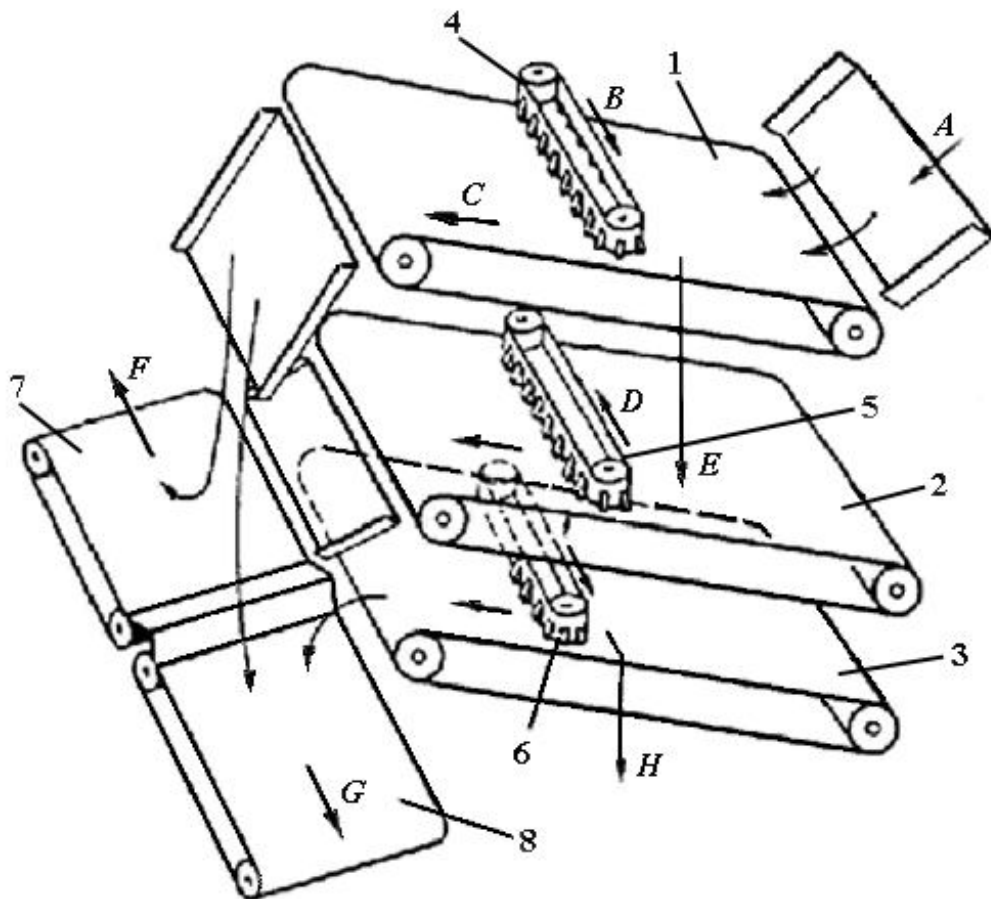


Рис. 2.4

Кореспонденція надходить із вакуумного формувача у напрямі *A* та рухається по стрічці транспортера 1 до скребкового транспортера 4. Під дією скребків транспортера 4 листи з верхніх шарів, а також товсті листи нижнього шару зміщуються у напрямі *B* на край стрічки транспортера 1 та під дією сили тяжіння потрапляють на стрічку транспортера 2 (напрямок *E*). Листи нижнього

шару з допустимою товщиною проходять у зазор між скребками і стрічкою та потрапляють на збірний конвейер 5 (напряма *C*). Листи, що надходять з транспортера 1 до транспортера 2, обробляються аналогічно, з тією різницею, що під дією скребкового транспортера 5 вони надходять на збірний транспортер або рухаються в напрямі *D* на край стрічки конвейера 2 та потрапляють на стрічку конвейера 3. Під дією скребкового транспортера 6 листи з допустимою товщиною потрапляють до збірного конвейера, а товсті листи рухаючись у напрямі *B* на край стрічки транспортера 3 та за її межі, надходять у накопичувач товстих листів (напряма *H*). Стандартні за товщиною листи надходять по транспортерах 7, 8 на подальше оброблення (напряма *F*, *G*).

Кінематична схема більш простого пристрою аналізу товщини листів[4], що рухаються у положенні на довгому ребрі, з відповідним інтервалом для можливості їх комутації (селекції) наведена на рис. 2.5.

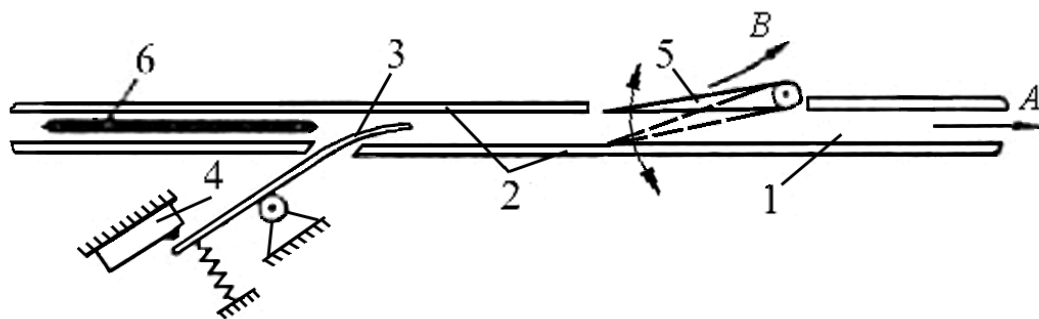


Рис. 2.5

Пристрій складається із конвейерного носія листів з вузькою стрічкою 1 та високих бортів 2, щупа 3 – один кінець якого сприймає тиск бокової поверхні листа, а другий – вмикає та вимикає мікроперемикач 4 для керування електромагнітом клапана 5.

Листи рухаються на довгому ребрі у напрямі *A*. Товсті листи натискають на щуп, він відхиляється та діє на електроперемикач, який у свою чергу, вмикає електромагніт приводу клапана 5, клапан повертається та направляє товсті листи у напрямі *B* до накопичувача товстих листів.

Слід зауважити, що застосування такого пристрою аналізу потребує формування потоку з інтервалом між листами, величина якого залежить від швидкості транспортування листів та швидкодії клапана. Формування такого потоку здійснюється спеціальним пристроєм – сепаратором, який є необхідним функціональним вузлом АМРЛ, АЛШМ, та АЛСМ і розглядається нижче. Специфіка конструкції сепаратора потребує попереднього вилучення товстих листів. Тому в АМРЛ пристрій аналізу товщини листів устанавлюється перед сепаратором (див. рис. 2.1).

2.3.3 Пристрої аналізу висоти листів

Аналізатори висоти листів можуть виконуватись на основі тільки механічних пристроїв або з застосуванням фотоелектричних пристроїв [2, 4, 6].

Кінематична схема механічного аналізатора висоти листів наведена на рис. 2.6. Як виконуючий механізм вилучення високих листів 1 застосовується конвейер з парними роликками (стрічками) 2, який встановлюється над трасою транспортування листів конвейером 3. Осі роликків мають кут нахилу до осі транспортування листів $\alpha < 90^\circ$.

Поверхні парних роликків контактують по прямій $a-a$, що лежить у площині листа. Нижня точка c лінії контакту пари роликків знаходиться на висоті h , над площиною транспортування листів. Висота h монтажу роликків встановлюється згідно з максимальним значенням висоти листа, який може бути за цим значенням віднесений до стандартної кореспонденції.

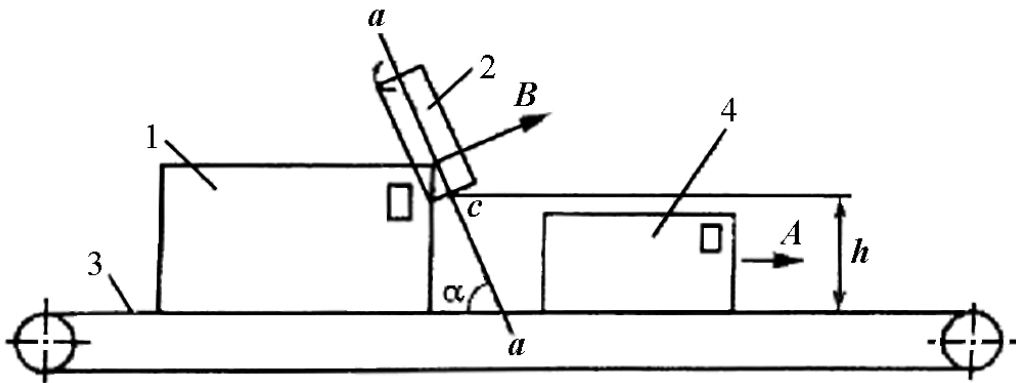


Рис. 2.6

Листи рухаються в транспортері 3 на довгому ребрі по напрямівних, що закріплені по обидва боки траси. При перетинанні прямої $a-a$, лист 4 з допустимим значенням висоти продовжує рух у напрямі A тому, що не попадає у зону дії несучої поверхні роликків 2. Лист 1, висота якого перевершує допустиме значення h , транспортується парними роликками в напрямі B до накопичувача високих листів.

Принцип дії фотоелектричного аналізатора висоти листів, виконаного на основі взаємодії фотоелектричного пристрою з електромеханічними виконуючими механізмами транспортування та комутації потоку листів, пояснюється схемою рис. 2.7.

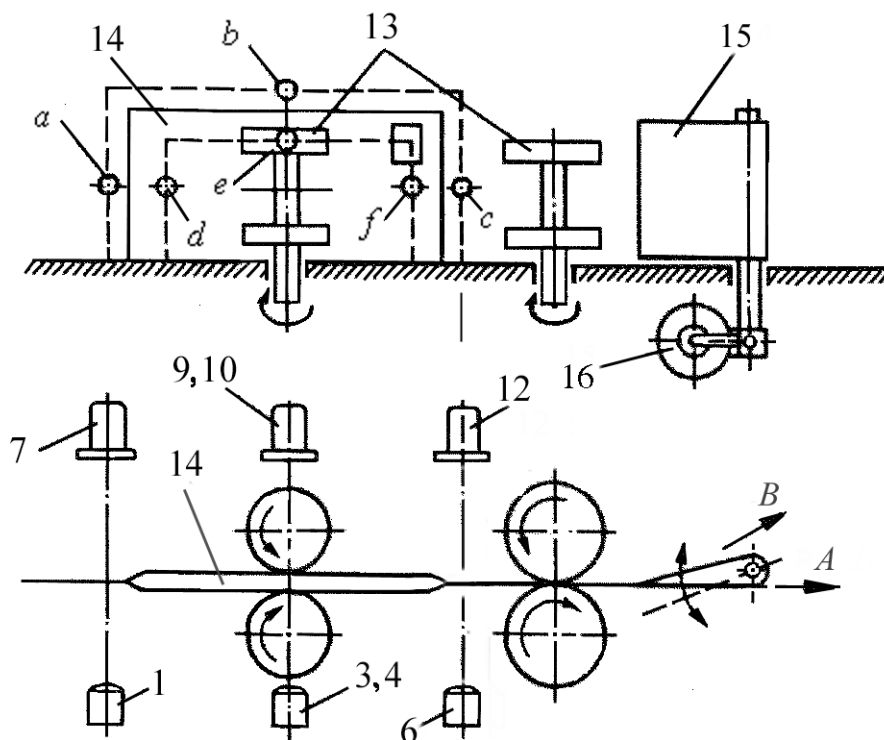


Рис. 2.7

Аналізатор, виконаний на основі дії шести фотобар'єрів *a, b, c, d, e, f*, встановлених на шляху транспортування листів роликми 13. Фотобар'єр складається з елементів випромінювання 1 ... 6 (світлодіодів) та елементів фотоелектричного перетворення 7 ... 12 (фотодіодів). Фотобар'єри розміщені по рівнях контурів (пунктирна лінія) листів максимального та мінімального допустимих (стандартних) розмірів.

Листи рухаються на довгому ребрі з інтервалом, який забезпечує їх комутацію, та перетинають відповідно до своїх розмірів ті чи інші фотобар'єри. В результаті аналізу комбінації сигналів, що надходить від фотобар'єрів, у пристрої керування приймається рішення про те, що розміри листа 14 знаходяться у межах контурів (у межах допустимих) або за ними. У першому випадку клапан 15 залишається у вихідному положенні, не змінюючи напрямку руху листа *A*, у другому – клапан повертається за допомогою електромагніта 16, направляючи лист недопустимих розмірів у напрямі *B*, до накопичувача довгих і високих листів.

2.3.4 Пристрої аналізу жорсткості листів

У процесі машинного оброблення листи підлягають різного роду деформаціям, наприклад, вигинанню. Листи з жорсткими вкладеннями (картки, документи, значки, монети тощо) при значному вигоні розриваються, призводять до виникнення помилок у пристроях контролю і заторів при різкій зміні траєкторії їх руху в транспортно-розподільній системі.

Для вилучення жорстких листів з кореспонденції допустимих габаритів застосовують вакуумні аналізатори [3, 4, 6]. Принцип дії *вакуумного аналізатора жорсткості листів* пояснюється схемою рис. 2.8.

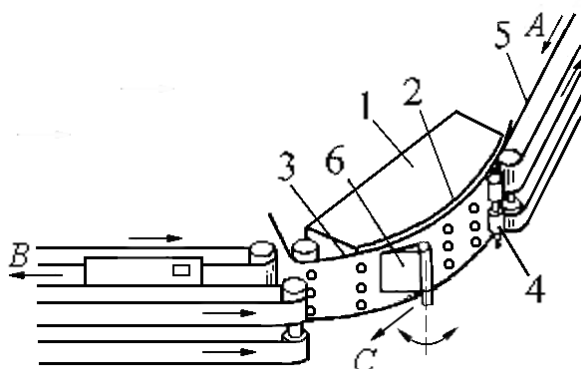


Рис. 2.8

Основу його конструкції складає вакуумна камера 1, робоча поверхня якої має вид випуклозігнутої дуги (кут розкриття 150°), по якій рухається безкінечна стрічка 3. Робоча поверхня вакуумної камери має щілини, що надають вакуум до перфорованої стрічки у процесі її руху. Площина вакуумної камери, перфорована стрічка та сепарувальний ролик 4 утворюють комбінований сепаратор, який у випадку надходження декількох листів відділяє їх один від одного та по черзі подає до зігнутої ланки вакуумної камери. Ролик сепаратора обертається назустріч руху листів за допомогою електродвигуна через редуктор. Листи по транспортеру 5 надходять до аналізатора в напрямі А.

Після сепарації листи нормальної жорсткості транспортуються перфорованою стрічкою по зігнутій робочій поверхні вакуумної камери, повторюючи її профіль та надходять у пристрій їх транспортування в напрямку В, до буферного накопичувача узгодження АМРЛ та АЛШМ. Жорсткі листи долають притискне зусилля вакуумної камери, протидію *підпружиненого клапана* 6 та рухаються у напрямку С до накопичувача жорстких листів (напрямок С практично співпадає з напрямом А).

Для контролю локальних (часткових) потовщень листів при пересиланні в них різного роду дрібних предметів застосовуються спеціальні *аналізатори локальних потовщень (локальної жорсткості)*. Кінематична схема такого аналізатора наведена на рис. 2.9.

Аналізатор складається з вертикально розміщеного у площині руху листа 1 на довгому ребрі ряду роликів 2, які закріплені на кінцях коромисел (важелів) 3 та можуть відхилитись під дією бокової поверхні листа. На другому плечі верхнього та нижнього коромисел закріплені співосно (по лінії *a – a*) світлодіод та фотодіод. У другому плечі середнього коромисла є отвір співосний зі співпадаючими оптичними осями світлодіода 4 та фотодіода 5.

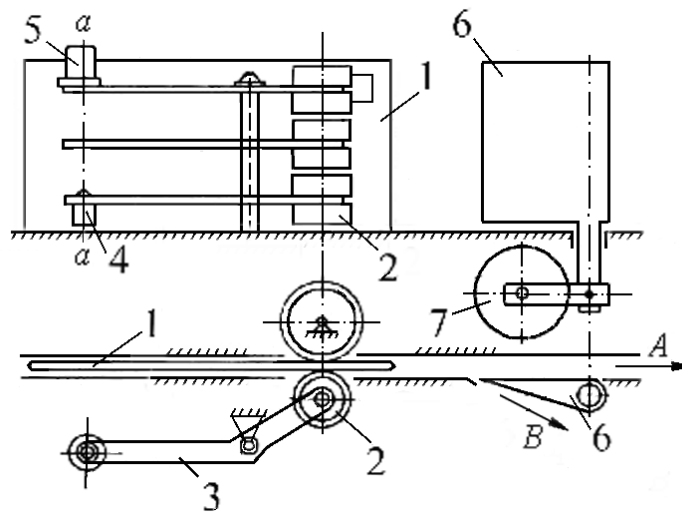


Рис. 2.9

Коли повз ролики проходить лист з однаковою товщиною по всій площі бокової поверхні, то вони відхиляються під дією листа на однаковий кут, не порушуючи співосності розміщення світлодіода, отвору середнього коромисла та фотодіода і в такому разі лист рухається без зміни напрямку *A*. За наявності у листі локального потовщення один з роликів та його коромисло відхиляються на більший кут ніж інші, внаслідок чого співосність елементів фотоелектричної системи порушується, вона формує сигнал для вмикання електромагніту 7 клапана 6 і лист направляється у напрямі *B* до накопичувача жорстких листів.

На закінчення розгляду принципів дії та конструктивних схем функціональних елементів АМРЛ слід зробити декілька зауважень щодо вимог до їх технологічних характеристик, конструктивних і компоновальних рішень.

Послідовність компоновання аналізаторів та інших функціональних елементів АМРЛ може бути різною. При виборі послідовності операцій, типів функціональних вузлів, компоновання машини в цілому необхідно враховувати основні вимоги до АМРЛ, їх вузлів і механізмів [3, 4, 5, 6, 11]. До таких вимог у першу чергу слід віднести: забезпечення тривалої працездатності вузлів машини при заданій продуктивності; високу надійність, простоту конструкції, ремонтоздатність вузлів машини, міжопераційну гнучкість, за рахунок можливості застосування у її складі проміжних накопичувачів; автоматизацію контролю та діагностики.

2.4 Аналіз конструктивних схем та компоновальних рішень АМРЛ

Аналіз конструкцій функціональних вузлів АМРЛ доцільно проводити з урахуванням наведених вище вимог, у порядку взаємодії вузлів у ході виконання процесу розбирання кореспонденції – формувачі, аналізатори, накопичувачі. Вище були розглянуті найбільш поширені – вакуумний, скребковий та барабанний формувачі, які задовольняють вимогам працездатності. Проте на якість сформованого в них потоку листів діють зовнішні фактори – вологість і температура в приміщенні, а також параметри поштових відправлень (дестабілізуючі фактори) [6]. Це вимагає додаткових

витрат під час експлуатації на проведення робіт налагодження та регулювання машини, для її адаптації, при зміні стану зовнішнього середовища.

Вакуумний формувач менш чутливий до наведених вище дестабілізуючих факторів і більш компактний. Тому йому надано перевагу в машинах фірми “Toshiba” та у вітчизняній МРП-2 [5, 6]. Проте такий формувач потребує більш потужного приводу за наявності у ньому нагнітального пристрою, порівняно з вібраційним і барабанним формувачами. З точки зору якості роботи вібраційний та скребковий формувачі не забезпечують одношаровий рівномірний потік і поступаються в цій характеристиці і простоті експлуатації барабанному формувачу, який в свою чергу має недоліки – великі габарити, складну конструкцію та меншу надійність.

Для нормальної роботи аналізаторів установлюють додаткові пристрої сепарації, вимоги до яких значною мірою визначаються необхідною якістю роботи формувача. Аналіз конструкцій АМРЛ [5, 6] показує, що їх удосконалення проводиться шляхом застосування більш надійних деталей, більш раціонального компоновання функціональних вузлів і технології оброблення листів, автоматизації контролю та керування.

Наведені тенденції характеризуються застосуванням системного підходу до аналізу складних систем, за якого *автоматизована система* (машина) розглядається як сукупність автоматичних пристроїв, частину функцій керування в якій здійснює людина-оператор. Тому конструктори все більшу увагу приділяють більш раціональній взаємодії оператора з машиною (розподілу функцій керування) ніж пошуку більш досконалої конструкції [5, 6, 9].

Порівняльний аналіз конструктивних і компоувальних рішень поштооброблювальних машин (ПОМ) ефективно виконується за допомогою подання їх функціональних схем у вигляді графових і гіперграфових структур (у гіперграфі на відміну від графа кожне ребро інцидентне не двом, а довільній кількості вершин) [5, 6].

Використання графових структур дозволяє провести їх декомпозицію на окремі, частково пов’язані, підструктури (вузли ПОМ) та спростити аналіз структури в цілому за рахунок аналізу сукупності відносно незалежних і простих підструктур.

Для аналізу швидкодії окремих вузлів та продуктивності АМРЛ в цілому застосовують *графи*, вершини яких відповідають механізмам і пристроям, а дуги – операціям просторового переміщення поштових відправлень за час $\tau_i = 1, 2, \dots, n$ та виконання їх відповідного оброблення (дугами можуть позначатися також пристрої транспортування). На рис. 2.10, як приклад, наведено *граф аналізатора висоти листів*.

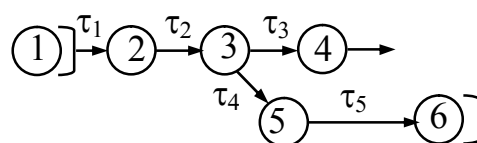


Рис. 2.10

Вершини графа позначають: 1 – конвейєр транспортування листів до зони дії аналізатора; 2 – пристрій аналізу висоти листів; 3 – пристрій комутації потоку листів; 4 – пристрій повороту листів з ребра на площину; 5 – пристрій транспортування високих листів до накопичувача 6.

Аналіз графів (рис. 2.11, 2.12), конструкцій формувачів, аналізаторів і накопичувачів розкриває основні тенденції розвитку АМРЛ, надає їх порівняльну характеристику щодо ефективності застосування в технологічних процесах оброблення письмової кореспонденції.

Удосконалення конструкції АМРЛ фірми "Toshiba" ілюструється *графами формувача потоку та аналізатора товщини листів* рис. 2.11, а – попередня конструкція: 1– бункер; 2 – конвейєр живлення; 3 – формувач потоку; 4, 5, 6 –ступені (каскади) аналізатора товщини листів; 7, 8, 9 – скребкові конвейєри; 10 – пристрій рзподілу потоку; 11, 12 – накопичувачі листів; 13, 14 –гравітаційні спуски; 15 – пристрій контролю товщини шару листів на виході формувача потоку; б) – наступна конструкція: 4, 5, – ступені аналізатора товщини листів; 6, 7, 8, 9 – скребкові конвейєри [5, 6].

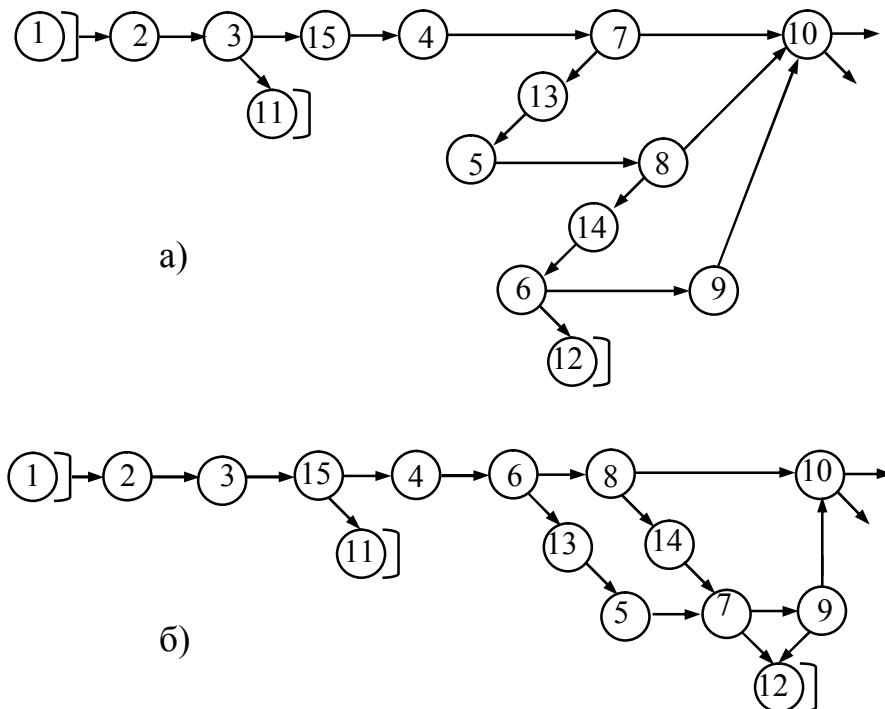


Рис. 2.11

З аналізу графів випливає, що в результаті модифікації число функціональних вузлів і механізмів формувача на вході машини залишилось таким самим а технологія розбирання листів суттєво змінилася. Замість трикаскадного аналізатора габаритів листів 4, 7, 5, 8, 6 та 9 застосовується двокаскадний аналізатор 4, 6, 8, 5, 7, 9. У першому варіанті використовувався вакуумний формувач, конструкція якого набагато складніша за конструкцію стрічкового конвейєра з накладками в другому варіанті. Таке спрощення конструкції вимагає втручання оператора (завантаження, вилучення поштових відправлень з низькою жорсткістю та ін.). Спрощуючи формувач, конструктори надали перевагу підвищенню ефективності взаємодії оператора з машиною

перед удосконаленням її конструкції. У такому варіанті оператор повинен брати на себе функції керування процесом формування потоку – слідкувати за його рівномірністю та своєчасно ліквідувати потовщення, що виникають.

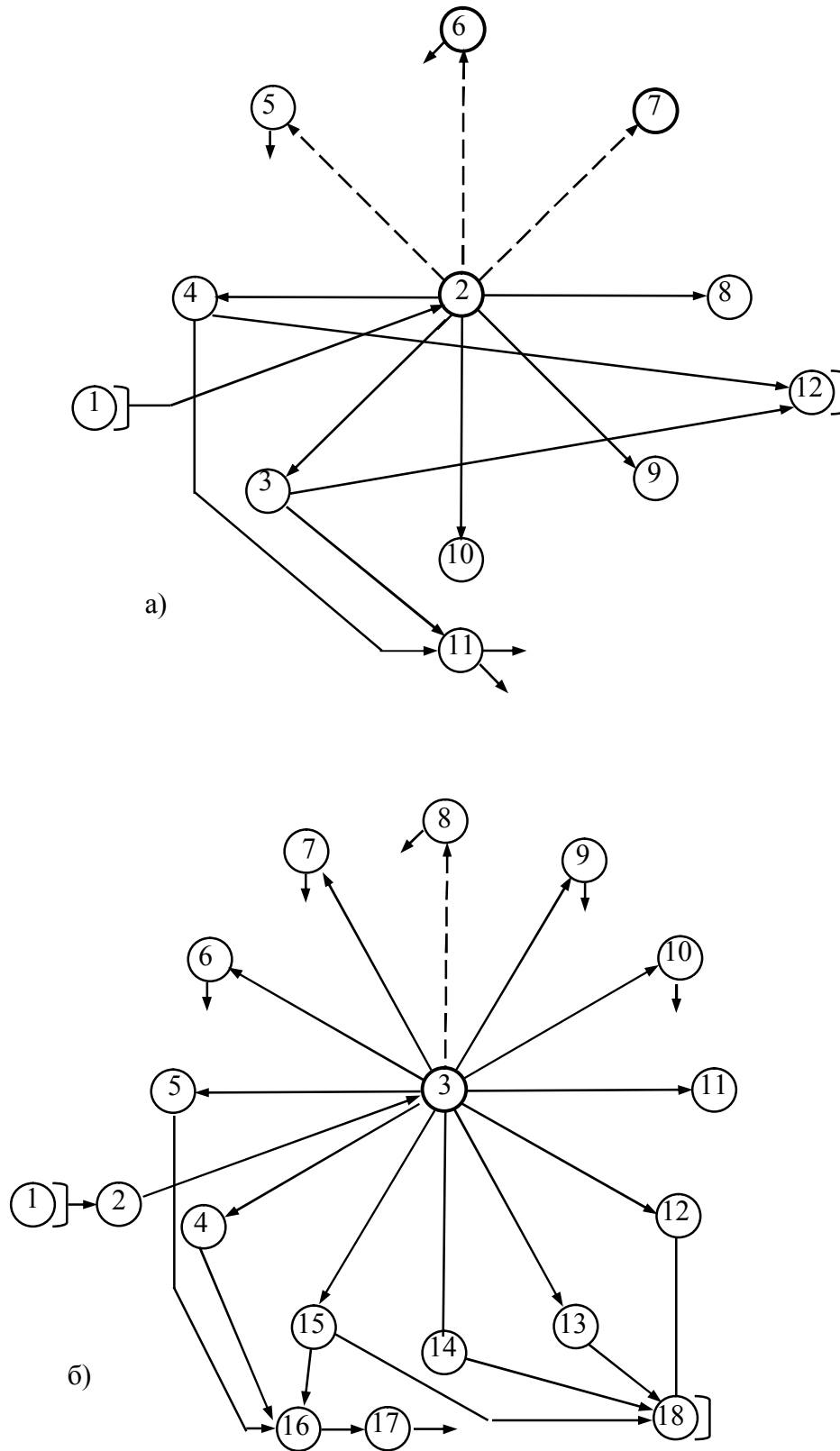


Рис. 2.12

Відмова від поділу потоку на виході аналізатора товщини листів на дві частини також є прогресивним конструктивним рішенням, тому що сучасні пристрої сепарування, транспортування та аналізу дозволяють досягати необхідної продуктивності шляхом оброблення одного потоку за рахунок їх раціонального компоновання.

Зміна компоновання формувача та аналізатора дозволила підвищити ефективність роботи ступенів аналізатора, скоротити їх число до двох. У першій моделі листи подаються у напрямі ортогональному руху скребкових конвейерів, а у другій, напрямі подачі листів і рух скребків співпадають. Ефективність такого компоновання полягає в тому, що в другій моделі при поперечній подачі листів, верхні шари листів менше деформуються при підході до скребків, блокуючи їх робочий зазор, крім того під дією руху скребків верхні листи зміщуються на вільні ланки повздовжнього конвейера та аналізуються без переходу до нижчого ступеня.

Порівняльний аналіз *графів гравітаційних формувачів* та аналізаторів товщини барабанного типу (рис. 2.12, а, б) свідчить, що їх удосконалення здійснюється у напрямі збільшення числа аналізаторів (граней барабана).

У конструкції формувача АМРЛ фірми “Elliot” (Англія) застосовується вісім граней (аналізаторів) – вершини графа 3...10 (рис. 2.12, а): 1 – бункер; 2 – барабан; 3...10 – калібровані щілини; 11 – пристрій транспортування листів на площині; 12 – накопичувач листів), з яких, при обертанні барабана тільки дві вершини 3 та 4 можуть знаходитись в активному стані, проходячи робочу зону в процесі свого обертання. У формувачі більш сучасної конструкції АМРЛ фірми “NEC” (рис. 2.12, б): 1 – стіл оператора; 2 – бункер; 3 – барабан; 4...15 – калібровані щілини; 16 – гравітаційний спуск; 17 – пристрій транспортування листів на ребрі; 12 – накопичувач листів) застосовується 12 граней, внаслідок чого число активних граней збільшилося з двох до трьох, скоротилась довжина барабана без зміни його діаметра, крім того вхідний потік не поділяється на виході барабана на два потоки. Таким чином, за рахунок ефективного компоновання конструкція стала більш компактною та технологічною [5, 6].

2.5 Функціональна структура, компоновальні рішення та технічні характеристики типових МРЛ

Автоматична АМРЛ “Marc-II” фірми “Eliot” Англія). Характерною особливістю АМРЛ “Marc-II” є розподіл листів за їх довжиною по трьох накопичувачах [2, 5, 6]. Основними функціональними пристроями та механізмами машини є наступні [5]: пристрій уведення (бункер); конвейер живлення; перший ступінь формувача (гравітаційний барабанний формувач); другий ступінь формувача; пристрій комутації потоку до двох паралельно працюючих та аналогічних за конструкцією ланок аналізаторів висоти листів; два пристрої повороту листів на довге ребро; два аналізатори висоти листів; два пристрої повороту листа з положення на ребрі в положення на площині; два пристрої вирівнювання; пристрій об’єднання потоків до загальної ланки аналізатора довжини листів; перший, другий та третій ступені аналізатора

довжини листів; накопичувач великогабаритних листів; накопичувач високих листів; накопичувач листів довжиною до 200 мм; накопичувач листів з довжиною понад 200 мм та менше 225 мм; накопичувач листів довжиною 225 мм та більше. Всі накопичувачі, крім накопичувача високих листів, мають один вхід.

У машині “Marc -II” застосовується барабанний формувач потоку листів, діаметр якого складає 1,2 м, а кут нахилу – 6. Довжина барабана в залежності від продуктивності (50 або 60 тис. лист/год.), може складати 3,06 або 4,06 м. Барабан рухомо закріплений на двох рядах підтримуючих роликів з приводом, які за рахунок сили тертя надають йому (барабану) обертального руху з кутовою швидкістю $\omega = 0,8$ (1/с).

Грані барабана закріплені на шарнірах, перекривають одна одну та збалансовані таким чином, що у нижній частині барабана зазор між ними складає 6 мм, а при переміщенні вгору збільшується до 25 мм. Шарнірна конструкція граней, крім підвищення продуктивності формувача, забезпечує звільнення листів у верхній частині барабана у випадках їх застрягання в щілинах.

АМРЛ фірми “Telefunken” (Німеччина). Особливістю даної АМРЛ є застосування комбінованого двоступеневого формувача потоку листів, виконаного на основі стрічкового конвейєра, верхня частина контуру якого здійснює коливання за допомогою кривошипного механізму. Для більшого ефекту розшаровування листів стрічка виготовлена з матеріалу, коефіцієнт тертя якого до паперу більший ніж взаємний коефіцієнт тертя паперу листів. У результаті нормованих за частотою та амплітудою направлених коливань листи нижнього шару рухаються до виходу формувача швидше ніж листи верхніх шарів, крім того, листи нижніх шарів періодично зсипаються вниз [6].

Кореспонденція завантажується в бункер (пристрій завантаження) з якого вона надходить на стрічку комбінованого формувача потоку листів (ФПЛ). При перетинанні кореспонденцією фотобар'єра вмикається привод формувача. Верхні шари кореспонденції, під дією вібрацій, починають рухатись до нижньої ланки стрічки більш інтенсивно ніж нижній. Для більш інтенсивного зсипання листів стрічка рухається по напрямівній площині, кут нахилу якої до лінії горизонту зростає. З виходу конвейєра першого ступеня нижні шари листів надходять до другого ступеня аналогічного за конструкцією першому, інтенсивність потоку, що надходить до другого ступеня, регулюється за допомогою фотоелектричного дозатора, який регулює продуктивність першого ступеня.

Після другого ступеня формувача потоку кореспонденція надходить по гравітаційному спуску до аналізатора товщини листів – селектора товстих листів (СТЛ), виконаного за двокаскадною схемою з використанням скребкових конвейєрів. СТЛ направляє товсті листи у накопичувач товстих листів. Усі інші листи проходять селектор малоформатних листів (СМЛ). СМЛ виконаний у вигляді каліброваних щілин на стикі конвейєрів СТЛ та пристрою транспортування до пристрою повороту листів на довге ребро ППІ. Поворот листів здійснюється за допомогою транспортера, стрічка якого повільно змінює

своє положення з горизонтального у вертикальне, рухаючись далі, з листами у положенні на довгому ребрі. Для зменшення кількості шарів листів, вони подаються у спеціальний транспортуючий пристрій – коректор потоку листів. Після корекції потік листів надходить до першого селектора високих листів, який направляє високі листи у накопичувач високих листів, а всі інші – по транспортуючому пристрою до селектора низьких листів (СНЛ). Після СНЛ низькі листи виділяються з потоку, а всі інші надходять до другого пристрою їх повороту в положення руху на площині (ПП2).

Після повороту в ПП2 листи накопичуються у проміжному накопичувачі-сепараторі, сепаруються та надходять до селектора жорстких листів. Після селекції жорстких листів кореспонденція проходить другий селектор високих листів, який виконує контрольний аналіз граничної висоти листів за допомогою фотоелектричного пристрою контролю висоти листів. У результаті контролю листи, висота яких перевищує граничні розміри, вилучаються у накопичувач високих листів, а на вихід АМРЛ (через конвейер узгодження) надходять листи допустимого формату та жорсткості для їх подальшого машинного оброблення. Продуктивність АМРЛ складає 28000 лист/год.

АМРЛ фірми “Toshiba” (Японія). Конструкція основних вузлів АМРЛ фірми “Toshiba” розглянута вище (вакуумний формувач, скребковий аналізатор товщини) вона забезпечує розбирання листів за габаритами та жорсткістю з продуктивністю 24000 лист/год. [2, 5, 6].

Кореспонденція завантажується в пристрій уведення та транспортується конвейером живлення до вакуумного формувача, на виході якого формується рівномірний потік, який надходить до трикаскадного скребкового аналізатора товщини, що виконує селекцію листів, з товщиною понад 6 мм (у накопичувач). З виходу аналізатора товщини, за допомогою двох збірних конвейерів, стрічки яких рухаються у протилежних напрямках, кореспонденція поділяється на два потоки. Оброблення цих потоків виконується двома аналогічними лініями зі ступенями селекції високих та жорстких листів. Кожний ступінь пристрою селекції (аналізу) включає вирівнювальний пристрій, рухаючись в якому листи орієнтуються у положення на довге ребро, після чого аналізуються по висоті, а також по жорсткості.

У пристроях аналізу жорсткості та тупикових каналах повороту листів застосовуються вакуумні камери з перфорованою стрічкою.

Після селекції високих і жорстких листів потоки об'єднуються. Об'єднання потоків здійснюється з перевагою для одного з ступенів. Після об'єднання потоків, листи надходять до буферного накопичувача. З буферного накопичувача листи надходять до пристрою повороту тупикового типу [2, 6], з сепаратором і далі – через третій пристрій контролю габаритів до аналізатора локальної жорсткості. Листи з жорсткими предметами направляються комутатором у накопичувач, а всі інші листи, через пристрої вирівнювання та узгодження – на вихід АМРЛ і далі – до АЛШМ.

У наступному варіанті АМРЛ фірми “Toshiba” замість вакуумного формувача застосовується стрічковий конвейер з накладками (планками), а також спрощений двокаскадний скребковий конвейер замість трикаскадного

[6]. При завантаженні кореспонденції в бункер пристрою завантаження, великогабаритна кореспонденція вилучається оператором. Із бункера кореспонденція транспортується стрічковим конвейером з накладками формувача потоку листів до скребкового аналізатора – селектора товстих листів СТЛ.

На стрічці конвейера-формувача, з перекриттям закріплені планки, які утримують листи при русі стрічки вгору. Привод стрічки здійснюється від індивідуального електродвигуна, через електромагнітну муфту та варіатор, з важелем регулювання швидкості. При захопленні товстого шару листів фотобар'єр, змонтований у верхній частині конвейера, формує сигнал вимикання електромагнітної муфти та вмикання гальма. Стрічка конвейера різко зупиняється, внаслідок чого частина листів, що знаходяться над планками, зсипається вниз, відкриваючи простір уздовж оптичної осі фотобар'єра. Сигнал фотобар'єра приймає вихідне значення, гальмо вимикається, а електромагнітна муфта вмикається та знову приводить в рух стрічку конвейера-формувача. В такому стартстопному режимі формується потік листів, що надходить до скребкового аналізатора товщини листів.

Конструкція скребкового аналізатора розглянута вище. В даній АМРЛ він забезпечує селекцію листів з товщиною понад 5 мм та складається з двох стрічкових конвейерів, на кожному з яких змонтовано по два поперечних скребкових транспортери.

Виділена в результаті аналізу кореспонденція (товста та з загнутими кінцями) надходить до накопичувача товстих листів, а вся інша – до першого селектора високих листів. Вилучення високих листів здійснюється за рахунок їх транспортування на ребрі (транспортером з вузькою стрічкою) відносно нахиленого дворемінного носія, нижня кромка входу якого установлена на висоті 240 мм над площиною транспортування, а вихід з'єднаний з входом накопичувача високих листів.

Кореспонденція, висота якої менша за 240 мм, надходить до роторного буферного накопичувача (БН1), що працює в стартстопному режимі, за сигналами датчиків контролю заповнення його робочого простору. З БН1 листи надходять через пристрій повороту на довге ребро до сепаратора.

Після сепарації листи надходять до другого селектора високих листів, в якому нахилений дворемінний носій встановлено на висоті 140 мм. Після другої селекції по висоті листи надходять до другого буферного накопичувача з сепаратором (БН2), в якому вони накопичуються до заповнення простору між перфорованою стрічкою вакуумної камери та обмежуючою пластиною. При заповненні накопичувача пластина діє на кінцевий вимикач і зупиняє попередні пристрої транспортування на час звільнення сепаратором робочого простору накопичувача.

З БН2 листи надходять до селектора жорстких листів. Листи, жорсткість яких перевищує установлені межі, відхиляють клапан, після чого він перетинаючи фотобар'єр, вмикає електромагнітний пристрій комутації і останній комує їх до накопичувача жорстких листів.

Листи з нормованою загальною жорсткістю надходять до аналізатора локальної жорсткості листів, виконаного у вигляді підпружиненого щитка, який при своєму відхиленні перетинає фотобар'єр. У процесі руху листи зі сталою та не сталою товщиною, відхиляють щиток відповідно один або декілька разів. Щиток, перетинаючи фотобар'єр, забезпечує формування відповідної кількості сигналів на його виході. У результаті аналізу кількості сигналів схема керування вмикає пристрій комутації і направляє листи з локальною жорсткістю до накопичувача жорстких листів, а інші листи, що відповідають усім вимогам проведеного в АМРЛ аналізу, до вихідного буферного накопичувача (БНЗ) для узгодження АМРЛ з АЛШМ.

В міру надходження листів до БНЗ, підтримуюча пластина (каретка) рухається до свого крайнього положення та натискує на кінцевий вимикач, який блокує попередні пристрої машини.

Із БНЗ листи по одному, з відповідним інтервалом (під дією сепаратора, що входить до складу БНЗ) надходять до АЛШМ. Після звільнення робочого простору БНЗ, підпружинена напрямівна пластина зміщується вперед, кінцевий вимикач переходить у вихідне положення відновлюючи дію машини.

Застосування у даній АМЛР декількох проміжних (буферних) накопичувачів і сепараторів, разом зі стартстопним режимом роботи, забезпечує вирішення загальної задачі формування, найбільш продуктивного рівномірного потоку листів за рахунок взаємообумовлених локальних рішень розподілених по всій транспортно-розподільній системі.

Автоматична машина розбирання-лицювання-штемпелювання (комплекс машин) фірми "NEC" (Японія) є однією із найдосконаліших машин свого класу [6, 9].

На вхід машини надходить кореспонденція різних габаритів і форми, з якої виділяються стандартні листи (поштові картки) для їх наступного автоматичного лицювання-штемпелювання та сортування за поштовим кодом.

Кореспонденція надмірно великого формату обробляється на приймальному столі машини.

У машині застосовується формувач барабанного типу, який має невеликі розміри (довжина барабана 1,5...2 мм), просту конструкцію та забезпечує високу надійність роботи.

Характерно, що як і в АМРЛ останніх випусків інших фірм замість пневмострічки застосовується більш проста стрічка зі штирями для подачі листів із бункера в барабан.

Селектор високих листів виконаний на основі стрічкового носія, встановленого на відповідній висоті над трасою їх потоку у положенні на ребрі.

Машина включає в себе наступні основні пристрої [6]: пристрій завантаження (бункер); барабанний формувач та аналізатор товщини листів; пристрій транспортування листів у площині на ребрі; пристрій повороту листів на довге ребро; селектор широких листів; буферний накопичувач; пристрій повороту листів на довге ребро; селектор високих листів; пристрій аналізу

жорсткості листів; буферний накопичувач узгодження з АЛШМ; накопичувачі високих, товстих, жорстких, та стандартних за цими параметрами листів.

Даний комплекс розбирання-лицювання-штемпелювання розрахований на обслуговування двома або трьома операторами [6].

Вітчизняна автоматична машина МРП-2 виконана на основі вакуумного формувача потоку листів, скребкового трикаскадного аналізатора товщини листів, вузлів аналізу висоти та жорсткості листів, з розпаралеленням їх потоку на дві частини та подальшим паралельним обробленням [2, 3, 4, 5, 6].

Функціональна схема МРП-2 наведена на рис. 2.13. Листи завантажуються в бункер – пристрій завантаження ПЗ та по стрічковому конвейєрі живлення надходять до вакуумного формувача потоку листів ФПЛ. Завдяки розрідженню повітря у вакуумній камері формувача нижні листи, що мають контакт з площиною перфорованої стрічки, рухаються разом з нею на вихід формувача і надходять до скребкового селектора товстих листів СТЛ. З СТЛ листи, товщина яких перевершує 5 мм, надходять до накопичувача товстих листів (НТЛ), а всі інші, розподіляються системою розподілу (СР) на два потоки і надходять до двох однотипних ліній пристроїв аналізу висоти та жорсткості листів.

Кожна лінія має у своєму складі пристрій повороту ПП – вирівнювальний конвейєр, рухаючись по якому листи орієнтуються в положення на довге ребро та надходять до вакуумного сепаратора (ВС). Після сепарації більш рівномірний потік листів надходить до барабанного пристрою повороту, який змінює напрямок їх руху на 180° з метою зменшення довжини машини, та послідовно – до селектора високих листів СВЛ і селектора жорстких листів СЖЛ.

Вилучення високих листів з потоку, виконується нахиленим дворемінним носієм. Листи, висота яких перевершує висоту монтажу дворемінного носія, транспортуються ним до накопичувача високих листів (НВЛ). Усі інші листи надходять до селектора жорстких листів (СЖЛ), виконаного у вигляді підпружиненого клапана, долаючи який листи з підвищеною жорсткістю надходять до накопичувача жорстких листів (НЖЛ).

Листи з допустимою жорсткістю відхиляються підпружиненим клапаном та надходять до збірного конвейєра пристрою об'єднання потоків (ПО), а з нього – до блока узгодження (БУ) АМРЛ з АЛШМ.

Блок узгодження вирівнює навантаження на АЛШМ та виконує вихідний контроль габаритів листів за рахунок застосування в ньому буферного накопичувача, фрикційно-вакуумного сепаратора та фотоелектричного аналізатора габаритів листів.

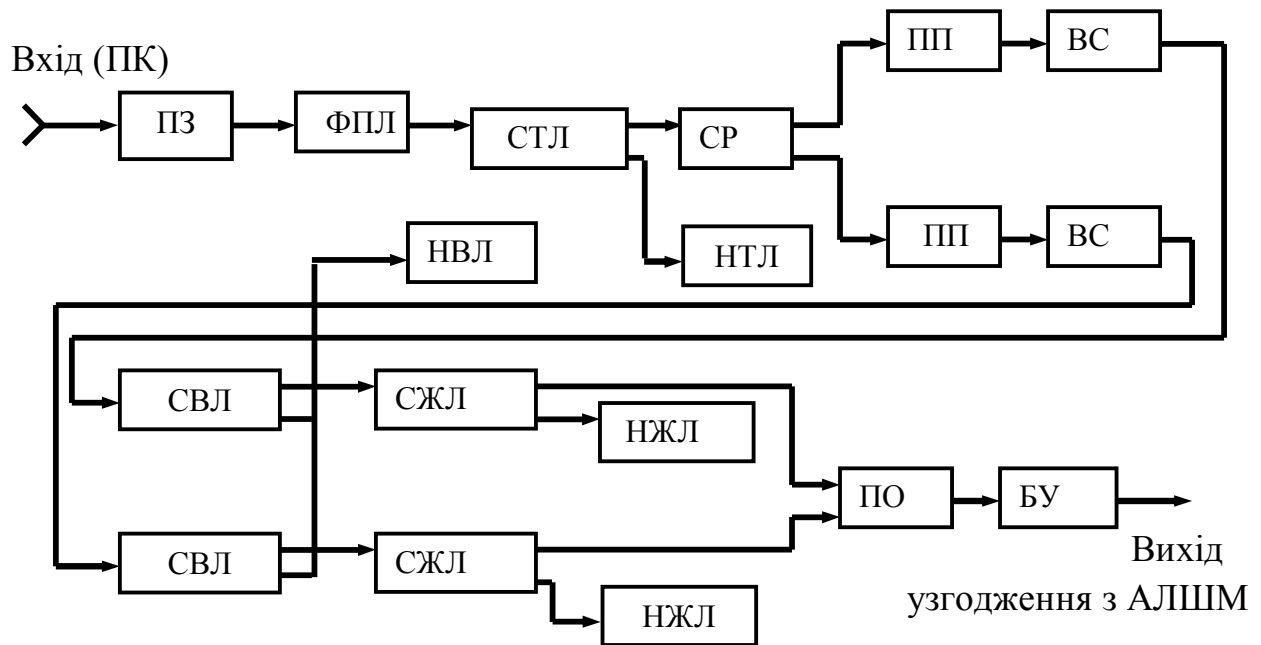


Рис. 2.13

Функціональна схема блока узгодження МРП-2 з ЛШМ-3 наведена на рис. 2.14.

По вхідному транспортеру блока узгодження – пристрою транспортування (ПТ) листи надходять до буферного накопичувача листів БН, виконаного у вигляді каретки та складаються у стопу, за допомогою носія з двох безкінечних стрічок, частина опорних роликів яких закріплена на каретці. Каретка рухається при увімкненні електромагнітної муфти. Зміна напрямку її руху здійснюється за допомогою кінцевих вимикачів.

Із буферного накопичувача листи за допомогою фрикційно-вакуумного сепаратора (ФВС) подаються до пристрою тупикового повороту (ПТП), виконаного з застосуванням вакуумної камери та перфорованої стрічки. Після подвійної сепарації у ФВС і ПТП листи проходять барабанний пристрій повороту (БПП) на 180° та транспортуються в зону дії фотоелектричного аналізатора габаритів листів (АГЛ).

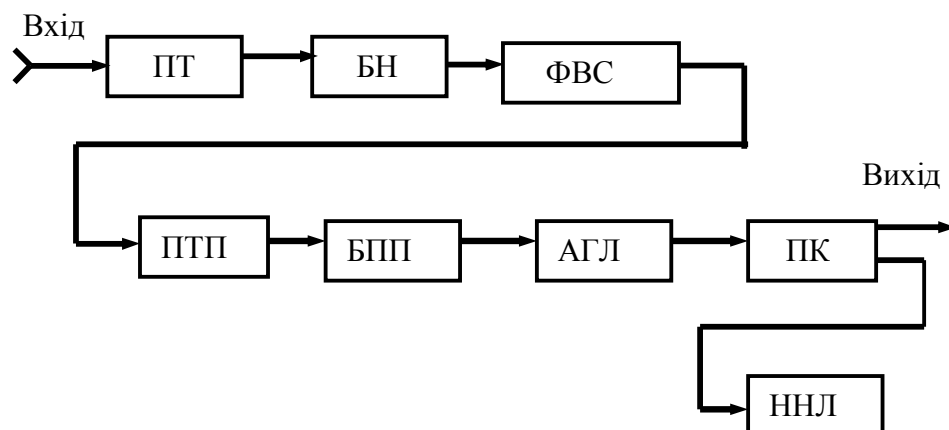


Рис. 2.14

У залежності від сигналів АГЛ, пристрій комутації ПК, з приводом від електромагніту, розподіляє листи до накопичувача негабаритних листів (ННЛ) або на вихід блоку узгодження, до АЛШМ.

Конструктивна схема МРП-2 наведена на рис. 2.15. Листи завантажуються валом (висипаються з мішка) в бункер 1 (пристрій завантаження), з відкритого dna якого вони потрапляють на стрічку транспортера 2 та надходять до нижньої ланки стрічки 3 формувача потоку. Стрічка формувача прикріплена до двох ланцюгів 4 і за допомогою зірок 5 та приводу 6 рухається по вакуумній камері 7 (конструкція формувача розглянута на рис. 2.3). При увімкненні машини у камері 7, під дією вентилятора 33 з приводом 34 виникає розрідження, внаслідок чого, нижній шар листів надходить по стрічці формувача на його вихід і далі до селектора товстих листів, виконаного за трикаскадною схемою (рис. 2.4) у вигляді трьох транспортерів 8, 9, 10 зі скребковими транспортерами 11, 12, 13. Листи, товщина яких перевищує 5 мм, надходять по транспортеру 14 до накопичувача 15, а всі інші листи розподіляються на дві частини за допомогою гравітаційних лотків і по транспортерах 16, 17, що рухаються у протилежних напрямках, надходять до аналогічних за конструкцією правої та лівої ліній пристроїв аналізу (на рис. 2.15 наведена права лінія) [2, 5].

На вході кожної лінії листи орієнтуються на довге ребро та вирівнюються транспортерами 18, 19, після чого сепаруються фрикційно-вакуумним сепаратором 20, розвертаються за допомогою барабана 21 і стрічки 22, транспортуються транспортерами 23, 24, 25 до пристроїв селекції високих листів 26 та жорстких листів 27.

Селектор високих листів виконаний у вигляді парних ременів 26, змонтованих на відповідній висоті над трасою під деяким кутом до напрямку руху листів (рис. 2.6). Листи, висота яких перевищує відстань між стрічкою 25 та ременями 26, підхоплюються останніми і транспортуються до накопичувача 28.

Всі інші листи (з меншою висотою) транспортуються до підпружиненого клапана 27, за допомогою якого здійснюється селекція жорстких листів у відповідний накопичувач.

Під дією клапана 27 листи нормальної жорсткості деформуються і транспортуються стрічками 29, 30 конвейерного носія до збірного транспортера 31, 32, який є пристроєм уведення блока узгодження з АЛШМ [5].

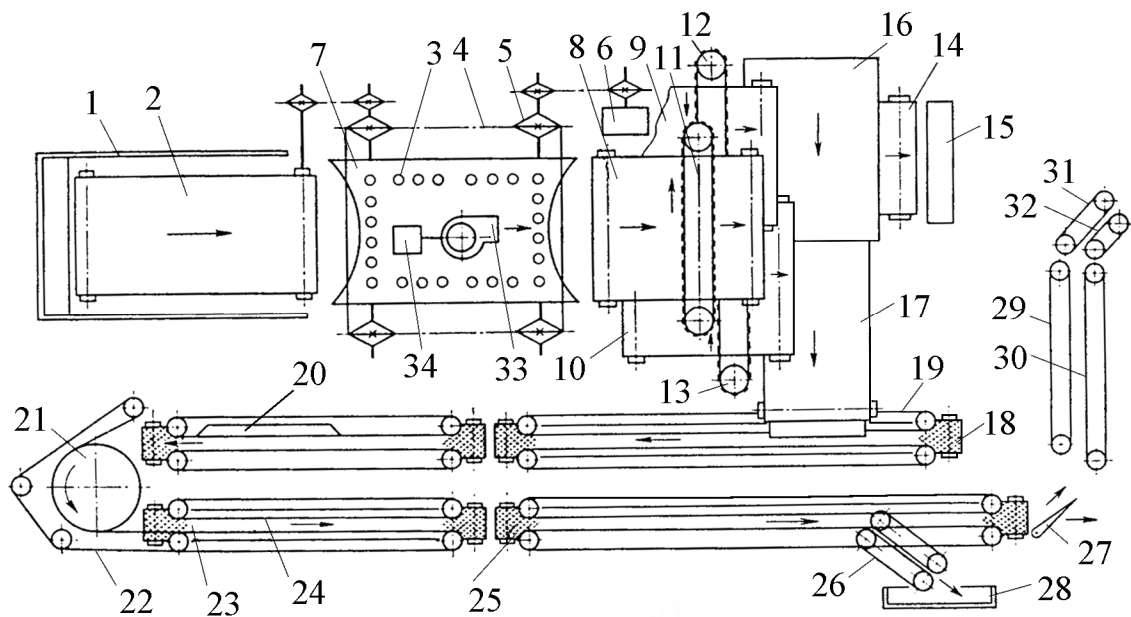


Рис. 2.15

Кінематична схема блока узгодження МРП-2 з ЛШМ-3 наведена на рис. 2.16. По збірному транспортеру 1 листи надходять у буферний накопичувач, який складається із механізму укладання з кареткою 2 (з'єднаною за допомогою електромагнітної муфти з приводом) та сепаратора листів 3. Механізм укладання листів має дві нескінченні стрічки 4, 5, за допомогою яких листи подаються до накопичувача та укладаються в стопу. На каретці 2 закріплені шість роликів, чотири з яких – *c, d, e, f* контактують зі стрічкою 5, а два інших *a, b* – зі стрічкою 4. При увімкненні електромагнітної муфти каретка переміщується. Зміна напрямку руху каретки на реверсивний здійснюється за допомогою кінцевих мікроперемикачів, що реагують на тиск з боку листів. Із стопи попереднього накопичення, листи сепаруються фрикційно-вакуумним сепаратором 3 та надходять в тупик, де за допомогою гвинта 6 та вакууму, що забезпечується вакуумною камерою 7 з перфорованою стрічкою 8, вони надходять до останньої та виносяться нею із тупика до стрічок 9, 10. За допомогою стрічок 9, 10 та 11, 12, листи транспортуються до барабана 13 (пристрою повороту), змінюють траєкторію руху на протилежну і надходять до транспортера 14 і далі ланкою контактування стрічок 15, 16 протягуються відносно робочої зони фотоелектричного блока аналізу габаритів листів 17.

За сигналами аналізатора 17, двопозиційний клапан 18, з електромагнітним керуванням, розділяє листи за двома каналами. Стандартні листи (за товщиною, висотою та жорсткістю) по каналу парних несучих стрічок 15, 19 надходять до виходу узгодження з АЛШМ, а інші листи по каналу стрічок 15, 16 до накопичувача негабаритних листів 20.

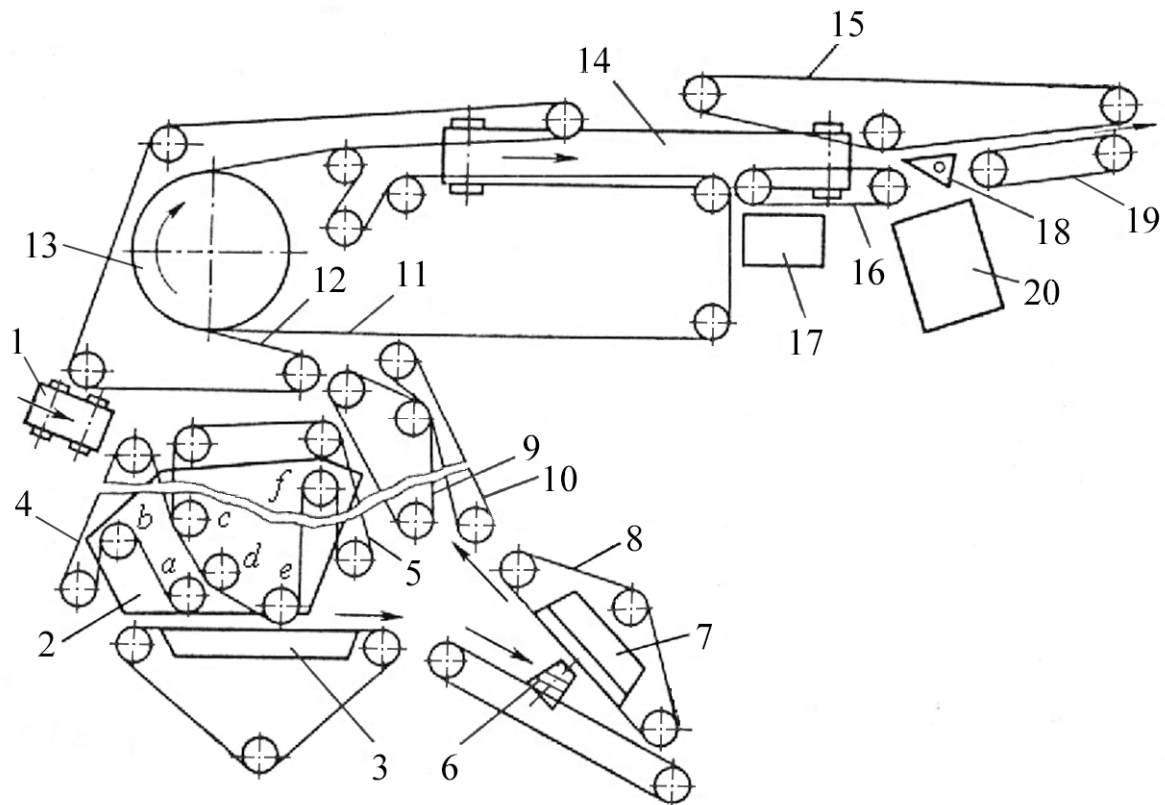


Рис. 2.16

Технічні характеристики МРП-2:

- продуктивність 28 000 лист/год;
- лінійна швидкість листів на виході 2,5 м/с;
- ємність бункера завантаження 20 кг;
- сумарна продуктивність вентилятора вакуумного формувача 3 765 м³/год;
- продуктивність вакуумної установки 1200 м³/год.

Продуктивність МРП-2 у комплексі з ЛШМ-3 складає 15 000 лист/год [5].

Контрольні питання до розділу 2

1. Поясніть призначення МРЛ.
2. Наведіть перелік основних функціональних вузлів МРЛ.
3. Поясніть переваги і недоліки барабанного та вакуумного формувачів потоку листів.
4. Наведіть основні технічні характеристики розрахунку барабанного формувача потоку листів.
5. Які параметри визначають продуктивність вакуумного формувача потоку листів?
6. Наведіть основні конструктивні рішення щодо вдосконалення конструкції барабанного формувача потоку листів.
7. Наведіть перелік основних вузлів машини МРП-2.

РОЗДІЛ ТРЕТІЙ

АВТОМАТИЧНІ ЛИЦЮВАЛЬНО-ШТЕМПЕЛЮВАЛЬНІ МАШИНИ

3.1 Загальні відомості та призначення ЛШМ

Автоматичні лицювальні-штемпелювальні машини призначені для погашення знаків поштової оплати, нанесення відбитку календарного штемпеля на листи та поштові картки, з попереднім поворотом їх у позицію, зручну для механічного штемпелювання та зчитування адресних ознак [2].

Крім лицювання та штемпелювання АЛШМ розподіляють кореспонденцію за певними ознаками на: місцеву, іногородню, просту рекомендовану, індексовану, неіндексовану, лицювану, нелицювану (нештемпельовану) та іншу. Кількість наведених операцій оброблення кореспонденції в АЛШМ та обов'язкова наявність деяких з них визначається специфікою її застосування. Наприклад, якщо АЛШМ використовується разом з АЛСМ, то наявність операції розподілу кореспонденції за ознаками індексації є необхідною з точки зору ефективного використання АЛСМ. Наприклад, цим вимогам задовольняє вітчизняна машина ЛШМ-3 і не задовольняє машина ЛШМ-4, яка крім того не виконує операцію лицювання кореспонденції за одним (адресним) боком, що потребує допоміжного ручного оброблення пачок кореспонденції перед її завантаженням в АЛСМ [2, 4, 5, 6].

3.2 Принципи побудови автоматичних ЛШМ

В основі побудови АЛШМ лежить принцип формування потоку послідовного транспортування листів та його комутації за певними ознаками у відповідності з видами кореспонденції та операцій її оброблення – лицювання, штемпелювання [2, 4, 5, 6].

Згідно з наведеним принципом склад автоматичної ЛШМ включає:

1. Пристрій уведення (ПУ) – забезпечує механізовану подачу листів до сепаратора, який відокремлює їх по одному зі стопи та направляє в зону зчитування ознак лицювання.

2. Пристрій аналізу (ПА) – визначає положення листа для подальшого його повороту (орієнтації) у позицію штемпелювання та інші ознаки у відповідності з операціями оброблення наведеними вище. Визначення положення листа може виконуватись фотоелектричним, магнітним, електричним та механічним способами. Найбільш поширеним (сучасним) є фотоелектричний спосіб, за якого як ознаки положення (лицювання) листа використовуються звичайні або спеціальні марки і спеціальні знаки [6, 7, 35].

3. Пристрої повороту – забезпечують поворот листів відносно повздовжньої та поперечної осей його транспортування, для переміщення знака поштової оплати в зону дії відповідного механізму штемпелювання.

4. Пристрій (механізм) штемпелювання (ПШ) – виконує погашення знаків поштової оплати, як правило, методом прокатки, в процесі руху листів на

довгому ребрі з положенням марки біля останнього. Позиція марки біля нижнього ребра є більш доцільною з точки зору штемпелювання різногабаритної кореспонденції.

5. *Накопичувачі (Н)* – пристрої для збирання та тимчасового зберігання кореспонденції певного виду обробки.

6. *Пристрої комутації* – забезпечують комутацію потоку кореспонденції, в результаті якої вона розподіляється за напрямками транспортування та за відповідними накопичувачами.

7. *Транспортно-розподільна система (ТРС)* – забезпечує транспортування кореспонденції в зоні дії виконуючих пристроїв АЛШМ (аналізаторів, пристроїв повороту і штемпелювання) та її комутацію до відповідних накопичувачів.

У залежності від кількості видів обробки кореспонденції, конструктивних та компоновальних рішень, в АЛШМ може застосовуватись різна кількість пристроїв аналізу та повороту, механізмів штемпелювання та накопичувачів.

Узагальнена структурна схема АЛШМ наведена на рис. 3.1.

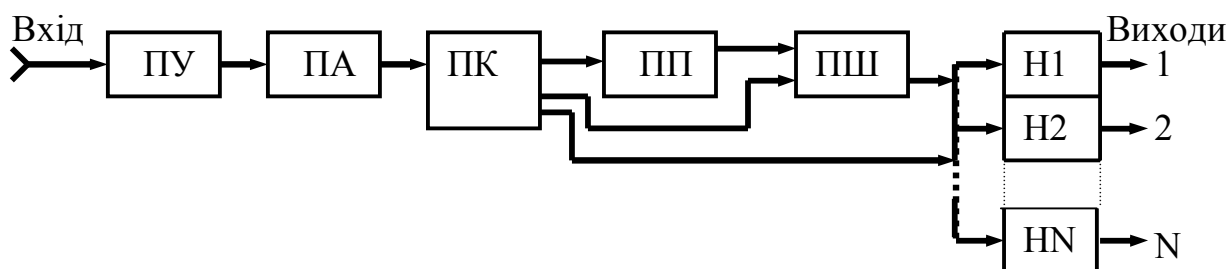


Рис. 3.1

Необхідно зауважити на умовність наведеної структурної схеми через неврахування в ній специфіки конкретного застосування АЛШМ. Наприклад, при застосуванні АЛШМ сумісно з автоматичною АЛСМ не обов'язковою є потреба в накопичувачі індексованої та штемпельованої кореспонденції. У деяких примірниках застосовується термін (структурний елемент) “пристрій підбору листів за адресою накопичувача” [5, 6], який об'єднує пристрої аналізу, повороту, комутації та транспортування. Особливості АЛШМ визначаються їх структурними, функціональними та кінематичними схемами, конструкцією функціональних вузлів, компоновальними рішеннями, які розглядаються нижче.

В основі побудови функціональних схем і вузлів АЛШМ знаходяться такі загальні вимоги [6]:

- листи повинні мати форму нерівностороннього прямокутника та транспортуватись в ТРС на довгому ребрі у напрямі паралельному йому;
- основними операціями в АЛШМ, згідно з її назвою, є операції лицювання та штемпелювання.

Для виконання операції автоматичного лицювання листа на його поверхні визначається місцеположення *ознаки лицювання*, якою може бути поштова марка, або нанесені способом друку спеціальні мітки (наприклад, у вітчизняних АЛШМ ЛШМ-3, ЛШМ-4).

Ознаки лицювання можуть займати чотири положення відносно площини руху листа (рис. 3.2): НП – нижнє праве (*b*); НЛ – нижнє лїве (*d*); ВП – верхнє праве (*c*); ВЛ – верхнє лїве (*a*). Поверхня листа зчитується за допомогою *зчитуючого пристрою* (ЗП), виконаного на основі оптико-електричного перетворювача, наприклад, лїнійок фотодїодів або лїнійок приборів з зарядовим зв'язком [7] та аналізується *пристроєм розпїзнавання* (ПР), виконаним на основі цифрових пристроїв, мїкропроцесорів або ЕОМ.

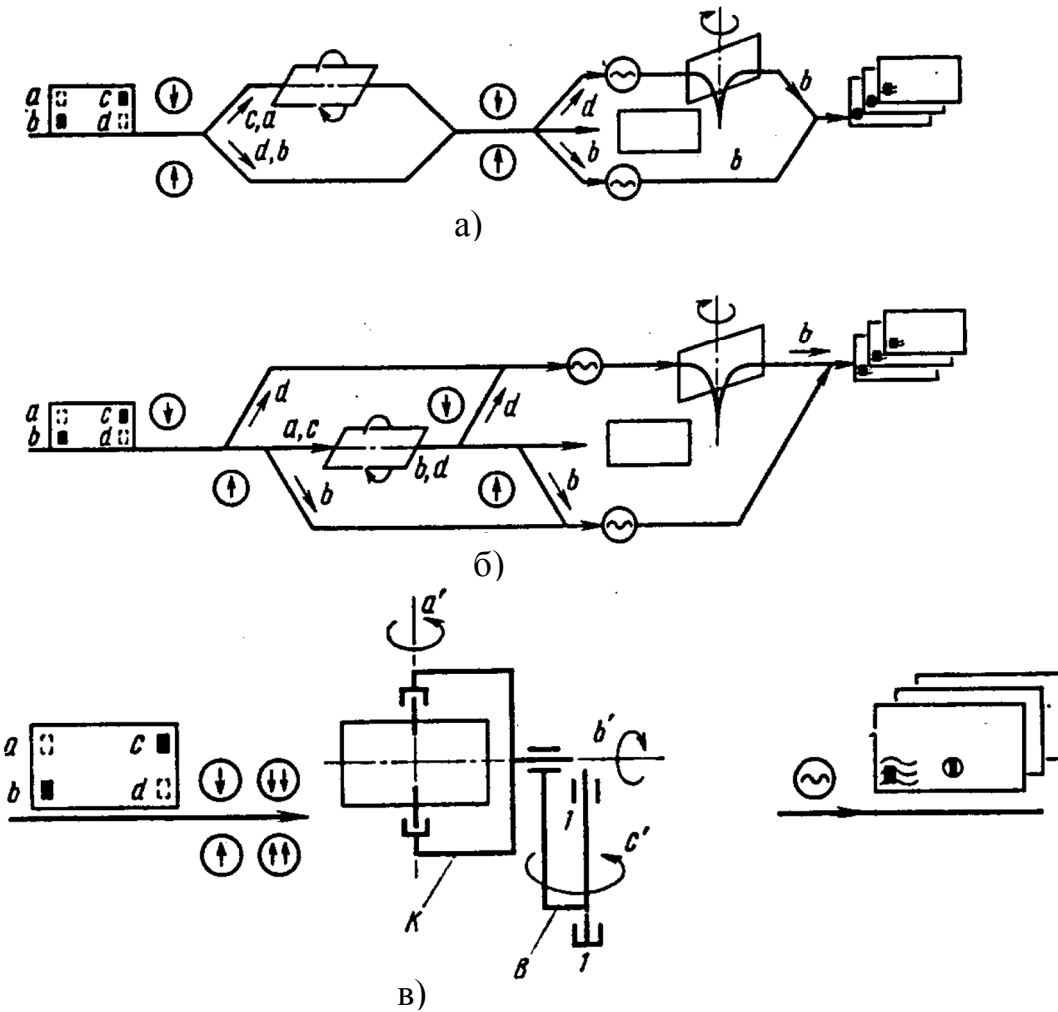
Зчитуючі пристрої можуть розмїщуватись на вході ТРС або уздовж її траси. В залежності від виявленого мїсцеположення ознак лицювання пристрої комутації направляють листи у вїдповїдний пристрій повороту або у пристрій обхїдного (безповоротного) транспортування – *обхїдну трасу* (ОТ).

Як зазначалось вище, в залежності від типу пристроїв повороту та їх кїлькості, може застосовуватись один або декїлька пристроїв штемпельювання.

У схемі рис. 3.2,а аналіз мїсцеположення ознак лицювання на площині листа проводиться двома етапами, за допомогою чотирьох зчитуючих пристроїв, якї попарно розмїщуються по обидвї сторони траси та дїють у зонї нижнього ребра листа. На першому етапї виявляються листи, марки яких знаходяться в положеннях НП, НЛ та направляються до обхїдної траси, а всї інші листи – у пристрій повороту вїдносно повздовжньої осї. Пїсля повороту листа, його марка займає положення в зонї нижнього ребра, тобто положення ознаки ВЛ, переходить в НП, а ознаки ВП – в НЛ. Пїсля об'єднання потоків листів з поворотного пристрою та обхїдної траси, усї листи транспортуються з мїсцеположенням ознаки лицювання в зонї нижнього ребра, з лївого боку – НЛ або з правого боку – НП.

На другому етапї наступна пара зчитуючих пристроїв забезпечує аналіз об'єданого потоку листів (усїх листів) і за допомогою пристрою комутації розподїляє його до трьох пристроїв: листи, на яких не виявлені ознаки лицювання, направляються у накопичувач нелицьованої кореспонденції і, як наслідок, нештемпельюваної; листи з мїсцеположенням ознак НП, направляються до другої обхїдної траси; листи з мїсцеположенням ознак НЛ – до пристрою повороту вїдносно поперечної осї. Пїсля повороту листів на 180°, мїсцеположення їх ознак НЛ переходить у мїсцеположення НП, аналогічне мїсцеположенню ознак листів, що направляються до другої обхїдної траси. Пїсля об'єднання потоків листів з виходу другої обхїдної траси та пристрою повороту, формується потїк лицьованих листів з ознакою одного мїсцеположення НП. Пїсля цього може виконуватись їх штемпельювання одним пристроєм штемпельювання та транспортування до накопичувача лицьованої і штемпельюваної кореспонденції, або на вихїд АЛШМ для їх автоматичного завантаження (уведення) в АЛСМ, в залежності від призначення АЛШМ.

Зона дїї пристрою штемпельювання залежить від виду ознак лицювання, якщо як ознаки застосовуються поштові марки, то штемпельювання виконується в зонї нижнього ребра, а якщо як ознаки лицювання застосовуються спеціальні знаки, то штемпельювання виконується в зонї умовного знаходження знаків оплати (наприклад, в машині типу ЛШМ-4), що ускладнює процес штемпельювання при обробленні рїзногабаритної кореспонденції.



Умовні позначення пристроїв:




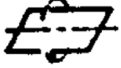

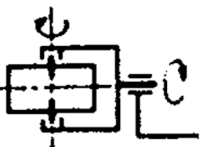
- 

 – виявлення ознаки лицювання біля нижнього (верхнього) ребра конверта;
- 
 – штемпелювання біля нижнього ребра конверта;
- 
 – повороту відносно повздовжньої осі;
- 
 – повороту відносно поперечної осі;
- 
 – повороту відносно повздовжньої та поперечної осей.

Рис. 3.2

У схемі рис. 3.2,б аналіз вхідного потоку та його розподіл здійснюється чотирма етапами. На першому етапі аналіз виконується аналогічно зі схемою

рис. 3.2,а, за винятком того, що листи з місцезнаходженням ознак НЛ направляються до першої обхідної траси і далі, через пристрій комутації, до пристроїв штемпелювання. Листи з місцеположенням ознаки НП та інші листи, ознаки яких знаходяться в зоні верхнього ребра (ВЛ, ВП), направляються до другого зчитуючого пристрою, де на другому етапі виявляються листи з місцеположенням ознаки НП та направляються пристроєм комутації в зону дії пристроїв штемпелювання. Усі інші листи, з ознаками, розміщеними в зоні верхнього ребра, направляються до пристрою повороту відносно повздовжньої осі, після дії якого вони транспортуються далі з ознаками, розміщеними в зоні нижнього ребра.

На третьому етапі виконується аналіз лівої половини листа. Листи з місцеположенням ознаки НЛ направляються через пристрій комутації та пристрій об'єднання потоків до лівого (верхнього на схемі) пристрою штемпелювання, а листи з місцеположенням ознаки НП та листи з невизначеними ознаками, надходять в зону зчитування четвертого пристрою розпізнавання. У результаті аналізу на четвертому етапі, листи з виявленими ознаками лицювання направляються до правого пристрою штемпелювання, а листи з виявленими ознаками – до накопичувача нелицьованої кореспонденції. До пристроїв штемпелювання, листи надходять з різним положенням ознак, тому для забезпечення лицювання на один (адресний) бік частина листів після лівого пристрою штемпелювання надходить до пристрою повороту відносно поперечної осі, після чого потоки листів об'єднуються на виході в один потік лицюваної кореспонденції.

У схемі рис. 3.2,в використовується *універсальний пристрій повороту*, який виконує необхідну кількість поворотів за один прийом та орієнтує лист в необхідне положення для штемпелювання. Лист надходить до зажиму касети К та може обертатись відносно касети за стрілкою a' . Касета може обертатись навколо осі 1-1 за стрілкою c' разом з водилом В, до якого вона закріплена, та відносно водила за стрілкою b' . За допомогою комбінування цих поворотів лист орієнтується (повертається) у необхідне для штемпелювання положення. Наприклад, якщо необхідно орієнтувати всі листи у положення b , то листи, що знаходяться у пристрої живлення у положенні a , необхідно повертати за стрілками a' , b' та c' . Для листів, що знаходяться в положенні d , достатньо одного повороту за стрілкою c' .

Існує багато інших варіантів побудови функціональних схем АЛШМ [3, 4, 5]. Проте наведених варіантів достатньо, щоб зауважити важливість задачі компонування вузлів АЛШМ з точки зору її продуктивності, надійності та ефективності експлуатації. Наприклад, у функціональній схемі рис. 3.2,б, як і в схемі рис. 3.2,а, можна застосувати один пристрій штемпелювання, але у такому разі зростають вимоги до його швидкодії та надійності.

3.3 Функціональні вузли АЛШМ

3.3.1 Сепаратори листів

У АЛШМ найбільш поширене застосування знаходять вакуумні та фрикційно-вакуумні сепаратори. Основу *вакуумного сепаратора* складають стрічковий транспортуючий пристрій, вакуумна камера та нерухомі засмоктувачі [5, 6].

Конструктивна схема вакуумного сепаратора наведена на рис. 3.3. Перфорована стрічка 1 транспортуючого пристрою рухається в напрямку *B*, за допомогою приводного барабана 2 по напрямівних і робочій площині вакуумної камери 3. В зоні проходження перфорованих отворів стрічки, площина камери має отвори у вигляді вузьких щілин, крізь які розріджене повітря камери взаємодіє через отвори стрічки з листами.

Простір поблизу стрічки, в якому виконується умова притягування листа до стрічки та його транспортування у напрямі її руху (забезпечується процес сепарації), називається *зоною дії сепаратора*.

Для більшості сепараторів, у залежності від міри розрідження повітря у камері, зона дії сепаратора знаходиться у межах 5...50 мм та визначається глибиною вакууму в зоні захвата листа .

Листи 4 подаються в напрямі *A*, по напрямівній пластині 5 пристроєм живлення. При переміщенні листів до зони сепарації вони проходять зону нагнітання повітря (темна область), через отвори 6 пластини за допомогою нагнітаючої камери 7. Нагнітання повітря зменшує взаємний тиск між листами, сприяє подальшому їх відокремленню один від одного у сепараторі та запобігає подвійній сепарації листів.

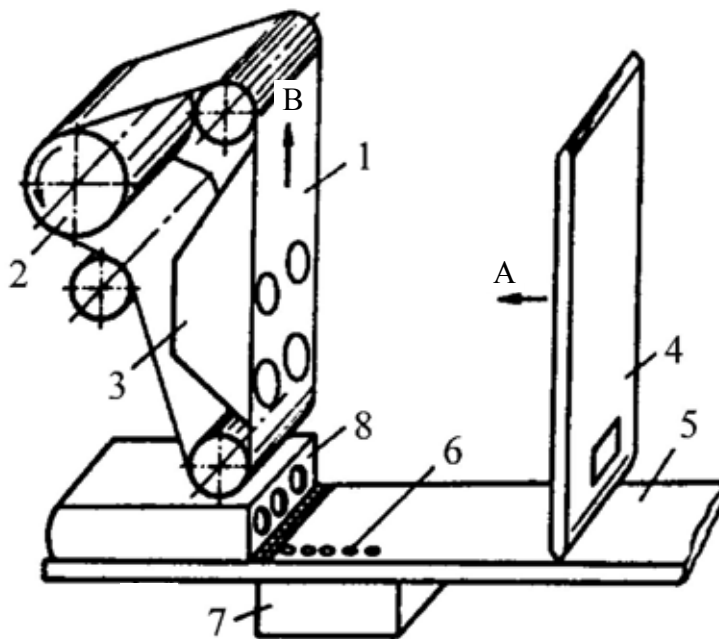


Рис. 3.3

Перед стрічкою сепаратора розміщується камера відсмоктування повітря 8 з отворами-засмоктувачами, які є сепаруючими засобами та запобігають, після зміщення листа на ширину камери 8 в напрямку *B*, руху наступного листа разом з попереднім. *Засмоктувачі* камери 8 поліпшують тиск між першим листом і стрічкою у момент часу, коли її перфоровані отвори знаходяться поза зоною дії камери 3 та забезпечують сепарацію листів з установленим кроком.

При безперервному нагнітанні повітря камерою 7 та його відсмоктуванні камерою 8, вакуум в камері 3 може забезпечуватись постійно або тільки в моменти, коли отвори стрічки 1 знаходяться у зоні дії сепаратора.

При змінному режимі вакуумної камери 3 зменшується ймовірність подвійної сепарації листів, тому що зменшується ймовірність виникнення вакууму між листами за короткий час процесу відокремлення листів один від одного [6].

Фрикційно-вакуумний (комбінований) сепаратор виконується на основі вакуумного та фрикційного сепараторів [2, 5].

Основними елементами фрикційного сепаратора є механізм транспортування листів – роликівий або стрічковий транспортер і *сепаруючий елемент* (ролик, палець або пластина).

У залежності від способу дії сепаруючого елемента, застосовуються сепаратори з нерухомим та рухомим сепаруючим елементом. Сепаратори з рухомим сепаруючим елементом поділяються на сепаратори з постійним і змінним напрямом обертання сепаруючого елемента.

Узагальнена кінематична схема *фрикційного сепаратора* з пасивним сепаруючим елементом (рис. 3.4,а) включає в себе стрічковий транспортуючий пристрій 1 та сепаруючий елемент – гумовий ролик 2, жорстко закріплений до консолі 3. Для забезпечення оброблення кореспонденції різної товщини положення консолі може змінюватись за допомогою ексцентрикового регулятора 3. Зусилля дії ролика на лист забезпечується пружиною 4. Сила тертя листа до стрічки транспортера виникає за рахунок тиску вантажу 5, що вільно закріплений на вертикальній напрямівній 6. Уздовж стрічки виконане поглиблення, в яке частково входить сепаруючий ролик 2. При ввімкненні транспортера, нижній лист завдяки силі тертя до стрічки, що виникає під дією на стопу листів 7 тиску вантажу 5, переміщується (сепарується) у напрямку ролика 2 в той час, коли наступний лист, що знаходиться над нижнім, затримується сепаруючим роликом 2 у стопі.

На рис. 3.4,б наведена *кінематична схема фрикційного сепаратора* штемпелювальної машини ШМ-4А з рухомим сепаруючим елементом-роликом 1, що обертається від спеціального приводу у напрямі, протилежному напрямку руху несучої стрічки 2 транспортуючого пристрою [3].

Сепаруючий ролик 1 закріплений на рухомій консолі 3, що підвищує надійність сепарації листів різної товщини. Сила дії ролика 1 та щитка 4 на листи регулюється рухомою шайбою 5, яка забезпечує зміну зусилля пружини 6. З метою запобігання шкідливого тертя ролика 1 та стрічки 2, між ними встановлюється зазор, величина якого регулюється гвинтом 7, з урахуванням забезпечення надійного транспортування (сепарації) листів з мінімальною

товщиною. Положення щитка 4 відносно ролика 1 регулюється гайкою 8. Для надійної роботи сепаратора (виконання умов сепарації) зусилля подачі листів P_n повинно бути таким, щоб тиск листів у стопі між собою, поблизу стрічки 2, був декілька більшим (на 5 ... 15%) за тиск, який необхідний для подолання сили тертя листа до опорної пластини. Невиконання наведеної умови призводить до порушення режиму сепарації внаслідок надлишкового тиску листів до стрічки транспортера [2].

Процес сепарації листа зі стопи, що подається з пристрою завантаження з зусиллям P_n , забезпечується взаємодією несучої стрічки 2, сепаруючого ролика 1 та підпружиненого щитка 4, у результаті якої між стрічкою та першим притисненим до неї листом стопи виникає сила тертя, що забезпечує його ковзання по поверхні наступного листа, а також рух до сепаруючого ролика і далі, крізь зазор між роликком і стрічкою на вихід сепаратора. Наступний лист проходить під щиток 4 і затримується дією його притискуючої пружини 6 та сепаруючим роликком. Після сепарації чергового листа здійснюється сепарація наступного і т.д.

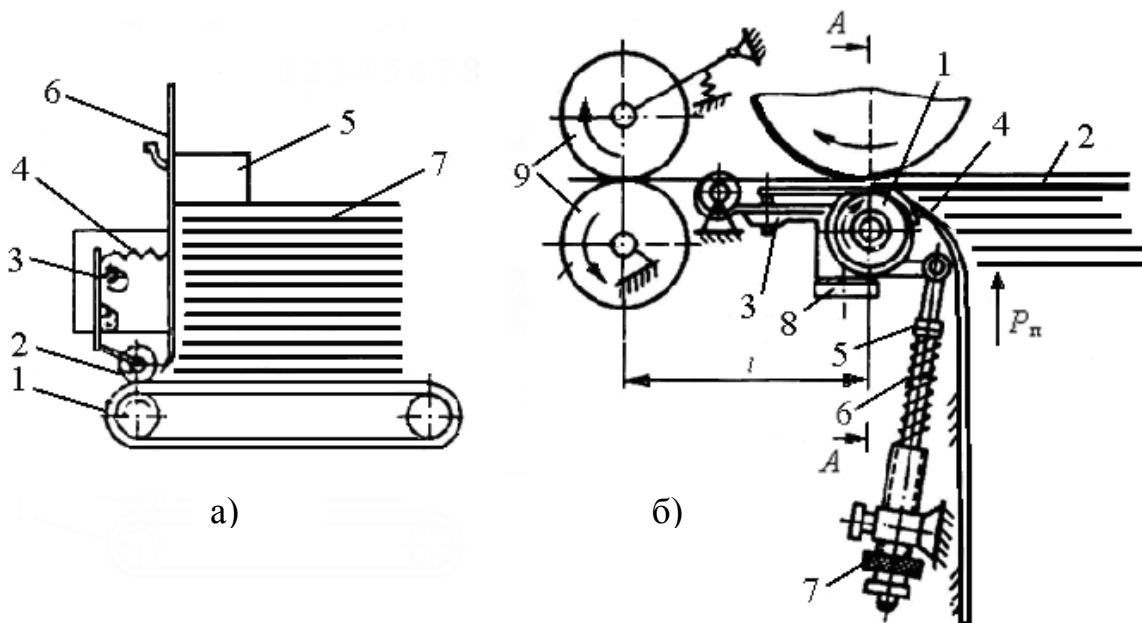


Рис. 3.4

Для своєчасного спрацьовування виконуючих органів систем оброблення письмової кореспонденції (клапани, аналізатори, штемпелювальні механізми та інше) необхідно, щоб листи у ТРС рухались з деяким інтервалом, величина якого регулюється конструктивними параметрами сепаратора. У розглянутому вище сепараторі інтервал між листами утворюється за рахунок застосування транспортуючих роликів 9, установлених на відстані l від осі сепаруючого ролика. При цьому швидкість несучої поверхні роликів 9 повинна бути більшою за швидкість транспортуючої стрічки 2 [2].

3.3.2 Пристрої живлення

Пристрої живлення призначені для подачі листів у зону дії сепаратора та, як правило, виконуються на основі транспортера (конвейєра) стартстопної дії [3, 5]. Стартстопний режим транспортера (конвейєра) забезпечується періодичним ввімкненням електромагнітної муфти за сигналом датчика, який реєструє положення першого листа відносно робочого елемента сепаратора. Одна з поширених конструкцій пристрою живлення наведена на кінематичній схемі рис. 3.5, виконаного у вигляді двоконтурного вертикально-замкненого ланцюгового конвейєра та носіїв листів, виготовлених у вигляді Г-подібних рамок 1 з вертикальними штовхаючими стержнями 2 [5]. Завдяки зміщенню контурів ланцюгів на деяку відстань $L_{зм}$ та вибору точок закріплення рамок до ланцюгів 3, 4 стержні 2, при їх русі на всіх ланках контуру конвейєра, знаходяться у вертикальному положенні. Робоча напрямівна поверхня конвейєра виконана у вигляді пластини 10 з повздовжніми щілинами для вільного руху штовхаючих стержнів. Завантаження пристрою здійснюється шляхом розміщення стопи листів між рядами стержнів у положенні ребром до пластини 10 та її (стопи) зміщення для вирівнювання положення листів відносно вертикальної напрямівної пластини 6.

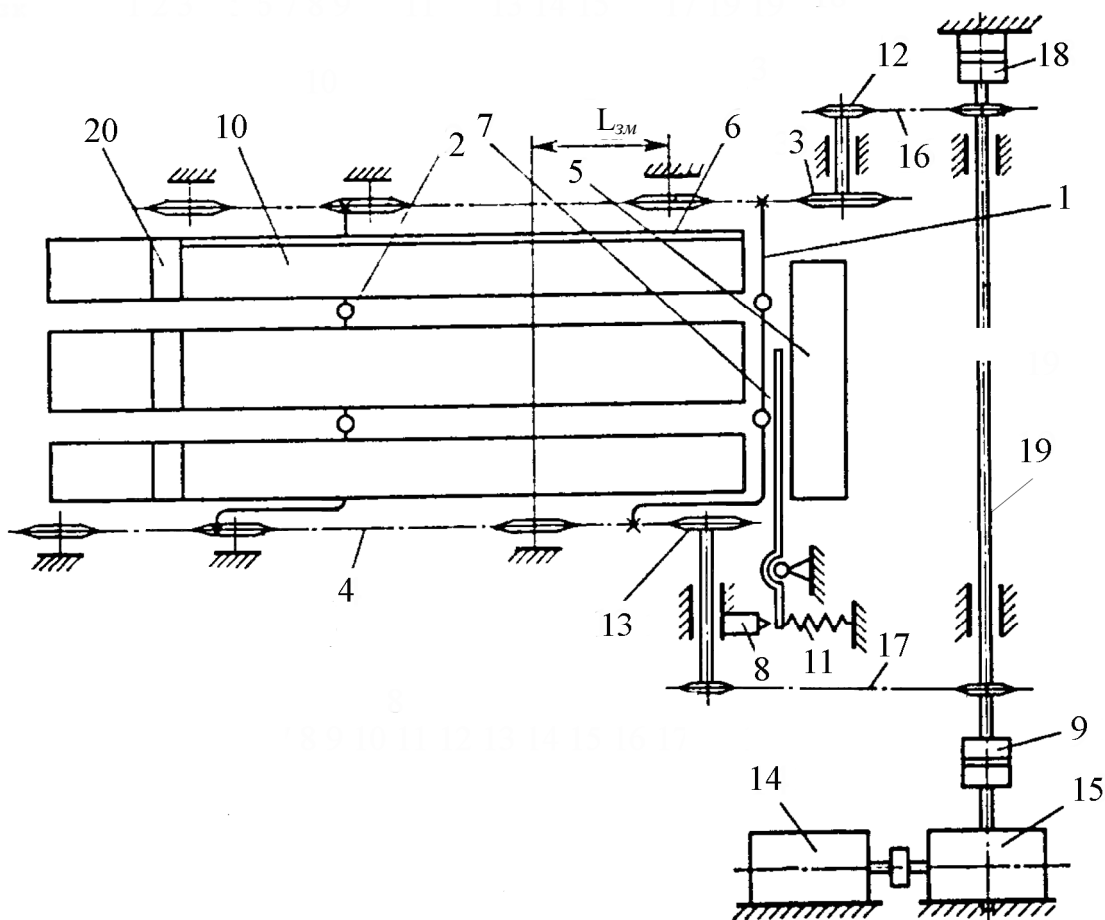


Рис. 3.5

Для забезпечення стартстопного режиму конвейєра застосовується підпружинений в напрямі листів ричаг 7, який одним плечем реагує на тиск листів, а другим діє на кінцевий вимикач 8 електричної муфти 9. Після сепарації деякої частини листів зі стопи сепаратором 5, тиск на ричаг зменшується, внаслідок чого останній поступово повертається під дією пружини 11 та вмикає електричну муфту, яка передає обертальний момент на приводні зірки 12, 13 конвейєра від електродвигуна 14, через черв'ячний редуктор 15, вал 19 та ланцюгові передачі 16, 17. Стопа листів починає рухатись у напрямі сепаратора, тиск на ричаг 7 зростає, внаслідок чого електрична муфта вимикається і т.д., повторюючи цикли стартстопного режиму роботи пристрою живлення.

Ємність конвейєра живлення визначається довжиною його робочої ланки, яка дорівнює відстані від обмежувача 20 до ричага 7 кінцевого вимикача 8.

Розрахунки параметрів механізму подачі листів вимагають визначення моменту, який повинна передавати муфта 9 та моменту, який повинен розвивати тормоз 18. Вихідними даними для розрахунків є час розгону механізму до робочої швидкості v та час його гальмування, геометричні розміри, лінійні та кутові швидкості [5].

Швидкість v руху ланцюгів конвейєра (м/с), пристрою живлення визначається його необхідною продуктивністю Π лист/год. з урахуванням подачі листів максимальної товщини l_{TM} за формулою $v = l_{\text{TM}} \Pi / 3,6 \cdot 10^3$.

Фірмою "Toshiba" розроблено уніфікований пристрій подавання листів [6], який знайшов застосування в буферних накопичувачах та в листосортувальних машинах цієї фірми (рис. 3.6).

Листи транспортуються до зони дії вакуумного сепаратора аналогічної конструкції сепаратора розглянутого вище (рис. 3.3), за допомогою конвейєра зі стержнями. Довжина активної (завантажуючої) ланки може складати 500 ... 800 мм.

Стартстопна подача стоп листів забезпечується кінцевим вимикачем 1, який вимикається та вмикається сенсорним ричагом 2, що сприймає тиск стопи листів 3, яка на даний час сепарується.

Ексцентрикові ролики 4 дією своєї вібрації гравітаційно вирівнюють листи в площинах їх довгого та короткого ребер. Наявність регульованого упора 5, попередньої вакуумної камери 6, вакуум в якій формується синхронно з рухом перфорованої стрічки 7 відносно розріджуючої камери 8, забезпечує надійне відокремлення листів зі стопи та запобігає подвійній їх сепарації.

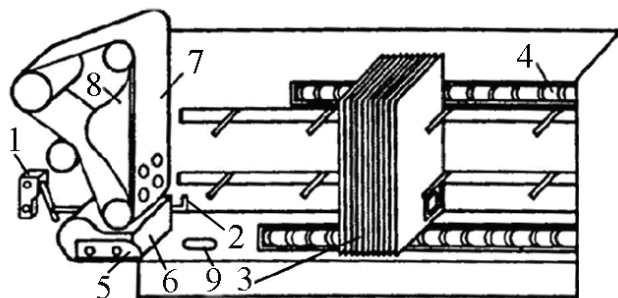


Рис. 3.6

Чітка взаємодія перфорованої стрічки, попередньої вакуумної камери, нагнітаючого сопла 9 сенсорного стартстопного керування транспортером забезпечує подавання та сепарацію листів різних за розмірами, масою та щільністю, з високою точністю кроку їх руху на виході сепаратора та продуктивністю 8,4 лист/с (30000 лист/год).

3.3.3 Пристрої комутації потоку листів

Комутація потоків кореспонденції у поштооброблювальних машинах виконується клапанами-стрілками, керування якими здійснюється за допомогою електромагнітних пристроїв (електромагнітів) консольно закріплених на осі. *Клапани* виготовляються у вигляді двох робочих площин (як правило вертикальних), об'єднаних між собою так, що утворюють клиноподібний перетин [2, 6].

У залежності від напрямку руху листів у процесі комутації розрізняють *зустрічні клапани* – листи рухаються у напрямі від вістря до осі обертання та *прямі клапани*, в яких листи рухаються від осі до вістря клапана.

Важливим показником клапана є кількість позицій комутації. За цією ознакою клапани поділяються на *двопозиційні* та *багатопозиційні* і, відповідно, комутують вхідний потік кореспонденції на два, три і більше вихідних потоків (каналів).

Принцип дії двопозиційного клапана з керуванням за допомогою утяжненого електромагніту ілюструється *кінематичною схемою* рис. 3.7. Клапан 1 вільно закріплений на осі 2 та за допомогою ричага 3 і пружини 4 фіксується у вихідній позиції, обмежуючим його кут повороту упором 5.

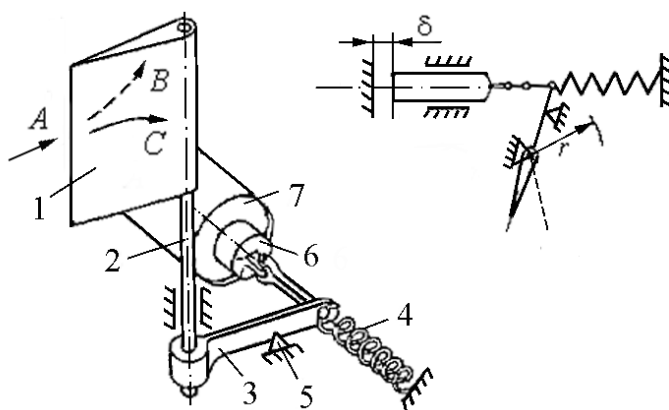


Рис. 3.7

У цьому стані якорь 6 електромагніту 7 знаходиться у витягнутому (вихідному) положенні та утворює з ярмом електромагніту зазор δ , а листи, що надходять у напрямку *A*, комутуються клапаном у напрямі *C*. Кут повороту клапана φ та зазор δ пов'язані відношенням $\delta = \varphi \times r$, де r – довжина плеча ричага 3.

При увімкненні струму в електричному колі електромагніту, його яркір втягується та переводить клапан у другу позицію, забезпечуючи комутацію листів у напрямку *B*.

Застосовуються також клапани, що керуються двома електромагнітами, положення ярків яких можуть знаходитись у протилежному стані [2, 6].

Схема трипозиційного комутатора потоку листів з двома втяжними електромагнітами 1 та 2 наведена на рис. 3.8. Вона виконана на основі двох клапанів 3, 4 прямої дії, механічно поєднаних між собою та з електромагнітами 1, 2.

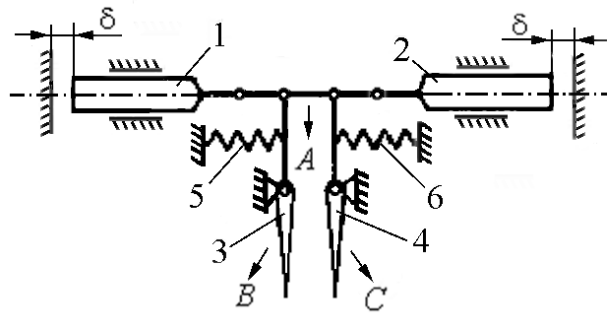


Рис. 3.8

У вихідному положенні яркір кожного електромагніту витягнутий, а клапанна система утримується за допомогою двох зрівноважувальних пружин 5, 6, таким чином, що листи рухаються повз клапани не змінюючи напрямку *A* вхідного потоку. При спрацьовуванні одного із електромагнітів листи рухаються повз один із клапанів у напрямку *B* або *C*.

Двопозиційна або багатопозиційна клапанна комутаційна система може виконуватись також на основі поворотних електромагнітів (рис. 3.9.). У такій конструкції клапан 1 прикріплюється безпосередньо до осі ярка 2, електромагніту 3. У вихідному положенні, обмеженому упором 4, клапан утримується за допомогою важеля 5 та пружини 6.

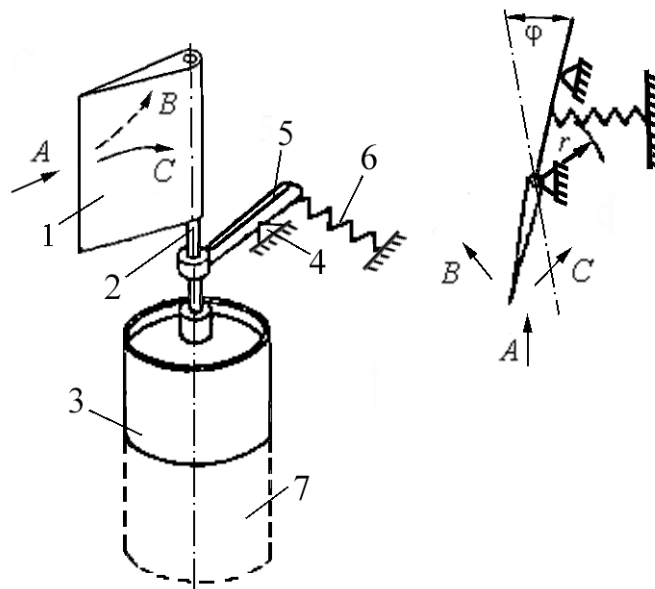


Рис. 3.9

При увімкненні електромагніту його яркір та закріплений на його осі клапан повертаються на кут φ . Комутація потоків здійснюється аналогічно зі схемою рис. 3.7.

У клапані з двома поворотними магнітами другий електромагніт 7 (пунктирна лінія) закріплюється під першим 3. Якоря обох електромагнітів з'єднуються, при цьому вони розташовуються так, щоб їх обертальні моменти були протилежними за знаком та передавали обертання на вісь клапана. На основі такої конструкції за допомогою двоплечового важеля закріпленого на загальній осі та двох клапанів будується трипозиційна система комутації [2, 6].

Вибір електромагнітів для приводу клапанної системи виконують за тяговою характеристикою, яка наводиться у відповідних довідниках. Розрахунок тягової характеристики проводиться аналітичним або графоаналітичним методом у відповідності з заданим часом спрацьовування механізму клапана [2].

3.3.4 Пристрої повороту листів

Найбільше поширення одержали пристрої повороту листів на 180° , відносно повздовжньої їх осі, виконані у вигляді нескінченної несучої стрічки на опорних роликах та пристрої, виконані у вигляді гравітаційних спусків зі змінним положенням площини несучої поверхні [2, 4, 5, 6].

Кінематична схема пристрою повздовжнього повороту, виконаного на основі стрічкового носія, наведена на рис. 3.10.

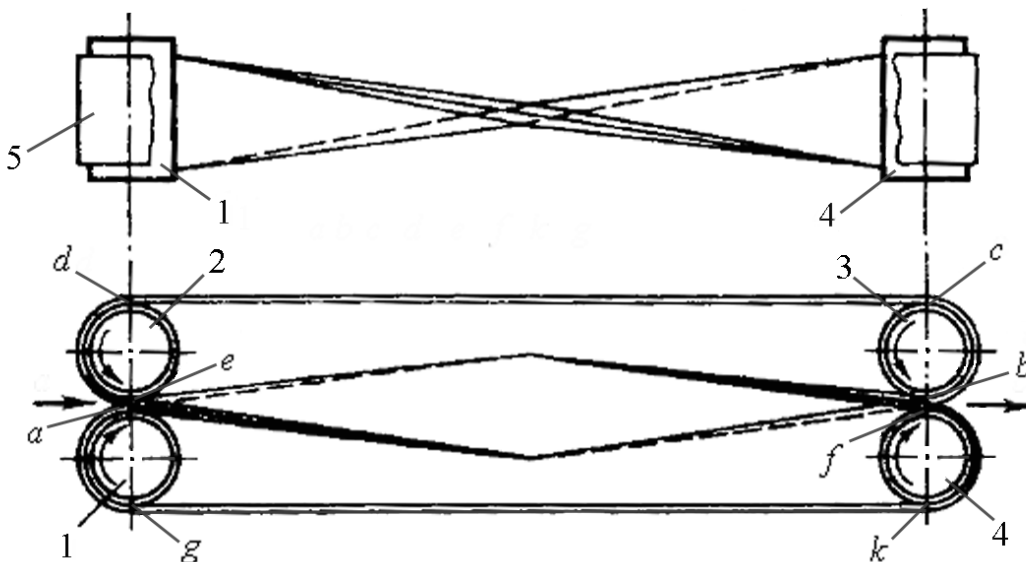


Рис. 3.10

Стрічка 5 рухається на роликах 1, 2, 3, 4 по контуру “вісімки” зі зміною положення її несучої площини. Від точки a (входу пристрою повороту) до точки b (виходу) стрічка рухається з поворотом її площини на 180° , від точки e до точки f площина стрічки знову повертається на 180° таким чином, щоб ланки $a - b$ та $e - f$ були суміщеними, від точки k до точки g площина стрічки

займає вертикальне положення. При такому русі стрічки утворюється канал, площа вхідного отвору якого між роликками 1, 2 повернена відносно площини вихідного отвору між роликками 3, 4 на 180° . Це забезпечує поворот листів, що входять в канал у положенні на довгому ребрі, на 180° відносно повздовжньої осі. Для того, щоб після повороту листи не зміщувались відносно площини транспортування, повздовжні осі листа та стрічки повинні співпадати [2, 6].

На рис. 3.11 наведена конструкція пристрою повороту виконаного у вигляді гравітаційного спуску 1, площа вихідного отвору якого повернена на 180° відносно вхідного. Листи 2 надходять до вхідного отвору пристрою та повертаються в процесі вільного падіння під дією його стінок [12].

Пристрої повороту листів на 180° відносно осі перпендикулярної до площини конверта виконуються на основі конічних фрикціонів [3, 4, 6] або гравітаційного дугоподібного каналу [12].

Принцип дії фрикційного пристрою повороту ілюструється рис. 3.12.

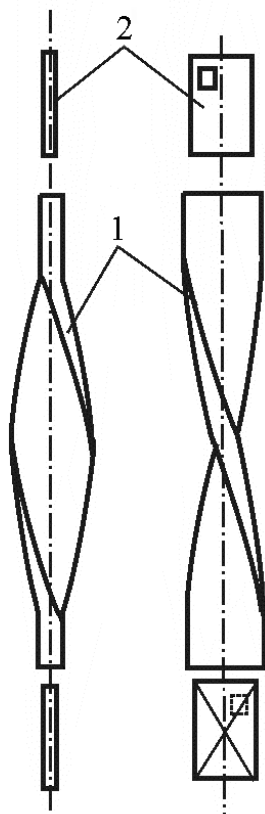


Рис. 3.11

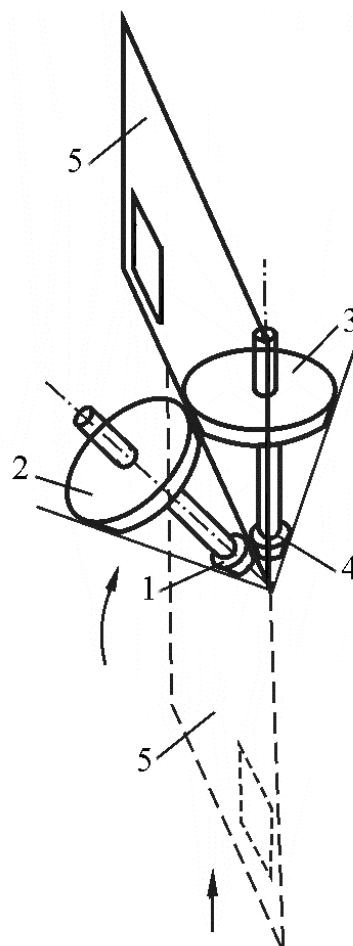


Рис. 3.12

Фрикціони 1, 2 та 3, 4 попарно закріплені на осях, що обертаються та лежать у площині, що перпендикулярна до напрямку транспортування листів. Поверхні фрикціонів, що закріплені на одній осі, утворюють конус і мають однакову кутову та різну лінійну швидкості, внаслідок їх різного діаметра.

Листи уводяться в проміжок, між парами фрикціонів у положенні на довгому ребрі. Поворот листа відносно осі, перпендикулярній його площині, забезпечується за рахунок того, що окружна швидкість верхніх фрикціонів більшого діаметра більша за швидкість нижніх. Кут повороту листа залежить від співвідношення діаметрів фрикціонів та може складати величину близьку до 180° . У пристроях повороту на 180° відносно осі, перпендикулярній площині листа, застосовують дві пари конічних фрикціонів, кожний з яких забезпечує поворот листа на 90° .

Для забезпечення можливості безповоротного транспортування листів у конструкції таких пристроїв передбачають електромагнітний привід, який відводить одну пару роликів, внаслідок чого лист транспортується без повороту.

Поворот листів відносно поперечної осі на 180° може виконуватись двома етапами за рахунок послідовного застосування пристроїв розглянутих вище – повороту на 180° відносно осі, перпендикулярній площині листа та повороту на такий самий кут відносно позадвжньої осі. З цією ж метою можуть застосовуватись пристрої повороту, виконані на основі тупикового каналу [2, 5].

3.3.5 Пристрої штемпелювання

Пристрої штемпелювання наносять календарний штемпель (відбиток) з вказівкою часу, дати та місяця оброблення поштового відправлення, а також виконують погашення знаків поштової оплати (поштових марок).

За принципом дії ПШ поділяються на *механічні* та *електромагнітні*, в яких процес штемпелювання здійснюється відповідно до методу прокатки та удару.

Механічний ПШ складається з двох функціонально поєднаних основних частин: механізму штемпелювання та механізму синхронізації.

Механізм синхронізації (вмикання, вимикання) забезпечує одноразову прокатку штемпелювального ролика у зоні знака поштової оплати. Механізм синхронізації визначає момент надходження знака поштової оплати у зону дії штемпелювального ролика та вмикає його, забезпечуючи надійне нанесення календарного штемпеля в необхідній зоні погашення знаків оплати. Одноразове нанесення відбитку забезпечується вимкненням штемпелювального ролика, після того як він здійснить один оберт.

Механізм штемпелювання складається з муфти *штемпелювального ролика*, на твірній якого закріплюються елементи календарного штемпеля і хвильових ліній погашення марки.

Привод штемпелювального ролика здійснюється через муфту, яка вмикається на один оберт пристроєм синхронізації. Тип муфти визначається необхідною кутовою швидкістю ω обертання вала штемпелювального ролика (для різних типів муфт, значення ω лежить у межах $150 \dots 1200$ (1/с) в залежності від продуктивності ПШ).

Продуктивність пристрою штемпелювання визначається за формулою [2, 5]

$$\Pi_{\text{пш}} = 3600v/(L+\Delta), \quad (3.3.1)$$

де v – швидкість транспортування листів в зоні штемпелювання; L – довжина листа; Δ – інтервал між листами.

Необхідна кутова швидкість обертання штемпелювального ролика визначається за формулою

$$\omega = \Pi_{\text{пш}} (L+\Delta)/3600R \text{ (1|с)}, \quad (3.3.2)$$

де R – радіус штемпелювального ролика.

В ПШ продуктивністю до $12 \cdot 10^3$ лист/год. застосовуються храпові та фрикційні муфти. Перші є більш надійними в експлуатації, однак при підвищенні продуктивності динамічні навантаження та шумові ефекти в них зростають, а надійність знижується. Фрикційні муфти виконуються з поверхнями тертя, які працюють в масляній ванні, або з сухим тертям, та замикаються за допомогою пружин (при $20 \cdot 10^3 \leq \Pi_{\text{пш}} \leq 25 \cdot 10^3$, лист/год.) чи за допомогою роликів між поверхнями напівмуфт (при $25 \cdot 10^3 \leq \Pi_{\text{пш}} \leq 40 \cdot 10^3$ лист/год.) [3, 5].

Механізми увімкнення ПШ поділяються на механічні, зміна стану ланок яких під дією листа вмикає муфту та електромеханічні, що вмикаються електромагнітом за сигналом фотоелектричного датчика. Застосування швидкодіючого фотоелектричного пристрою увімкнення муфти знижує динамічні навантаження на ПШ та зменшує необхідний інтервал руху листів до значення 5...10 мм. Внаслідок зменшення інтервалу між листами зменшується необхідна швидкість їх транспортування та кутова швидкість обертання штемпелювального ролика при заданій продуктивності АЛШМ. Тому саме пристрої цього типу застосовуються в АЛШМ.

Схема пристрою штемпелювання АЛШМ з електромеханічним увімкненням наведена на рис. 3.13.

Штемпелювальний ролик 1 жорстко з'єднаний з верхньою частиною гнучкого вала 2, середня частина якого виконана у вигляді пружини 3, що з'єднує його верхню частину 2 з нижньою 4, поєднаною, у свою чергу, з муфтою приводу. Гнучка конструкція вала зменшує динамічне навантаження при увімкненні ПШ на його елементи, насамперед на муфту.

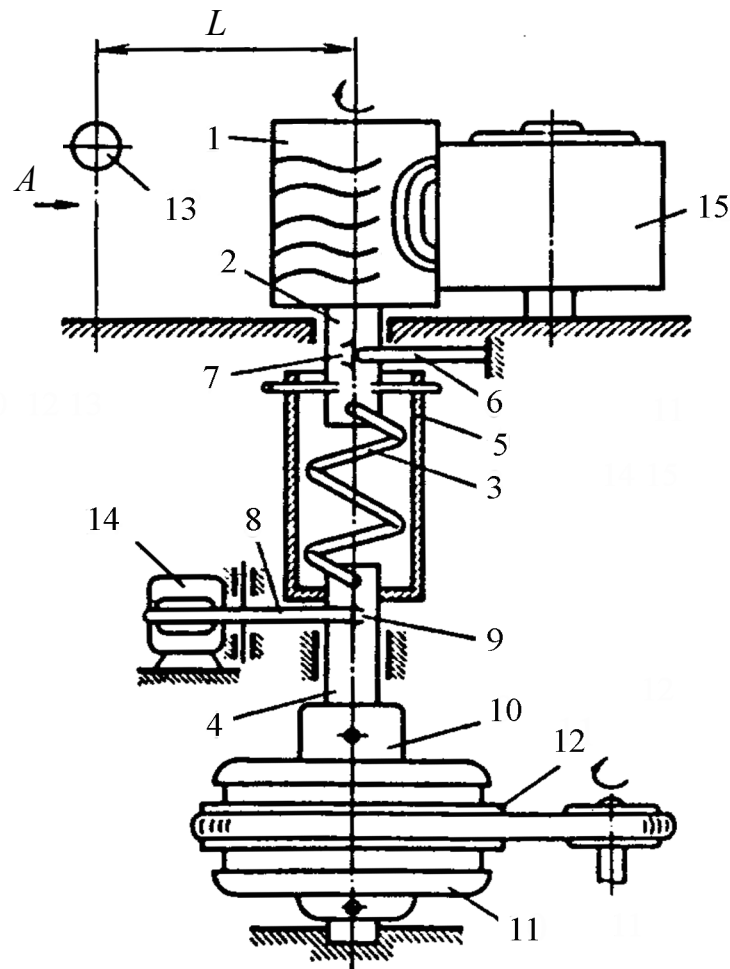


Рис. 3.13

Пружина розміщується в середині втулки 5, що закріплена за допомогою штифта до верхньої частини вала. У вихідному положенні всі частини вала штемпелювального ролика знаходяться у нерухомому стані, а його середня частина – пружина 3, є деформована (закручена). Верхня частина вала зафіксована пружним упором 6, що упирається в зуб 7, а нижня – рухомим упором 8, що упирається в зуб 9. На нижній частині вала закріплені напівмуфти 10, 11 фрикційної муфти, приводна частина якої виконана у вигляді шківів 12 з фрикційними елементами. Шків знаходиться у безперервному обертанні з кутовою швидкістю ω''' , а нижня частина вала – під дією моментів пружини та муфти.

При перетинанні листом, що рухається в напрямі A , активної зони фотодатчика 13 останній вмикає електромагніт 14, який у свою чергу відводить рухомий упор та надає можливість валові під дією моменту муфти здійснювати обертальний рух.

Розгін штемпелювального ролика до необхідної кутової швидкості ω''' , за якої його окружна швидкість $v = \omega'''R$ (R – радіус ролика) буде дорівнювати швидкості руху листа, здійснюється трьома етапами (графік процесу розгону штемпелювального ролика наведено на рис. 3.14) [2, 3, 5]. На першому етапі, після розблокування вала поворотним упором, за час t_1 спрацьовує

електромагніт під дією моментів пружини та муфти, за час t_2 нижня частина вала 4 розганяється до кутової швидкості $\omega'' \leq \omega'''$, а зовнішній діаметр пружини розширюється до внутрішнього діаметра втулки, збільшуючи силу опору руху нижньої частини вала. На другому етапі, протягом часу t_3 кутова швидкість нижньої частини вала зменшується (внаслідок зростання опору), а кутова швидкість верхньої частини починає зростати (штрих пунктирна лінія). Другий етап закінчується, коли кутові швидкості нижньої та верхньої частин зрівнюються (точка c).

На третьому етапі всі три частини вала обертаються як одне ціле, з однаковим прискоренням, під дією моменту муфти та розганяються протягом часу t_4 до необхідної кутової швидкості ω''' , а штемпелювальний ролик повертається у позицію штемпелювання. Після цього штемпелювальний ролик повертається на один оберт з постійною швидкістю ω''' протягом часу t_5 та наносить на поштовий лист (картку) відбиток. Фарба наноситься на робочу поверхню штемпелювального ролика за допомогою фарбувального ролика 15.

Вимкнення ПШ здійснюється двома етапами. При вимкненні електромагніту рухомий упор блокує нижню частину вала, який за час t_6 припиняє обертальний рух. На цьому перший етап вимикання ПШ закінчується. На другому етапі верхня частина вала продовжує обертальний рух по інерції протягом часу t_7 , доки не закрутить пружину до моменту її протидії, після чого вона зупиняється. Пружинний упор 6 протидіє протилежному рухові верхньої частини вала, тому пружина 3 залишається у закрученому стані.

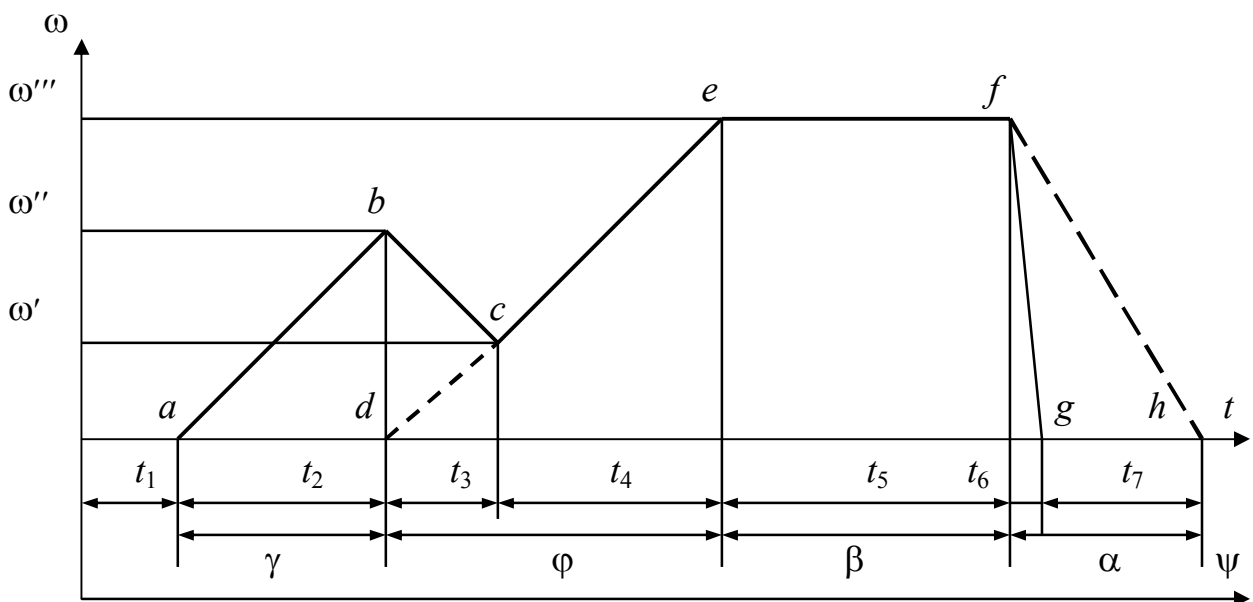


Рис. 3.14

У розглянутому штемпелювальному механізмі кутова швидкість ведучого шківів муфти також повинна дорівнювати ω''' .

При увімкненні механізму пружина закручується на кут γ і її повна деформація складає $\varphi = (\gamma_0 + \gamma)$, де γ_0 – початкова деформація пружини. Для зменшення динамічних навантажень при увімкненні необхідно щоб виконувалась умова рівності кінетичної енергії верхньої частини вала 2 та зв'язаних з ним деталей 1, 5, потенційної енергії пружини 3 в процесі її деформації (закручування) [2].

Елементарна потенційна енергія пружини дорівнює [2, 3, 5]

$$d\Pi = c(\gamma_0 + \gamma) d\gamma, \quad (3.3)$$

де c – жорсткість пружини, Нм/рад. Потенційна енергія Π пружини з жорсткістю c при її деформації у межах від γ_0 до γ визначається за формулою

$$\Pi = A = \int_0^{\gamma} c(\gamma_0 + \gamma) d\gamma = c(\gamma_0\gamma + \gamma^2/2), \quad (3.4)$$

тобто при увімкненні механізму пружина втрачає деформацію здійснюючи при цьому роботу A .

Кінетична енергія T верхньої частини механізму дорівнює

$$T = J_1 (\omega^m)^2 / 2. \quad (3.5)$$

Формула для визначення параметра жорсткості пружини виводиться шляхом порівняння правих частин (3.4), (3.5) та виконання рішення відносно параметра c і має вид [2, 5]:

$$c = J_1 (\omega''')^2 / \gamma(2\gamma_0 + \gamma). \quad (3.6)$$

Формула для розрахунку необхідного *моменту муфти* M виводиться із рівнянь роботи першого, другого та третього етапів розгону штемпелювального ролика. Рівняння для першого етапу має вигляд

$$J_2 (\omega'')^2 / 2 = A + \int_0^{\gamma} M d\gamma, \quad (3.7)$$

де J_2 – момент інерції нижньої частини вала 4 та напівмуфт 10, 11; ω'' – деяке проміжне значення кутової швидкості нижньої частини вала (приймається за умовне $\omega'' = \omega'''$). З урахуванням того, що для фрикційних муфт у практичних розрахунках можна прийняти $M = \text{const}$, рівняння (3.7) набуває вид [2]

$$J_2 \omega''^2 / 2 = A + M\gamma. \quad (3.8)$$

Рівняння для другого та третього етапів розгону має вид

$$J_2 (\omega'''^2 - \omega''^2) / 2 + J_1 \omega'''^2 / 2 = M\varphi. \quad (3.9)$$

Формула для визначення необхідного моменту M штемпелювального ролика виводиться шляхом почленного складання рівностей (3.8), (3.9) та рішенням відносно M і має вид

$$M = (J_{\text{ш}} \omega^2 - 2A) / 2 (\gamma + \varphi), \quad (3.10)$$

де $J = J_1 + J_2$ – момент інерції всієї конструкції, приведений до вала штемпелювального ролика.

Потенційна енергія, набута пружиною 3 під час зупинки ШМ, використовується в момент його увімкнення для виконання корисної роботи A , згідно з (3.4). Це дозволяє полегшити динамічне навантаження муфти, зменшити величину моменту M , який вона повинна передавати [2].

3.3.6 Накопичувачі машин попереднього оброблення

Накопичувачі листів призначені для групування кореспонденції за видами або операцією оброблення та її тимчасового зберігання до наступного оброблення [2, 4, 5, 6].

Спрощена конструктивна схема накопичувача наведена на рис. 3.15.

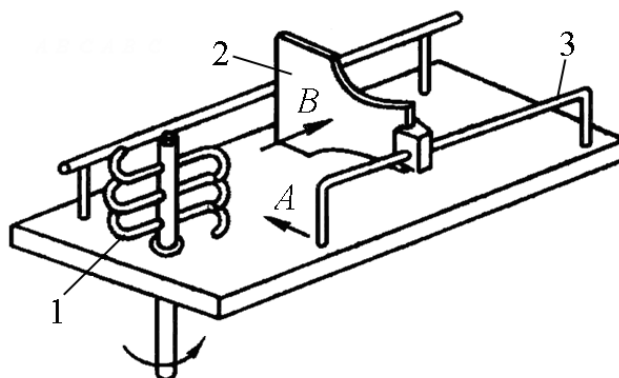


Рис. 3.15

Листи надходять до накопичувача у напрямі A повз кулачкового механізму укладання 1 змонтованого на осі, що обертається. Під дією спірального кулачка листи відхиляються у напрямі B (ортогональному напрямі A), по несучій нижній поверхні накопичувача, вирівнюючись відносно бокової напрямної поверхні. В міру накопичення листів, їх стопа натискає на підтримувальну пластину 2, яка переміщується у напрямі B по напрямивній 3.

Несуча поверхня накопичувача, як правило, виконується у вигляді транспортуючого стрічкового конвейера. Застосовуються також приводні підтримувальні пластини та вирівнювальні напрямивні.

Більш досконала конструкція накопичувача наведена на рис. 3.16 [6].

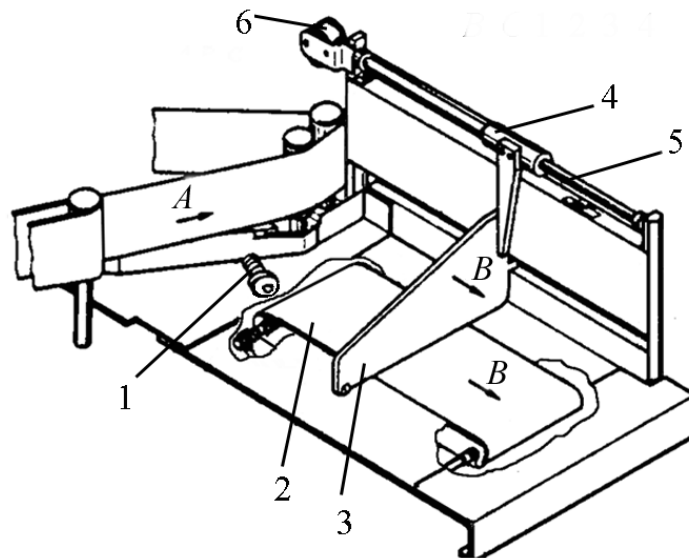


Рис. 3.16

Листи подаються до накопичувача у напрямку *A* транспортуючим пристроєм, виконаним на основі конвейєрних стрічкових носіїв, відхиляються у напрямі *B* гвинтом, що подає 1. Несуча поверхня накопичувача виконана у вигляді стрічкового конвеєра 2. Стопа листів, що накопичуються підтримується пластиною 3, яка вільно закріплена за допомогою втулки-підшипника 4 на напрямівній 5 та повертається у вихідне положення за допомогою пружини 6. Листи у стопі, в процесі свого руху у напрямі *B*, вирівнюються по передньому ребру вирівнювальною та напрямівною пластиною.

При об'єднанні ПОМ в автоматизовані лінії застосовуються буферні накопичувачі як пристрої узгодження, наприклад, узгодження АМРЛ та АЛШМ, АЛШМ та АЛСМ [2, 4, 5, 6, 9].

Схема руху листів у буферному накопичувачі, що ілюструє його склад та принцип дії наведена на рис. 3.17.

Основними функціональними елементами *буферного накопичувача* є конвеєр-формував, пристрій живлення та сепаратор [6, 9].

Конвеєр-формував виконаний у вигляді стрічки 1, на якій змонтовані сталеві кармани. Швидкість стрічки менша, ніж швидкість руху листів 2 на вході конвеєра, внаслідок чого листи накопичуються в карманах стрічки невеликими стопами та подаються пристроєм живлення до сепаратора 3. Таким чином, конвеєр-формував та пристрій живлення забезпечують умови буферного (проміжного) накопичення листів.

У пристрої живлення листи подаються до перфорованої стрічки сепаратора штовхаючими стержнями, змонтованими на ланцюговому конвеєрі. Стрічка сепаратора разом з вакуумною камерою рухається в стартстопному режимі з приводом від електродвигуна, який забезпечує накопичення листів в інтервалі від 50 до 250 мм (вакуумні сепаратори проміжних накопичувачів працюють в стартстопному режимі). Під час видачі листів із буферного накопичувача сепаратор відокремлює їх по одному зі стопи, що надходить до зони його дії із пристрою живлення, та за допомогою сигналів

із фотоелектричних датчиків формує потік листів з відповідним інтервалом руху.

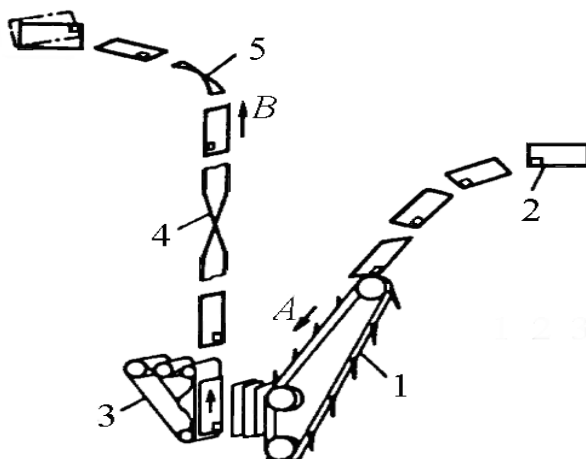


Рис. 3.17

По стрічковому конвейєру листи рухаються до виходу буферного накопичувача. В залежності від призначення у складі буферного накопичувача можуть застосовуватись пристрої повороту, вирівнювання та інші [6].

Наприклад, в буферному накопичувачі для узгодження АЛШМ та пристрою кодування листів перед їх автоматичним сортуванням, після сепарації, листи надходять у пристрій повороту 4 на 180° відносно повздовжньої осі, виконаний в вигляді нескінченної стрічки [6, 9].

Після повороту листи вирівнюються пристроєм 5, який виконаний у вигляді двох нахилених та однієї базисної стрічок. Проходячи крізь нахилені стрічки, листи повільно підходять до базисної стрічки та вирівнюються. Після вирівнювання листи подаються із буферного накопичувача, з продуктивністю 30000 листів/год., до електронного кодувальника [9].

3.3.7 Пристрої виявлення ознак лицювання поштових відправлень

При автоматичному лицюванні листів необхідно виявляти ознаки лицювання, за якими визначається лицювий бік листа. Як такими ознаками використовують поштові марки або спеціальні мітки, що наносяться на лист у вигляді елементарного штрихового коду, шляхом друку [6, 7, 9].

Положення листа може визначатися електричним, магнітним або фотоелектричним методами [6, 7].

При фотоелектричному методі виявлення положення листа застосовуються фотоелектричні пристрої виявлення ознак лицювання. Для реалізації цього методу світловий потік, що відбивається або випромінюється маркою чи міткою, за допомогою оптичної системи спрямовується на чутливу поверхню *оптоелектричного перетворювача* (ОЕП).

Розподіл кореспонденції за видами може здійснюватись в залежності від кольору марки. Для виявлення кольору марки перед ОЕП установлюють вузькополосні фільтри, які виділяють необхідну ділянку спектра світлового

поток. Для надійної роботи ОЕП необхідно щоб контрастність марки та конверта була достатньо великою та забезпечувала надійне виявлення контуру марки на загальному фоні конверта. Подібний метод виявлення марки знайшов застосування в АЛШМ фірми "Toshiba" [6].

Для марок деякого кольору різниця між коефіцієнтами їх відбиття та фону конверта може бути досить малою. У такому разі сигнал виявлення контуру марки на виході ОЕП має низьке значення відношення сигнал/шум, що не забезпечує надійне виявлення марок, особливо при лицюванні поштових карток з художнім оформленням.

Для підвищення надійності застосовують метод визначення положення листа по *люмінесцентній марці*, який потребує виготовлення спеціальних марок з використанням у них ефекту фосфоресценції та флуоресценції (джерел ультрафіолетового випромінювання).

При використанні ефекту фосфоресценції марка акумулює світлову енергію та випромінює її деякий час після опромінювання. Марки з використанням флуоресценції випромінюють світлову енергію під дією короткочасного опромінювання їх ультрафіолетовими променями. Реалізація цього методу ускладнюється необхідністю застосування джерел ультрафіолетового випромінювання та високочутливих ОЕП, але забезпечує високу надійність виявлення марок. Цей метод знайшов застосування в АЛШМ фірми "Telefunken".

При *магнітному методі* положення листа визначається за спеціальними марками з металізованим або магнітним шаром. Під час транспортування листа з такою маркою в зоні дії зчитуючого пристрою металевий шар змінює резонансну частоту коливального контуру та високочастотний струм у його електричному ланцюзі, що є сигналом виявлення марки.

Виявлення марок з феромагнітним шаром здійснюється за допомогою магнітних головок. У пристрої розпізнавання головки розміщуються таким чином, щоб при будь-якому положенні конверта на марку записувався сигнал. Після цього лист проходить зону головок зчитування, одна з яких виявляє сигнал, та своїм відомим положенням визначає положення марки на конверті. Використання даного методу обмежується труднощами зчитування за наявності нерівностей на поверхні листів, що виникають внаслідок різного роду його деформацій.

При *електричному методі* положення листа визначається за спеціальними марками, які мають під шаром клею стрічкоподібні струмопровідні ланки, виготовлені з фольги, графіту або солей. Такі марки виявляються за допомогою пристрою зчитування з електродами під напругою 2...2,5 кВ. Коли марки зі струмопровідними стрічками перетинають такі електроди, виникають електричні розряди через шар паперу марки, які аналізуються пристроєм розпізнавання. Для розподілу кореспонденції за видами на марки різної вартості наноситься відповідна кількість струмопровідних стрічок. До недоліків даного методу слід віднести специфічні вимоги до марок та зниження їх філателістичної цінності внаслідок виникнення слідів від електричних розрядів у ході лицювання кореспонденції. Крім того,

магнітний та електричний способи можуть застосовуватись тільки у випадках, коли марки наклеюються на листи, що також обмежує (обмежувало) застосування даних методів.

Найбільш поширене застосування одержав фотоелектричний спосіб визначення положення листа за спеціальними мітками, що можуть наноситись як друкарськими так і люмінесцентними фарбами. Як ознаки лицювання можуть застосовуватись спеціальні мітки кодового штампа поштового індексу або окремі лицювальні мітки, розташовані поблизу кодового штампа. Найбільш простими фотоелектричними перетворювачами для визначення лицювальних (спеціальних) міток надрукованих друкарською фарбою є фотодіоди. При ширині мітки 1...2 мм необхідний діаметр чутливої поверхні фотодіода складає 1 мм [6]. При русі листів в ТРС у вертикальному положенні виникають їх зміщення у вертикальному напрямку, тому застосовується *лінійка фотодіодів*, яка забезпечує надійне проектування зображення міток на чутливу поверхню фотодіодів при зміщенні положення листа внаслідок нестабільності пристроїв друку та транспортування.

Корпус фотодіода має більші розміри ніж його чутлива поверхня, тому при об'єднанні фотодіодів у лінійку необхідно збільшувати поверхню оптичного зображення міток, яке проектується спеціальною оптичною системою на фотодіоди.

На рис. 3.18 наведена *схема розміщення та синхронізації зчитуючих пристроїв ЛШМ-3* виконаних на основі лінійок фотодіодів [2, 6].

Зчитуючі пристрої 1, 2 розміщуються по обидва боки відносно руху листа 3 на рівні розміщення лицювальних поміток у зоні нижнього ребра та відстані 155 мм один від одного. Елементи ЗП монтуються на жорсткій плиті, яка прикріплюється до каркасу машини за допомогою амортизаторів з можливістю зміни положення у трьох вимірах.

Листи рухаються на довгому ребрі у вертикальній площині між двома двострічковими синтетичними носіями. Для вирівнювання листів застосовується стабілізуюча площина. У зоні зчитування, по трасі руху листів, розміщені чотири фотодатчики (фотобар'єри) Ф1...Ф4. Положення та відстань між фотодатчиками вибрані таким чином, щоб зчитування проводилось в області ймовірного знаходження лицювальних міток.

При перетинанні переднім ребром листа променя фотодатчика Ф1 зчитування проводиться з другої половини конверта правим ЗП (1). При перетинанні листом променя фотодатчика Ф2 формується сигнал "кінець зчитування другої половини листа" для правого ЗП та сигнал "початок зчитування першої половини листа" для лівого ЗП (2). Фотодатчик Ф3 формує сигнал "кінець зчитування першої половини конверта".

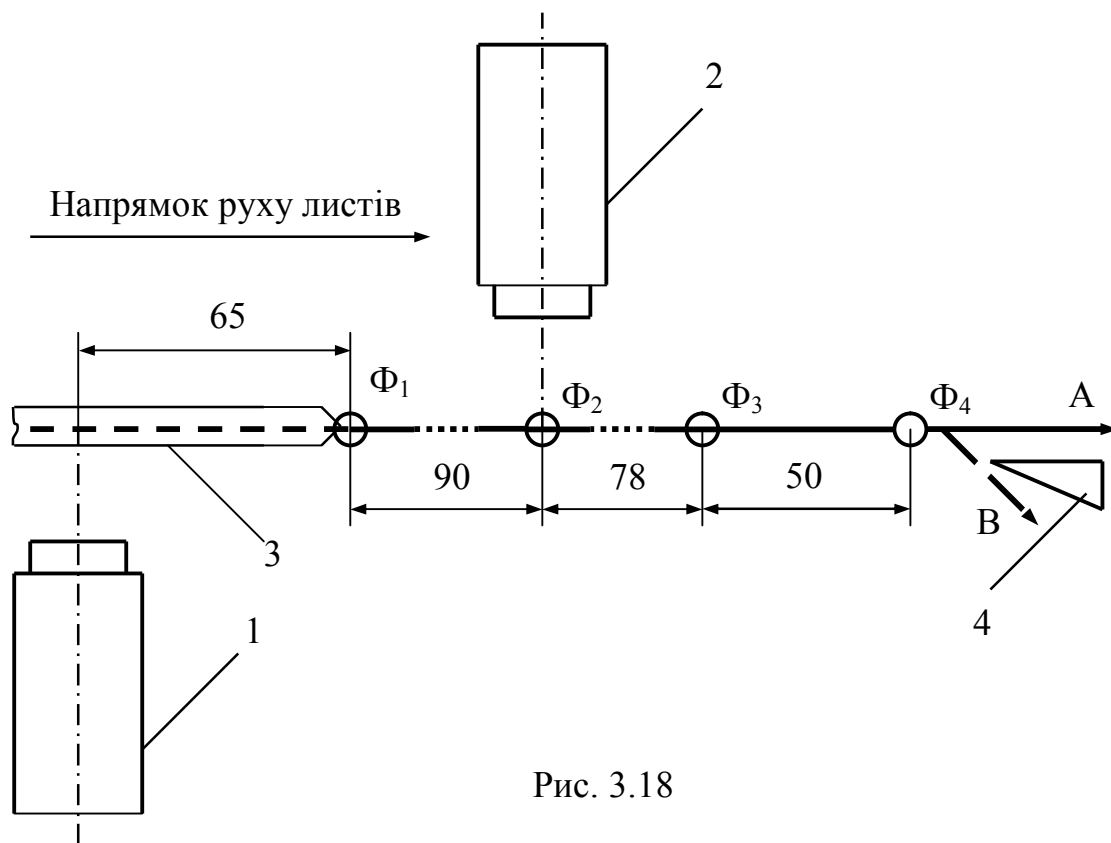


Рис. 3.18

Відстань між фотодатчиками Φ_1 та Φ_4 вибрана таким чином, що дозволяє контролювати наявність необхідного інтервалу 100 мм між листами. Сигнали фотодатчика Φ_4 використовуються також для синхронізації роботи пристрою комутації 4 потоку листів до пристроїв повороту (напрямок А) та обхідного транспортування (напрямок В).

Склад ЗП та хід променів світла наведено на рис. 3.19,а. Джерело світла 1 (лампа розжарення) живиться від стабілізованого джерела напруги, яка може регулюватись з метою необхідного освітлення області зчитування конверта 2. Оптикоелектричний перетворювач 3 включає в себе оптичну систему 4, лінійку фотодіодів та підсилювач відеосигналу.

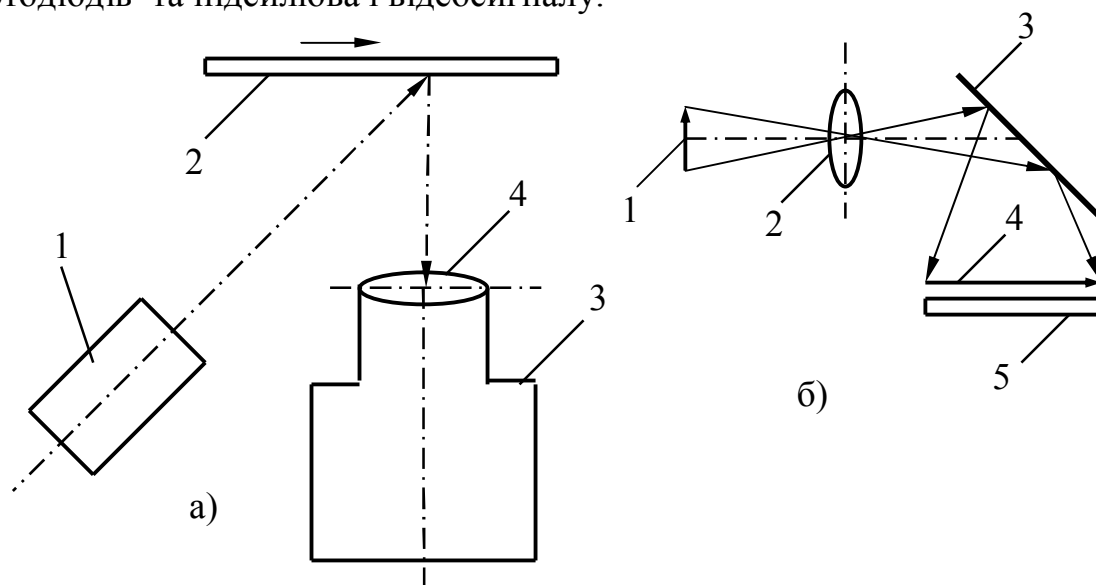


Рис. 3.19

Схема формування оптичного зображення в ЗП наведена на рис. 3.19,б. Зображення лицевальних міток 1 з поверхні листа робить проекцію за допомогою лінзи 2 та дзеркала 3 на матову поверхню скла і через останню на світлочутливу поверхню лінійки фотодіодів 5 у вигляді оптичного зображення 4. Значення освітленості оптичного зображення перетворюються за допомогою лінійки фотодіодів у відповідні значення електричного струму (відеосигналу).

Для налагоджування оптичної системи дзеркало 3 може повертатись на 90° та фіксуватись у необхідному положенні.

Функціональна схема пристрою виявлення (розпізнавання) лицевальних міток, який застосовується в ЛШМ-3 наведена на рис. 3.20. Кожний з пристроїв розпізнавання лицевальних міток ПР1, ПР2 включає фотоелектричні перетворювачі, вузли аналізу та прийняття рішення про формування відповідного сигналу керування пристроями комутації АЛШМ [6].

Оптичне зображення зони зчитування лівого та правого боків листа перетворюється у послідовність електричних аналогових сигналів оптоелектричними перетворювачами ОЕП-1, ОЕП-2 (лінійки фотодіодів). Аналогові сигнали підсилюються підсилювачами (П) та квантуються тригерами Шмітта (компараторами – К) за двома рівнями (логічними значеннями "0" та "1" для подальшого їх цифрового оброблення). Після двійкового квантування сигнали зчитування надходять до схем формування загального сигналу, де вони складаються за правилом диз'юнкції (схеми диз'юнкції – СД1, СД2).

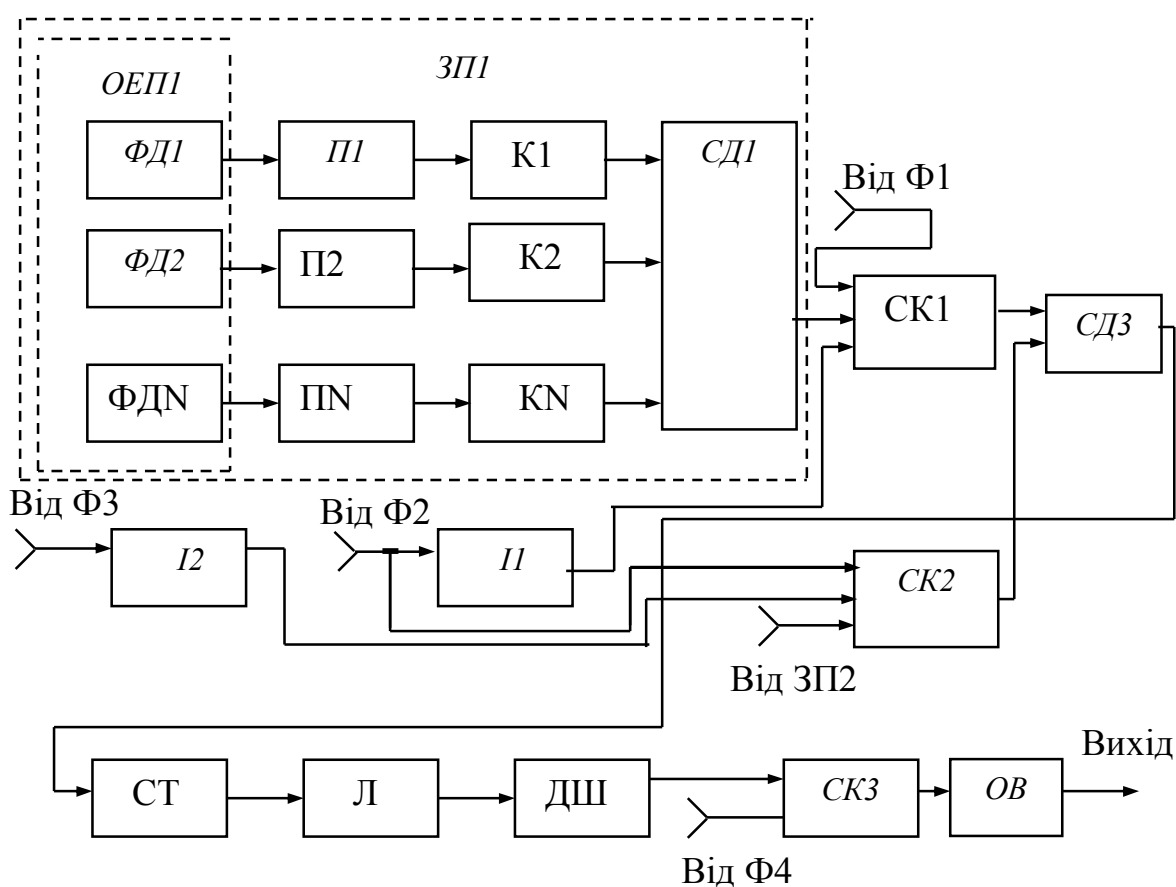


Рис. 3.20

Для перетворювання оптичного зображення в електричний сигнал застосовується лінійка із 13-ти фотодіодів, що забезпечує надійне зчитування штрихів лицювальних міток з мінімальною шириною 1 мм в області зчитування 13 мм. Діаметр фотодіода складає 4мм, а мінімальна ширина мітки – 1 мм, тому для того, щоб зображення мітки проєкціювалось на один фотодіод, коефіцієнт збільшення оптичної системи складає 4 [2, 6, 7].

У результаті оптичного перетворювання на виходах лінійки фотодіодів формуються електричні сигнали, які після підсилювання, квантування та логічного складання, надходять до вузла аналізу значення їх амплітуди та тривалості. За результатами аналізу приймається рішення про наявність або відсутність лицювальних міток (лицювого боку листа) та формуються відповідні сигнали керування пристроями комутації листів.

До вузла аналізу сигнали від ЗП1, ЗП2 надходять через тривходові схеми кон'юнкції (СК1, СК2) та двовходову схему диз'юнкції СДЗ на вхід селектора тривалості сигналу (СТ). За наявності у полі зчитування мітки СТ виділяє імпульси заданої тривалості, що надходять із зчитуючого пристрою, а лічильник (Л) підраховує їхню кількість.

Для прийняття рішення виявлення мітки устанавлюється порогове значення тривалості сигналу її зчитування. За порогове значення приймається тривалість сигналу, що складає 80% максимально можливого його значення E_{\max} . Наприклад, при швидкості руху листів у ТРС ЛШМ-3 $v = 2,5$ м/с та довжині мітки 7 мм $E_{\max} = 2,8 \cdot 10^{-3}$ с [6].

Вузол прийняття рішення виконаний на основі дешифратора (ДШ) та двовходової схеми кон'юнкції СК3. Прийняття рішення про виявлення ознаки лицювання приймається у випадку, коли дешифратор зареєструє наявність підрахунку лічильником п'яти імпульсів, що надійшли в нього із СТ. При надходженні листа до пристрою комутації він потрапляє у зону дії Ф4, який формує сигнал синхронізації, забезпечуючи проходження сигналу прийняття рішення із виходу ДШ через СК3 на одновібратор (ОВ) для увімкнення електромагніту пристрою комутації 4.

Сформований на виході одновібратора ОВ сигнал сприймається схемою увімкнення електромагніту, внаслідок чого пристрій комутації направляє лист на якому виявлені ознаки лицювання до обхідної траси. Через деякий час, необхідний для комутації листа в обхідну трасу, одновібратор повертається у вихідне положення, електромагніт вимикається і пристрій комутації також повертається у вихідне положення.

Формування розглянутих вище сигналів виявлення областей зчитування міток з лівого та правого боків листа фотодіодами Ф1, Ф2, Ф3 використовується для синхронізації функціональних елементів пристрою аналізу та забезпечення можливості процесу аналізу тільки під час зчитування області ймовірного знаходження міток. При перетинанні переднім ребром листа оптичної осі фотодіода Ф1 останній формує сигнал "1", який подається на вхід СК1, та разом з сигналом "1", що надходить з інвертора І1 (інвертований сигнал "0" з фотодіода Ф2), забезпечує проходження сигналу зчитування лівого нижнього кута листа, через СК1 до пристрою аналізу. При перетинанні листом

фотодіода Ф2 закінчується аналіз лівої сторони листа та розпочинається аналогічний розглянутому вище аналіз правої сторони листа, який закінчується при перетинанні листом фотодіода Ф3 [6].

3.4 Функціональна структура, компоновальні рішення та технічні характеристики автоматичних ЛШМ

Автоматична ЛШМ фірми “Elliot” типу “Marc-III” призначена для лицювання та штемпелювання кореспонденції, розподілу її на місцеву та іногородню, а також за положенням марки на адресному та зворотному боці листа. Листи без марок, а також листи, на яких ознаки марок невизначені пристроєм розпізнавання направляються у довідковий накопичувач. Продуктивність машини складає 27000 лист/год., максимальні розміри листів обмежуються значеннями 240 x 150 x 6 мм [6].

Живлення машини може виконуватись шляхом автономного завантаження оператором, або автоматично від АМРЛ. Автономно листи завантажуються стопами у пристрій завантаження ПЗ та подаються ним до зони дії сепаратора. Листи, що надходять з АМРЛ, проходять ступінь узгодження, де вони шляхом декількох поворотів системою конвейєрів (конвейєрний формувач) формуються у стопи та сепаруються додатковим сепаратором.

Після сепарації листи, з необхідним інтервалом, надходять через пристрій об'єднання потоку до транспортно-розподільної системи, на вході якої вони потрапляють у перший вирівнювальний пристрій. Після вирівнювання траєкторії руху листів перший пристрій розпізнавання за допомогою двох зчитуючих пристроїв виявляє наявність марки в зоні нижнього ребра по обидва боки листа та направляє такі листи пристроєм комутації до обхідної траси ОТ, а всі інші листи – до пристрою повороту (ПП). Після повороту в ПП листи надходять до другого пристрою об'єднання (ПО2) потоку з потоком листів, що надходять з обхідної траси, внаслідок чого на виході ПО2 формується потік, в якому всі листи рухаються у положенні з маркою в зоні нижнього ребра.

У об'єднаному потоці листи вирівнюються у другому вирівнювальному пристрої, зчитуються двома наступними пристроями та аналізуються другим пристроєм розпізнавання. В результаті аналізу (розпізнавання), листи розподіляються за положенням марки. Листи з марками в зоні переднього (відносно напрямку руху) ребра направляються до двох накопичувачів (переднє праве та переднє ліве положення), а листи з марками в зоні заднього ребра – до двох інших накопичувачів (заднє праве та заднє ліве положення). Листи, на яких з різних причин марки невизначені та листи без марок, направляються у довідковий накопичувач. Перед кожним з чотирьох накопичувачів листів з виявленими марками встановлено пристрій штемпелювання за допомогою якого наносяться відбитки календарного штемпеля та погашаються марки.

Основна частина ТРС машини виконана на основі однієї нескінченної стрічки, яка на ланках транспортування створює канал із гілок, що рухаються в одну сторону, а на ланках повороту та розподілу – канали транспортування, по яких транспортування листів здійснюється гілкою стрічки та прижимними

роликами. До пристрою повороту та пристроїв штемпелювання листи розподіляються за допомогою клапанів.

Автоматична ЛШМ фірми "Telefunken" (Німеччина) призначена для лицювання та штемпелювання листів за маркою з фосфоресцентним або флуоресцентним покриттям. Продуктивність машини складає 22000 лист/год. Максимальні розміри кореспонденції складають 254 x 176 x 5 мм [2, 6].

Листи уводяться в машину з пристрою автономного завантаження через сепаратор С або безпосередньо, через конвейер узгодження від АМРЛ та через перший пристрій об'єднання надходять у зону дії зчитуючого пристрою. Перший пристрій розпізнавання виявляє марки з одного (правого) боку конверта та направляє такі листи першим пристроєм комутації (клапаном) до обхідної траси, а інші листи до пристрою повороту на 180° відносно повздовжньої осі, після чого обидва потоки листів об'єднуються другим пристроєм об'єднання. В об'єднаному, після повороту частини листів, потоці марки у процесі руху листів займають положення з одного боку конверта в зоні верхнього або нижнього ребра та зчитуються другим зчитуючим пристроєм (ЗП2). За сигналами ЗП2 другий пристрій розпізнавання виявляє марки та за допомогою двох наступних пристроїв комутації розподіляє листи на три потоки:

- листи з маркою в зоні верхнього ребра направляються до пристрою повороту (ПП2) на 180° відносно повздовжньої осі;
- листи з маркою внизу в зоні нижнього, переднього та заднього ребер направляються до пристрою повороту (ПП3) на 180° відносно поперечної осі;
- листи, на яких наявність марок не виявлена, направляються до довідкового накопичувача.

Після повороту листів у пристроях ПП2, ПП3 та об'єднання їх потоків третім пристроєм об'єднання, вони займають однакове положення, в якому марка знаходиться у зоні нижнього та переднього відносно руху ребер (зліва). У такому положенні листи надходять до пристрою штемпелювання, що гасить знаки поштової оплати та проставляє календарний штемпель.

Лицьована та штемпельована кореспонденція направляється четвертим пристроєм комутації до окремого накопичувача або через четвертій пристрій повороту (повздовжнього) до виходу узгодження АЛШМ з автоматичною АЛСМ на сортування.

Автоматична ЛШМ фірми "Toshiba" (Японія) призначена для лицювання, штемпелювання та розподілу листів по чотирьох накопичувачах на основі аналізу звичайних кольорових марок [6].

Вона може застосовуватись в автономному режимі шляхом уведення листів до ТРС через пристрій автономного завантаження та сепаратор, а також сумісно з АМРЛ – через конвейер узгодження та перший пристрій об'єднання. На вході ТРС листи вирівнюються першим вирівнювальним пристроєм та аналізуються першим пристроєм розпізнавання, який виявляє марки з обох боків листа за допомогою двох зчитуючих пристроїв у зоні нижнього ребра і направляє такі листи першого пристрою комутації до обхідної траси, а всі інші – до першого пристрою їх повороту на 180° відносно повздовжньої осі. Після повороту листи об'єднуються в один потік з листами, що надходять з обхідної

траси, вирівнюються та аналізуються другим пристроєм розпізнавання за допомогою двох наступних зчитуючих пристроїв з обох боків листа у зоні його нижнього ребра.

Другий пристрій розпізнавання виявляє положення марок, аналізує їх поверхню та колір. За результатами аналізу формуються сигнали керування пристроями двома штемпелювання та чотирма наступними пристроями комутації листів відповідно до довідкового та трьох основних накопичувачів. У додатковий довідковий накопичувач направляються листи, на яких не виявлена наявність марок, а у перший (за послідовністю руху листів в ТРС) з основних накопичувачів – листи для подальшого їх прискореного оброблення. Решта листів надходить до двох інших основних накопичувачів. Для того щоб марки на листах у цих накопичувачах займали однакове положення застосовується додатковий пристрій повороту частини листів відносно поперечної осі на шляху їх транспортування до другого основного накопичувача.

Автоматична ЛШМ фірми "Toshiba", в якій лицювання здійснюється за триштриховими червоними мітками надрукованими у нижньому правому куті лицьового боку конверта (поштової картки), крім основних функцій лицювання та штемпелювання виконує операції аналізу і розподілу листів за довжиною та шириною [6].

Функціональна схема машини у своїй першій частині (до пристроїв розподілу листів по накопичувачах) аналогічна розглянутій вище АЛШМ фірми "Toshiba", в якій як ознаки лицювання використовуються звичайні поштові марки.

Листи та поштові картки завантажуються в АЛШМ з автономного входу або надходять з АМРЛ. Перед першим пристроєм розпізнавання вони вирівнюються, визначається їх висота по вертикалі та зона ймовірного знаходження штрихових ознак лицювання. Перший пристрій розпізнавання шляхом аналізу сигналів з розміщених по обидва боки траси двох фотодіодних лінійок (із 128 фотодіодів у кожній лінійці використовується 64) визначає лицьовий бік листів за наявності штрихових ознак у верхній частині конверта та направляє їх в обхідну трасу. Решта листів направляється до пристрою повороту на 180° відносно повздовжньої осі. Після повороту частини листів обидва потоки об'єднуються в один та надходять у зону дії другого пристрою розпізнавання, який аналогічно першому визначає наявність ознак лицювання з обох боків листа в зоні його верхнього ребра. У результаті аналізу другий пристрій розпізнавання виявляє листи з ознаками на лівому або правому їх боці відносно напрямку руху, формує сигнали для розподілу їх на два потоки та сигнали увімкнення відповідного з двох пристроїв штемпелювання, з приводом від електромагнітних муфт.

Після штемпелювання листи розподіляються за наступними ознаками: листи, які мають ознаки з лівого боку, направляються до основного накопичувача; листи, які мають ознаки з правого боку, направляються у пристрій повороту навколо вертикальної осі (тупикового типу) та після нього також направляються в основний накопичувач; листи з не виявленими мітками, розміри яких не задовольняють установленим вимогам, відповідно

направляються до накопичувачів нелицьованої та негабаритної кореспонденції. У результаті оброблення до основного накопичувача надходять листи, марки яких займають однакове положення (лицьована та штемпельована кореспонденція).

Автоматична ЛШМ фірми “NEC” (Японія) призначена для лицювання та розподілу письмової кореспонденції шляхом виявлення штрихів кодового штампа, марок – за ознаками їх кольору, а також люмінесцентних марок (фосфоресцентних та флуоресцентних) [6, 9].

Уведення листів в машину може виконуватись в двох режимах: шляхом автономного завантаження у пристрій завантаження та сепарації сепаратором; автоматично від АМРЛ, з застосуванням буферного накопичувача, через конвейер узгодження. В обох режимах введення листи надходять до двох зчитуючих пристроїв через перший пристрій об'єднання потоків та перший вирівнювальний пристрій, зі швидкістю відповідно продуктивності 30 000 лист/год.

Перший пристрій розпізнавання (ПР1) виявляє кодівий штамп або марки в нижній частині конверта, з лівого та правого боків відносно його руху на довгому ребрі. Листи з виявленими штрихами або марками надходять через перший пристрій комутації ((ПК1) до обхідної траси ОТ, а всі інші (через ПК1) – до першого пристрою повороту (ПП1) навколо повздовжньої осі, після чого обидва потоки листів об'єднуються в один, вирівнюються та надходять до двох наступних зчитуючих пристроїв, другого пристрою розпізнавання ПР2.

Пристрій ПР2, аналогічно пристрою ПР1, виявляє штрихи лицювальної мітки та марки у нижній частині листа (після повороту частини листів у пристрої ПП1 всі листи з виявленими ознаками лицювання рухаються у положенні марки в зоні нижнього ребра). Після аналізу пристроєм ПР2, листи надходять до двох пристроїв штемпелювання, які за його сигналами забезпечують штемпелювання повернутих у ПП1 листів та листів, що надходять з обхідної траси без зміни положення, з моменту їх введення в АЛШМ.

Після штемпелювання авіалісти через наступні три пристрої комутації (ПК2, ПК3 та ПК4) надходять до двох окремих за призначенням що до подальшої їх обробки накопичувачів; листи на яких не виявлені ознаки лицювання, довгі листи та ті, інтервал руху яких є меншим за 100 мм, через ті самі пристрої комутації та п'ятий пристрій комутації (ПК5) – до довідкового накопичувача. Всі інші листи (з виявленими та погашеними марками) надходять через пристрої комутації ПК2 – ПК5 та шостий пристрій комутації (ПК6) до основного накопичувача, або через ПК6 до виходу узгодження АЛШМ з електронним кодувальником або АЛСМ.

Лицювання всієї кореспонденції (основного її потоку) за адресним (одним) боком досягається застосуванням другого пристрою повороту, до якого відповідна частина листів надходить через пристрій комутації та після повороту навколо вертикальної осі об'єднується з листами, що надходять від ПК5.

Машина забезпечує продуктивність 30 000 лист/год, з помилкою операції лицювання 3%. Допустимі розміри письмової кореспонденції: мінімальні –

90 x 140 мм; максимальні – 120 x 235 мм; товщина від 0,18 до 5 мм. Ємність буферного накопичувача складає 400 мм. Ємність основного накопичувача Н2 – 600 мм [6].

Вітчизняна автоматична машина типу ЛШМ-3 призначена для сумісного застосування з автоматичною машиною розбирання листів МРП-2. Вона виконує операцію лицювання шляхом виявлення спеціальних штрихових міток, які є частиною кодового штампу поштового індексу та розміщуються над трафаретними сітками для центрування знаків поштового індексу [2, 7]. Для ефективного застосування подальшого автоматичного сортування, машина розподіляє кореспонденцію на негабаритну, нелицьовану, неіндексовану та індексовану (лицьовану та штемпельовану). Розміри листів та поштових карток відповідно складають 162 x 114 x 3мм та 148 x 105 мм. Продуктивність машини складає 28 000 лист/год. [2, 3, 4, 5, 6].

Функціональна схема ЛШМ-3 наведена на рис. 3.21. Сформований на виході АМРЛ потік листів з інтервалом руху не менше 100 мм (на довгому ребрі у вертикальному положенні) надходить через конвейер узгодження в перший вирівнювальний пристрій ВП1. Після вирівнювання листи аналізуються першим пристроєм розпізнавання ПР1, з лівого та правого боків конверта відносно напрямку його руху, за допомогою двох зчитуючих пристроїв ЗП1 та ЗП2. Листи, кодовий штамп яких знаходиться у зоні нижнього ребра, за сигналом ПР1 направляються пристроєм комутації ПК1 до обхідної траси ОТ1, а всі інші – до пристрою повороту ПП1 на 180° відносно повздовжньої осі.

Після повороту листів у ПП1 вони об'єднуються з листами, що надходять з обхідної траси ОТ1 в один потік, пристроєм об'єднання ПО1 та у положенні кодового штампа біля нижнього ребра надходять до другого вирівнювального пристрою. Після вирівнювання листи аналізуються другим пристроєм розпізнавання ПР2, який аналогічно ПР1, за допомогою зчитуючих пристроїв ЗП3, ЗП4 виявляє лицювальні мітки кодового штампа, а також їх положення на листі та формує сигнали для керування пристроями комутації.

Листи, які мають кодовий штамп з правого боку відносно напрямку руху комутуються пристроєм ПК2 до пристрою повороту відносно поперечної вісі ПП2, листи які мають кодовий штамп з лівого боку комутуються тим самим пристроєм до обхідної траси ОТ2. Після проходження пристрою повороту та обхідної траси листи об'єднуються пристроєм ПО2 у загальний потік лицьованої на один бік кореспонденції та надходять до пристрою штемпельювання ПШ, а листи з невиявленим кодовим штампом (ознаками лицювання), довгі листи та ті, інтервал руху яких є меншим за 100 мм, – до довідкового накопичувача ДН.

Після штемпельювання листи проходять через пристрій повороту ПП3 та повз зчитуючого пристрою ЗП5 для виявлення наявності знаків поштового індексу (індексованої ПК). В результаті аналізу сигналів ЗП5 пристрій розпізнавання ПР3 формує сигнали для керування пристроєм комутації ПК3, який направляє листи до накопичувача Н2 неіндексованої ПК або до накопичувача Н3 індексованої кореспонденції для подальшого їх сортування за допомогою автоматичної ЛСМ.

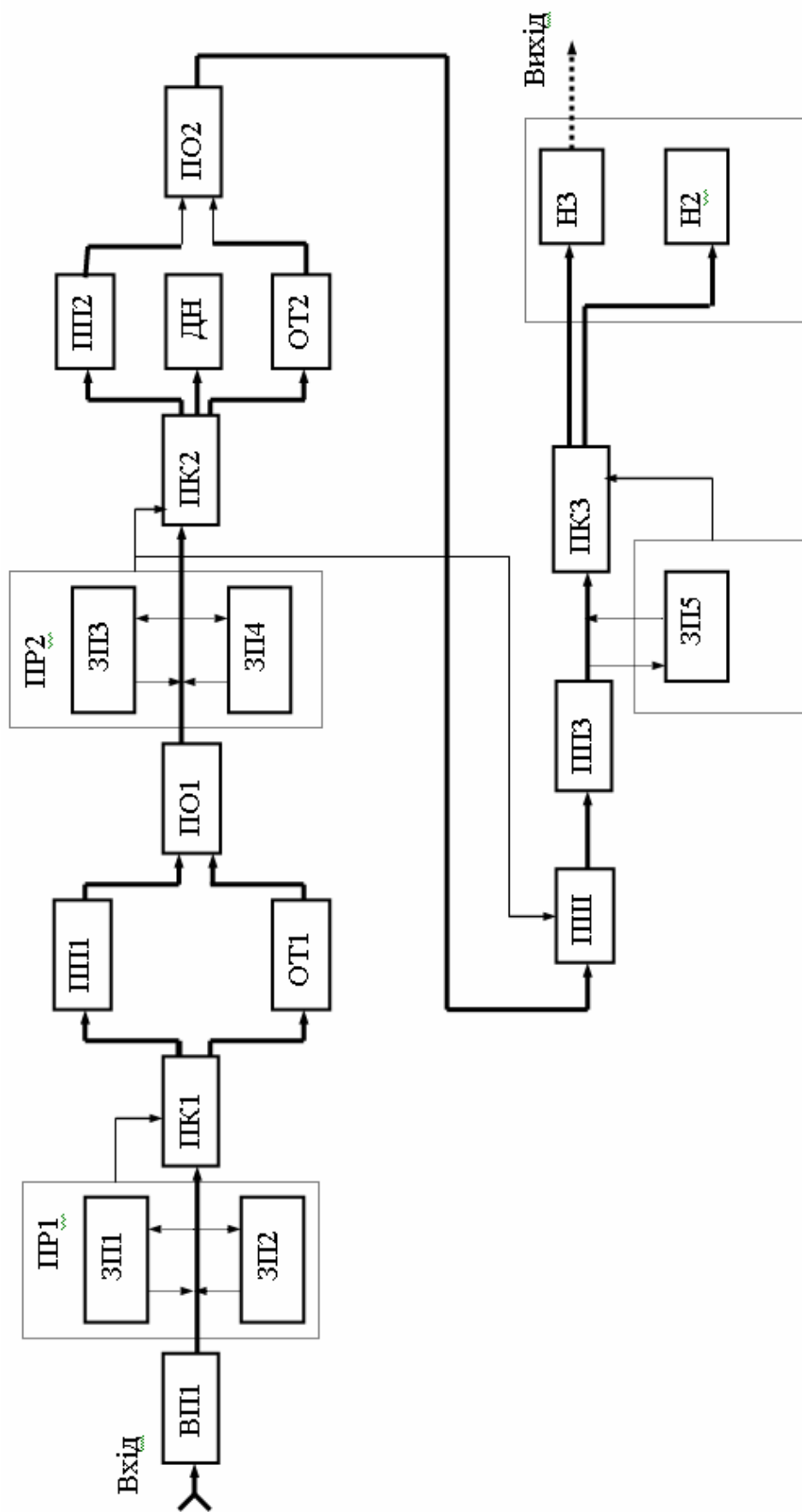


Рис. 3.21

Узагальнена конструктивна схема ЛШМ-3 наведена на рис. 3.22.

Компонування машини включає наступні основні вузли та пристрої: пристрої вирівнювання та зчитування 1; пристрій повороту відносно повздовжньої осі та обхідна траса 2; пристрій повороту відносно поперечної осі (тупикового повороту) та обхідна траса 3; пристрій штемпелювання 4; пристрій повороту (на 90°) траєкторії руху листів 5; модуль накопичувачів 6; накопичувач для нестандартної кореспонденції (довідковий накопичувач) 7.

Конструкція основних вузлів ЛШМ-3 розглянута вище. Довідковий накопичувач розміщується під пристроєм поперечного (тупикового) повороту ПП2, зчитуючі пристрої ЗП1, ЗП2 та ЗП3, ЗП4 попарно змонтовані на двох загальних для кожної їх пари плитах, що забезпечує зчитування ознак лицювання з лівого та правого боку конверта відносно його руху в ТРС. [2, 4, 5, 6].

Сигнал ввімкнення електромагнітної муфти штемпелювального механізму формується керуючим пристроєм при перетинанні листом оптичної осі фотодатчика змонтованого на трасі перед штемпелювальним роликком.

Після штемпелювання листи змінюють напрям руху на 90° за допомогою пристрою повороту 5 (ПП3). Зміна напрямку руху (вліво або вправо) залежить від вибраної схеми компонування машини. Після повороту на 90° листи проходять зону дії зчитуючого пристрою ЗП5 для виявлення наявності поштового індексу та надходять до модуля накопичення (Н2, Н3), де вони укладаються в горизонтальні стопи. Для неіндексованої кореспонденції застосовується окремий накопичувач. Укладання листів виконується у готовий до роботи накопичувач. При заповненні одного із накопичувачів, потік листів автоматично направляється за допомогою клапана до другого накопичувача. Керування клапаном здійснюється за допомогою установлених у накопичувачах датчиків. При застряганні (заторах) кореспонденції в ТРС передбачена автоматична візуальна сигналізація та аварійна зупинка машини.

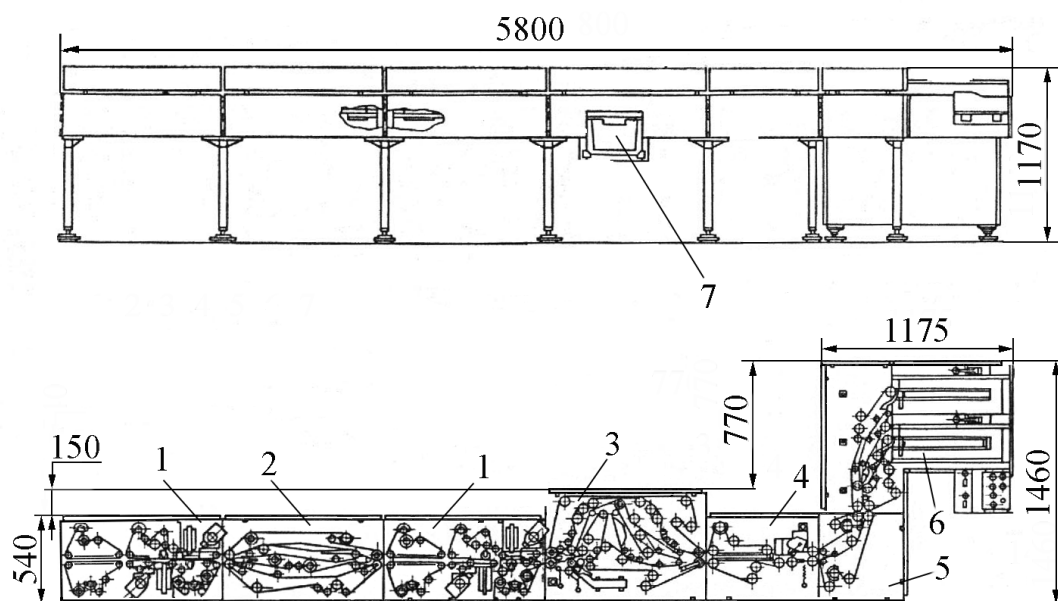


Рис. 3.22

Технічні характеристики машини ЛШМ-3:

- технічна продуктивність 28 000 лист/год;
- лінійна швидкість листів в ТРС 2,5 м/с;
- мінімальний інтервал руху листів 100 мм.

Вітчизняна автоматична машина типу ЛШМ-4 призначена для лицювання-штемпелювання листів та поштових карток за вимогами до їх ознак лицювання і розмірів, аналогічних розглянутим вище для ЛШМ-3. Особливістю конструкції ЛШМ-4 є відсутність пристроїв повороту листів, внаслідок чого кореспонденція обробляється за двома етапами (прогонами). На першому етапі лицюються та штемпелюються листи, кодовий штамп яких знаходиться у зоні нижнього ребра. Листи з кодovими штампами з лівого та правого боків відносно їх руху, після штемпелювання двома пристроями, направляються відповідно у два накопичувачі, а листи з кодovими штампами у зоні верхнього ребра направляються до окремого проміжного накопичувача [2, 5].

На другому етапі стопа листів виймається оператором з проміжного накопичувача, повертається на 180° відносно їх довгого ребра та завантажується у пристрій уведення для повторного оброблення, аналогічного першому етапу.

Функціональна схема ЛШМ-4 наведена на рис. 3.23. Стопи листів завантажуються оператором на довгому ребрі у пристрій завантаження ПЗ та подаються в зону дії сепаратора С. Після сепарації листи надходять до першого вирівнювального пристрою ВП1, в якому вони контролюються за товщиною фотоелектричним пристроєм (ФЕП). Подвійні та негабаритні листи (товщина яких перевищує 3 мм) направляються пристроєм комутації ПК1 до накопичувача Н1, а всі інші – до другого вирівнювального пристрою ВП2, в якому виконується зчитування площини листа з обох боків у зоні нижнього ребра для виявлення ознак лицювання.

Виявлення ознак лицювання виконується пристроєм розпізнавання ПР1 за допомогою двох зчитуючих пристроїв ЗП1 та ЗП2, подібних за принципом дії та конструкцією розглянутим вище ЗП, що застосовуються в ЛШМ-3. Листи, на яких не виявлені ознаки лицювання (лицювальні мітки кодового штампа) направляються пристроєм комутації ПК2 до проміжного накопичувача Н2, а листи з виявленими ознаками лицювання – до пристрою комутації ПК3.

Пристрій комутації ПК3 направляє листи, ознаки лицювання яких виявлені з правого або лівого боків, відповідно до пристрою штемпелювання ПШ2 або ПШ1. Після штемпелювання листи транспортуються до відповідного накопичувача Н3 або Н4. У накопичувачі Н3 кодовий штамп займає положення у зоні заднього ребра листа, а в накопичувачі Н4 – в зоні переднього ребра. При завантаженні листів з Н3 в автоматичну ЛСМ (наприклад, в МАП-1) їх необхідно повертати на 180° відносно короткого ребра.

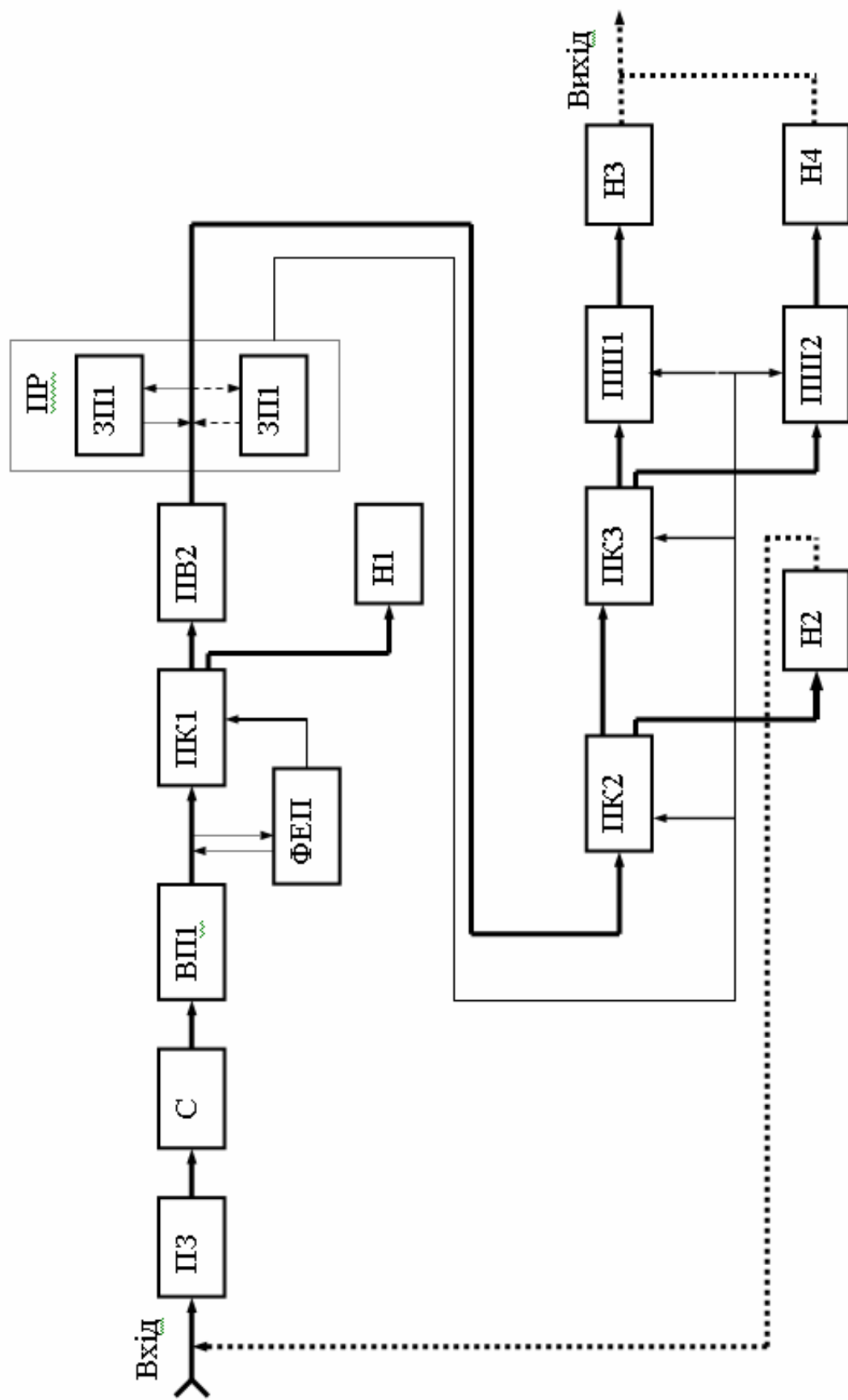


Рис. 3.22

Конструктивна схема ЛШМ-4 наведена на рис. 3.24. На схемі цифрами позначені наступні пристрої та механізми [5]: 1 – пристрій завантаження; 2 – сепаратор; 3 – вирівнювальний пристрій з пристроєм контролю габаритів листів; 9, 10, 11, 12 – транспортуючі пристрої; 4, 13, 14 – пристрої комутації; 6, 21, 24, 26 – накопичувачі; 5, 16, 19, 22 – механізми укладання листів; 7, 8 – зчитуючі пристрої; 15, 18 – штемпелювальні механізми; 17, 20, 23 – підтримуючі пластини накопичувачів; 25 – штовхаюча пластина для ручного завантаження листів.

Продуктивність ЛШМ-4 складає 28 000 лист/год.

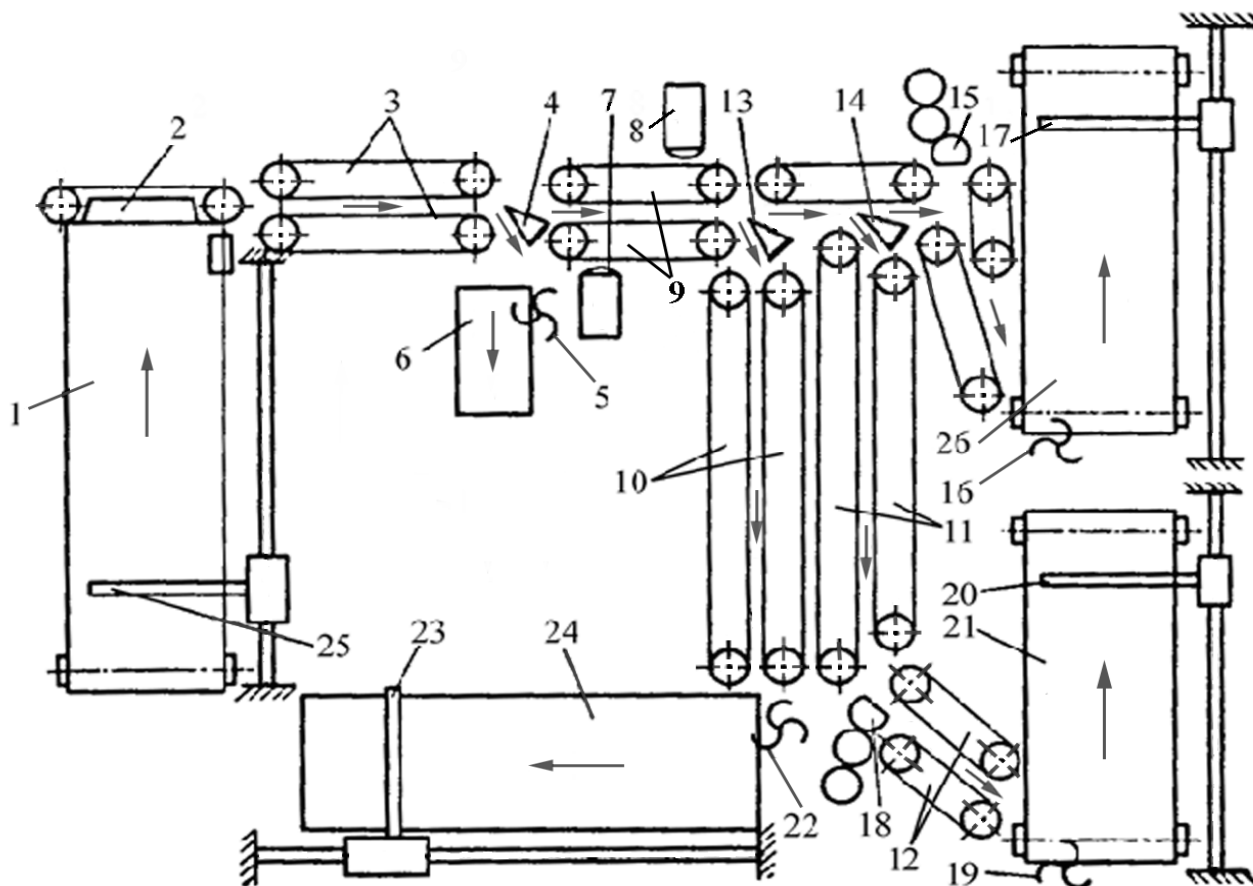


Рис. 3.24

Роторна АЛШМ вітчизняної розробки забезпечує лицювання листів за допомогою індивідуальних носіїв-притискувачів, що мають два ступеня свободи відносно несучого їх ротора, який в свою чергу здійснює обертальний рух. Конструктивна схема машини наведена на рис. 3.25,а [6].

Притискувачі закріплюються у середині гільзи 6, яка вільно обертається у корпусі 7. Корпус 7 може вільно обертатись разом з гільзою навколо вертикальної осі, що співпадає з твірною циліндра ротора та разом з ротором, здійснюючи перенос листа з позиції уведення (ролики 4) до позиції виводу (ролики 8).

Обертання зажимів відносно двох ортогональних площин забезпечує поворот листів відносно повздовжньої та вертикальної осі листа послідовно або одночасно.

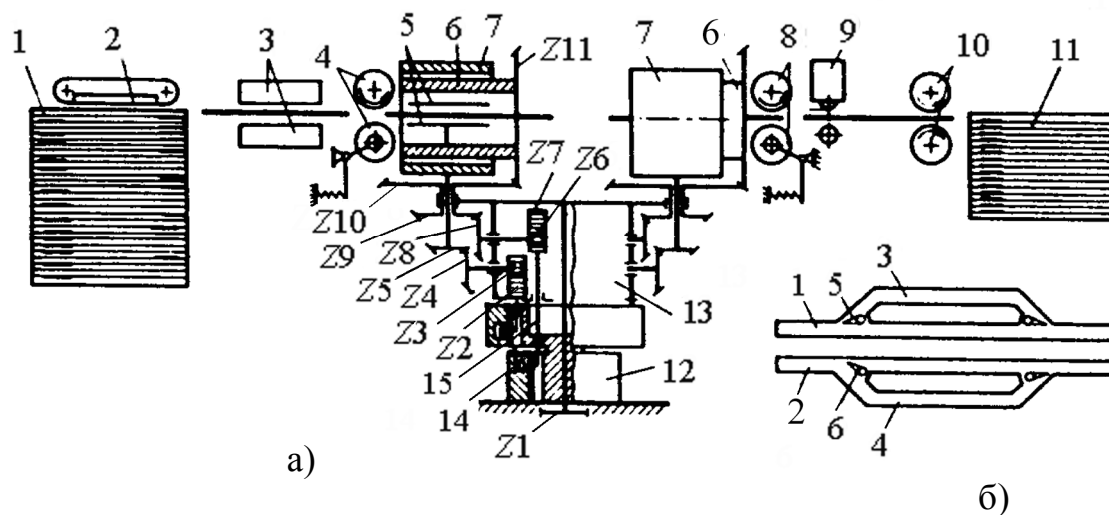


Рис. 3.25

Просторове перенесення листа ротором забезпечує поворот листа відносно осі перпендикулярної площині конверта. Таким чином, для будь-якого із чотирьох можливих положень лицьового боку листа на позиції уведення, здійснюється його поворот у необхідну позицію для штемпелювання на позиції виводу.

Відповідний характер руху гільзи визначається шляхом зчитування ознак лицювання та аналізу положення листа пристроєм розпізнавання, який формує сигнали керування пристроями обертання гільзи, її корпусу та ротора.

Керування здійснюється шляхом установлення необхідних позицій рейок z_2 , z_7 за допомогою нерухомого *копіра* 12, розгортка якого наведена на рис. 3.25,б. Копір має канали 1, 2 з відгалудженнями 3, 4, в які можуть направлятись ролики поводків за допомогою керованих стрілок 5, 6. Ролики 14 (рис. 3.25,а) зв'язані за допомогою повзунів 15 з рейками z_2 та z_7 , від яких обертання до гільзи передається шестернями z_6 , z_8 , z_9 , z_{10} , z_{11} та z_3 , z_4 , z_5 . Ротор обертається від привода машини. Зубчаті рейки z_2 та z_7 переміщуються по вертикалі разом або по черзі залишаються нерухомими [6].

При переміщенні рейки z_2 та нерухомій рейці z_7 здійснюється одночасний поворот гільзи у підшипнику ротора відносно двох взаємно перпендикулярних осей на 180° . З урахуванням обертання ротора, яке забезпечує поворот гільзи разом з листом на 180° відносно осі, перпендикулярній площині конверта, розглянута операція зміщення рейки забезпечить поворот конверта на 180° тільки відносно повздовжньої його осі.

Одночасне переміщення рейок z_2 та z_7 по вертикалі призводить до повороту гільзи з листом на 180° відносно осі, перпендикулярній площині конверта. В такому разі, з урахуванням обертання ротора, лист повернеться на 180° відносно повздовжньої та поперечної осі.

Якщо жодна із рейок z_2 , z_7 не перемістилась, то лист буде обертатись лише відносно осі, перпендикулярній площині конверта за рахунок обертання ротора.

Листи із пристрою уведення 1 після сепарації в сепараторі 2 надходять до пристроїв зчитування 3, а потім у гільзу 6. В результаті аналізу положення марки на площині даного листа та необхідного її положення на вході пристрою штемпелювання, формуються відповідні сигнали керування (рейками z_2, z_7) приводами повороту гільзи, її корпуса та ротора. Після повороту ротора 13 на 180° лист роликками 8 подається до штемпелювального механізму 9, а потім роликками 10 – у накопичувач 11 [6].

Контрольні питання до розділу 3

1. Поясніть принципи дії та призначення АЛШМ.
2. Наведіть перелік основних функціональних вузлів АЛШМ.
3. Умовні позначення яких пристроїв та операцій використовуються у граф-схемах АЛШМ.
4. Наведіть типи конструкцій пристроїв повороту листів в АЛШМ.
5. Назвіть основні етапи розгону ролика штемпелювального механізму до необхідної кутової швидкості.
6. Поясніть залежність зони дії пристрою штемпелювання від виду ознак лицювання.
8. Наведіть принципову відмінність функціональної структури АЛШМ типу ЛШМ-3 та ЛШМ-4

РОЗДІЛ ЧЕТВЕРТИЙ

АВТОМАТИЧНІ ЛИСТОСОРТУВАЛЬНІ МАШИНИ

4.1 Загальні відомості та класифікація

Листосортувальні машини застосовуються для розподілу (сортування) листів на групи за відповідною ознакою адреси (назва міста, області і т.п.) або за нанесеному на лист (поштову картку) спеціальному алфавітному, цифровому чи штриховому коду (надалі – *адресні ознаки*), що визначає напрями сортування.

Для забезпечення процесу сортування в АЛСМ завантажуються упорядкований масив лицьованої і штемпельованої кореспонденції (наприклад, стопи листів), з якого поштові відправлення сепаруються та транспортуються до пристрою зчитування адресних ознак. За виявленими (внаслідок зчитування) у пристрої розпізнавання адресними ознаками, в керуючому пристрої формуються сигнали, що забезпечують вилучення листів пристроями комутації із загального потоку та їх надходження до відповідних накопичувачів розподілу кореспонденції за напрямами сортування.

За рівнем автоматизації ЛСМ поділяються на автоматичні та напівавтоматичні. В *автоматичних* ЛСМ адресні ознаки уводяться в пристрій керування автоматично, за допомогою пристроїв зчитування та розпізнавання. Продуктивність сучасних автоматичних ЛСМ складає 20000 ... 40000 лист/год. У напівавтоматичних ЛСМ адресні ознаки зчитуються та уводяться оператором за допомогою спеціального пульта з клавіатурою. Такі ЛСМ розраховані на увід адресних ознак одним або декількома операторами водночас. Ритм та швидкість роботи оператора складає 2000 ... 3000 лист/год. і визначається способом дії напівавтоматичної ЛСМ та її конструкцією [2, 4, 5, 6, 9].

Послідовність операцій оброблення ПВ в ЛСМ включає основні операції, аналогічні ручному сортуванню (рис. 4.1,а): уведення поштових відправлень; відокремлення одного ПВ від їх загальної маси (сепарація); зчитування та розпізнавання адресних ознак; транспортування ПВ до накопичувачів; розвантаження носія та укладення ПВ в накопичувач [4]. Наведені операції реалізуються в ЛСМ відповідними функціональними вузлами (рис. 4.1,б).

Автоматичні та напівавтоматичні ЛСМ мають різноманітні конструкції та типи керуючих пристроїв. За способом дії (принципом сортування) ЛСМ поділяються на циклічні, поточні та комбіновані [2, 4, 5, 13].

У напівавтоматичних ЛСМ *циклічної дії* всі виконуючі органи (клапани), що приймають участь у визначенні напрямку руху листа, спрацьовують безпосередньо при уведенні адресних ознак з клавіатури, після чого вона блокується. Після того, як лист пройде пристрої комутації загальні для декількох адресних ознак, блокування клавіатури знімається. Таким чином, у напівавтоматичних ЛСМ циклічної дії сортування відбувається циклами, за час кожного з яких виконується зчитування адресних ознак, уведення їх з клавіатури та транспортування листа до відповідного накопичувача.

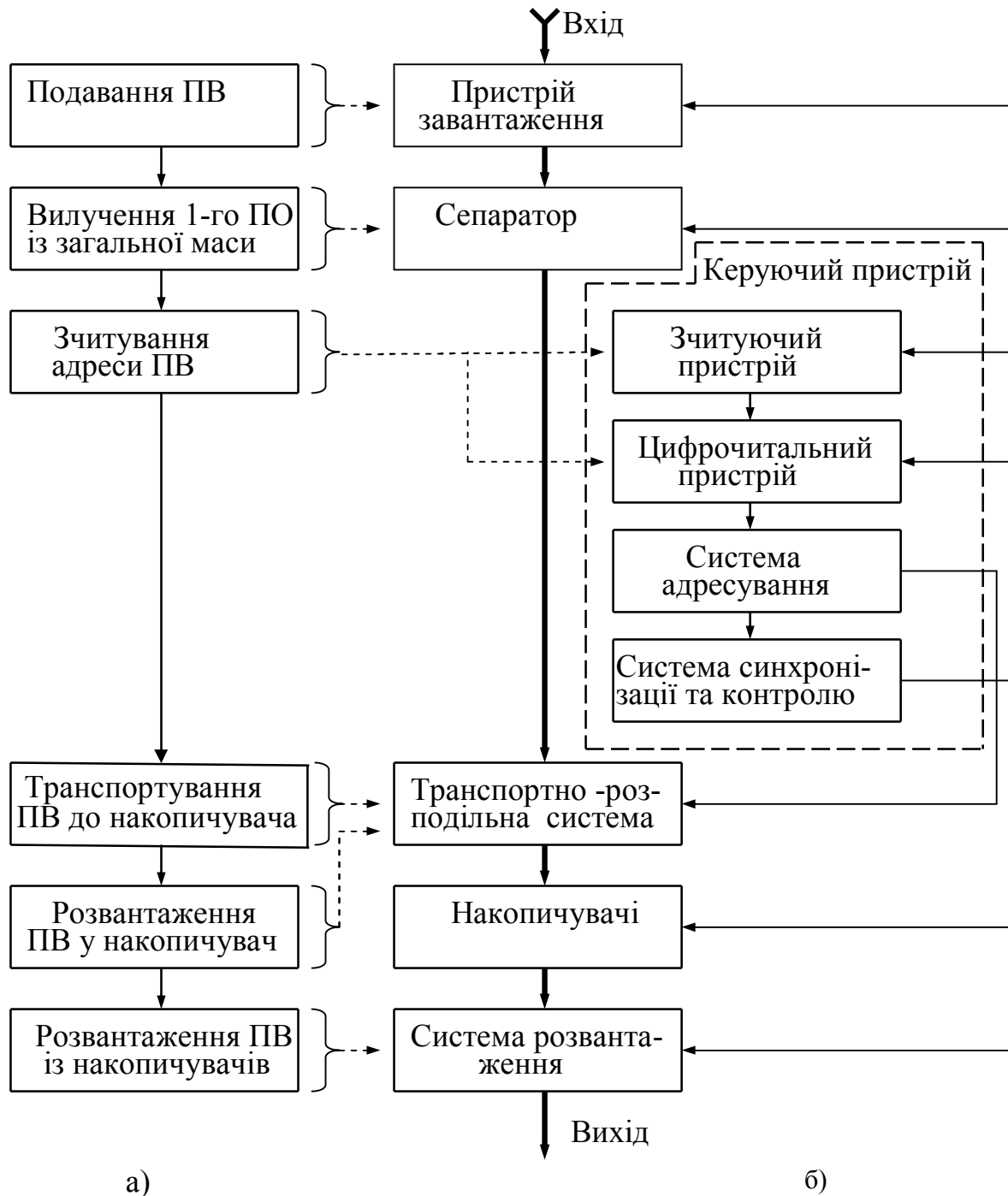


Рис. 4.1

Часові витрати, що виникають внаслідок блокування клавіатури, компенсуються в таких ЛСМ швидкодіючими ТРС (швидкість транспортування листів може складати 8 ... 10 м/с).

Цикл обробки в ЛСМ визначається як час, що відраховується з моменту відокремлення листа сепаратором до моменту його укладення в накопичувач. В машинах циклічної дії цикли обробки ПВ слідуєть один за одним послідовно,

тому в кожний довільний момент часу у транспортно-розподільній системі машини може знаходитись лише одне ПВ.

Час циклу $T_{\text{ц}}$ складається з часу сепарації $t_{\text{с}}$, транспортування до позиції зчитування та зчитування адресних ознак $t_{\text{зч}}$, транспортування листа до відповідного накопичувача $t_{\text{тр}}$ та часу його розвантаження (укладання) в накопичувач $t_{\text{р}}$, тобто

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{с}} + t_{\text{зч}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{р}}. \quad (4.1)$$

Циклова продуктивність ЛСМ циклічної дії визначається за формулою

$$Q_{\text{ц}} = 1 / T_{\text{ц}} \text{ лист/с.}$$

З урахуванням організаційних витрат та нерівномірності навантаження, що враховуються як коефіцієнт технічного використання $K_{\text{ТВ}}$, продуктивність ЛСМ циклічної дії визначається за формулою

$$P_{\text{цд}} = 3600K_{\text{ТВ}}/T_{\text{ц}} = 3600K_{\text{ТВ}} \cdot Q_{\text{ц}} \text{ лист/год.} \quad (4.2)$$

У напівавтоматичних ЛСМ *поточної дії* пристрій керування та розподільні пристрої забезпечують комутацію потоку листів у ТРС з невеликими інтервалами, внаслідок чого швидкість їх транспортування не перевищує 2 м/с. Проте в таких машинах ускладнюється процес керування порівняно з машинами циклічної дії, тому що керуючий пристрій повинен встигати обробляти інформацію після уведення адресних ознак по кожному листу в потоці, до моменту його комутації у відповідний накопичувач.

ЛСМ *поточно-циклічної (комбінованої)* дії будуються на основі головного розподільного конвеєра поточної дії та декількох конвеєрів циклічної дії, що живляться від головного конвеєра і розподіляють листи по накопичувачах.

Схема компонування розподільних конвеєрів ЛСМ поточно-циклічної дії наведена на рис. 4.2. Для забезпечення умов розподілу листів по накопичувачах у комбінованій системі необхідно, щоб листи 4 рухались по поточному конвеєру 5 з часовим інтервалом T_i за який вони можуть дійти від входу циклічного конвеєра 6 до його останнього накопичувача 3.3. Інтервал T_i надходження листів до поточного конвеєра повинен задовольняти умові [4]

$$T_i = l_n / V_n \geq l_k / V_k, \quad (4.3)$$

де l_n, V_n – відповідно довжина та швидкість транспортування листів поточного конвеєра; l_k, V_k – довжина та швидкість транспортування листів циклічних конвеєрів.

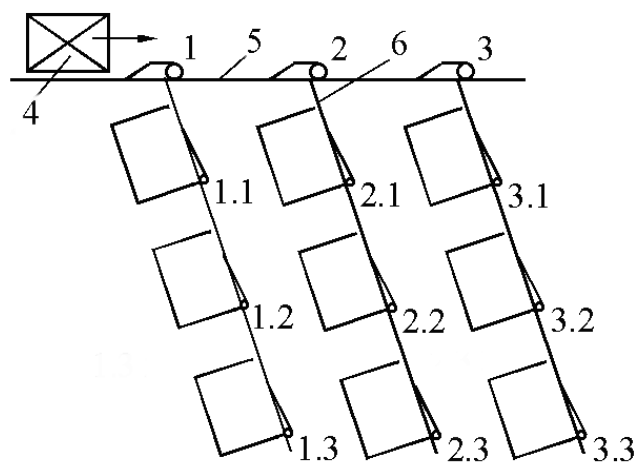


Рис. 4.2

Для того, щоб не втратити переваги поточного принципу сортування, швидкість циклічних конвеєрів вибирають якомога більшою, а їх довжину – як найменшою [2, 4, 6].

4.2 Принципи побудови листосортувальних машин

Автоматична ЛСМ складається з наступних основних структурних елементів: пристрою уводу (пристрій завантаження та сепаратор); транспортно-розподільної системи; модуля (блока) накопичувачів; пристрою автоматичного розвантаження машини та керуючого пристрою.

Узагальнена структурна схема автоматичної ЛСМ наведена на рис. 4.1,б. Листи завантажуються в пристрій завантаження та надходять до зони дії сепаратора. Сформований сепаратором потік листів вирівнюється вирівнювальним пристроєм, який зменшує їх перекося відносно повздовжньої осі транспортування, забезпечуючи більш високу надійність роботи зчитуючого пристрою ЗП та цифрочитального автомата (у наведеному прикладі схеми АЛСМ застосовується поширений вид адресних ознак – цифровий поштовий індекс).

Робота зчитуючого пристрою синхронізується пристроєм контролю сепарації – інтервалу руху листів (ПКС). Після зчитування в ЗП та розпізнавання в ЦЧА інформація про адресні ознаки надходить у систему адресування, яка відповідно їм формує сигнали керування пристроями ТРС. Листи надходять до ТРС по одному із вирівнювальних пристроїв, транспортуються груповими (конвеєрними) або індивідуальними носіями розподільного конвеєра та розвантажуються пристроями розвантаження за сигналами системи адресування (СА) у відповідні накопичувачі.

Накопичувачі листів призначені для накопичення у стопи листів одного (декількох – збірні накопичувачі) напряму сортування. У досконалих АЛСМ застосовуються пристрої автоматичного розвантаження накопичувачів при заповненні їх робочого простору, а також конвеєри розвантаження для транспортування стоп листів із накопичувачів до машин (комплексу) формування постпакетів та їх адресування за напрямками перевезення.

Керуючий пристрій АЛСМ виконується на основі моделювання руху листів в ТРС або застосування несучої пам'яті (відповідно на основі моделюючих систем адресування або систем адресування з адресоносіями) [5, 7].

У керуючих пристроях з застосуванням адресоносіїв інформація про адресні ознаки сортування листів уводиться в запам'ятовуючі пристрої, які механічно зв'язані з керуючим органом розподільного конвеєру та рухаються разом з листами.

У керуючих пристроях з моделюючими системами адресування, інформація про адресні ознаки уводиться в запам'ятовуючий пристрій, який за допомогою відповідного пристрою обробки даних та програмного забезпечення моделює процеси руху листів в ТРС. У результаті такого моделювання формуються сигнали для виконуючих органів розвантаження листів у відповідні накопичувачі.

Синхронізація функціональних вузлів керуючого пристрою АЛСМ може виконуватись за допомогою централізованої або децентралізованої систем синхронізації (СС).

В *централізованій системі синхронізації* імпульси синхронізації формуються за допомогою спеціальних релейних або оптичних датчиків, кінематично зв'язаних з приводом розподільного конвеєра. Період імпульсів таких СС зв'язаний відношенням кратності з кроком листів у ТРС [7, 14].

Децентралізовані системи синхронізації формують імпульси синхронізації у процесі руху листа в ТРС через проміжки часу, що визначаються часом уведення до неї листа. Датчики децентралізованих СС розподілені по трасі руху листів. Імпульси синхронізації формуються при проходженні листа повз датчики (як правило фотобар'єри). В СС, виконаних на основі механічних моделей ТРС, синхронізація досягається за рахунок жорсткого кінематичного зв'язку моделі з приводом ТРС.

Ритм роботи оператора напівавтоматичної ЛСМ визначається її конструктивними особливостями, головним чином способом дії та синхронізації. До ТРС ЛСМ поточної та циклічної дії з децентралізованою СС листи можуть надходити з довільними інтервалами часу, мінімальне значення яких визначається часом повного або часткового оброблення попереднього листа. Ритм роботи оператора таких ЛСМ залежить від необхідного часу для зчитування та уводу адресних ознак, а також від суб'єктивних факторів, таких як кваліфікація оператора, ступінь його стомленості тощо. Отже оператор таких ЛСМ може відправляти листи до ТРС у довільні моменти часу, які не визначаються системою синхронізації. Такий ритм (режим) роботи оператора називається *вільним ритмом*.

У сучасних автоматичних ЛСМ застосовуються складні керуючі системи. До їх складу крім традиційних ЗП, ЦЧА, СА, СС та ПКС входить керуючий обчислювальний комплекс, основу програмного забезпечення якого складають програми сортування, автоматичної діагностики та статистичного оброблення даних [5, 7, 9]. В таких автоматизованих системах частину функцій керування

ЛСМ здійснює оператор керуючого комплексу (вибір програми сортування, програми розвантаження та інше).

4.3 Транспортно-розподільні системи ЛСМ

Транспортно-розподільні системи ЛСМ виконуються на основі стрічкових або роликів конвеєрів, що використовуються як транспортуючі засоби (конвеєрні носії), а також ланцюгових конвеєрів, які транспортують індивідуальні носії листів. Розвантаження носіїв здійснюється за сигналами керуючого пристрою машини, виконуваними пристроями (клапани, створки тощо) з електромагнітними приводами [2, 4, 5, 6, 9].

За способом компонування носіїв та розміщення накопичувачів ТРС поділяється на лінійні, лінійно-ярусні, згорнені та з кільцевим компонуванням (рис. 4.3) [3, 5].

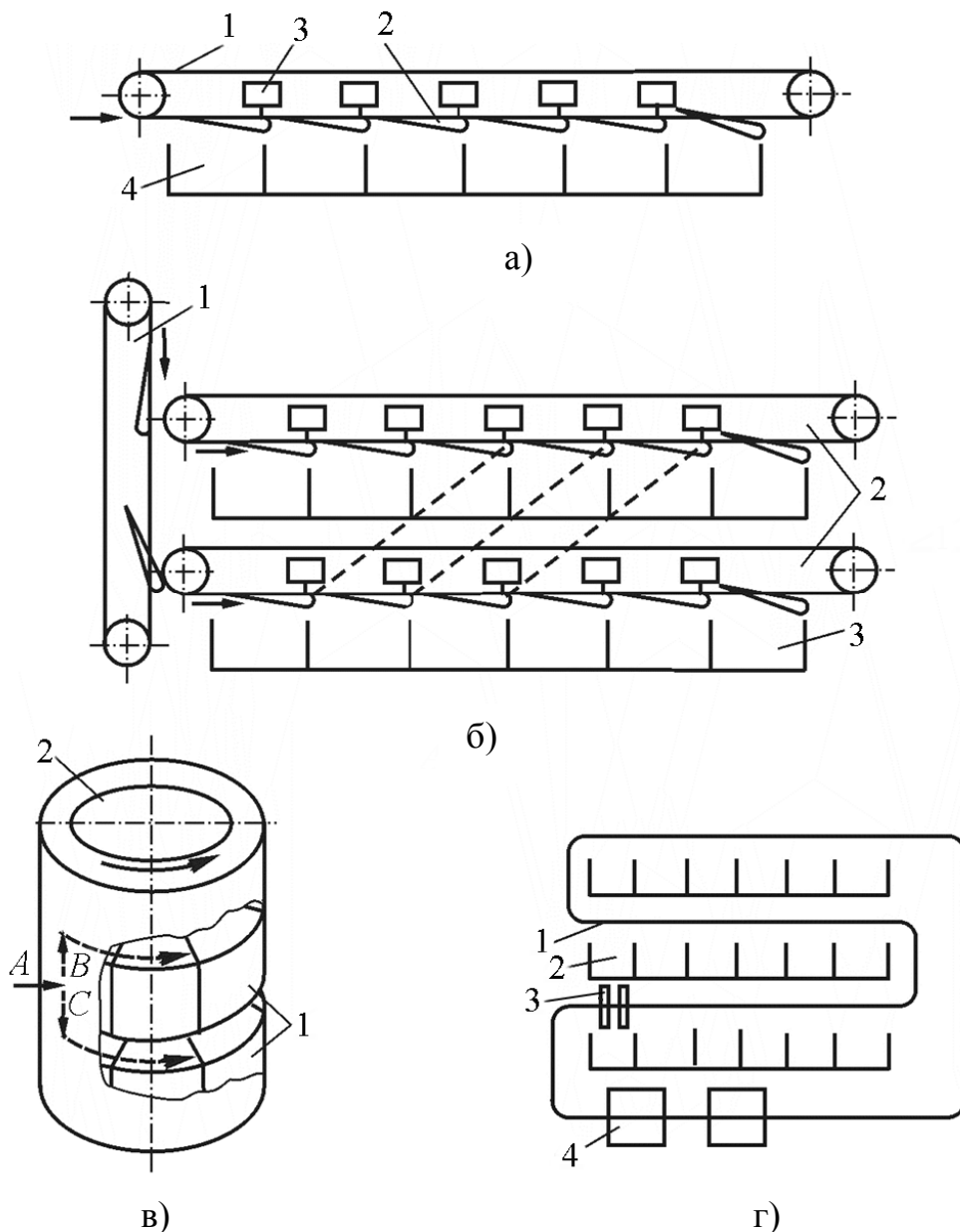


Рис. 4.3

Лінійною називається ТРС, яка складається із одного конвеєра, що здійснює транспортування листів в одному напрямі (по прямій). Схема компоновання лінійної ТРС наведена на рис. 4.3,а. Листи транспортуються стрічкою 1 по площині, що утворюється поверхнею закритих клапанів 2. При спрацьовуванні електромагніта 3 клапана останній відхиляє лист у накопичувач 4.

Лінійно-ярусні (лінійно-групові) ТРС компонуються шляхом об'єднання лінійних горизонтальних розподільних конвеєрів у групи. Схема лінійно-ярусного компоновання ТРС наведена на рис. 4.3,б. У таких ТРС ряд клапанів, що надсилають листи до накопичувачів, можуть мати загальний (груповий) привід. Це значно спрощує пристрій керування та зменшує кількість електромагнітів. Можливість такого об'єднання забезпечується тим, що листи надходять до вертикального розподільвача 1 з кроком, вибраним для горизонтальних розподільвачів 2, внаслідок чого декілька листів не можуть знаходитись водночас біля накопичувачів 3 з однаковими номерами.

Транспортно-розподільні системи з кільцевим компонованням (рис. 4.3,в) виконуються на основі розподільвача барабанного типу, індивідуальні носії якого завантажуються у напрямі *A* і проходять різні рівні у напрямках *B* та *C* блока накопичувачів 1, що розміщуються по колу на зовнішній поверхні барабана 2.

Згорнена ТРС (рис. 4.3, г) виконується на основі одного розподільного конвеєра 1, який транспортує листи до накопичувачів 2, що розташовані на різних рівнях. На конвеєрі закріплюються каретки 3 (індивідуальні носії) з карманами для листів. Дно кармана відкривається електромагнітним приводом за сигналами системи адресування при його наближенні до відповідного накопичувача. Завантаження розподільного конвеєра (індивідуальних носіїв) здійснюється з робочих місць 4 у синхронізованому режимі.

Для визначення клапанів, які можуть об'єднуватись в групу, необхідно перенумерувати кроки листів у розподільній системі. Після нумерації, в групі об'єднуються клапани, що мають однакові номери. Під *кроком листів* у даному випадку розуміють відстань між клапанами в горизонтальних розподільвачах.

Необхідно зазначити, що регулювання швидкості конвеєра вертикального розподільвача надає можливість адаптувати крок листів вхідного потоку до кроку листів у горизонтальних розподільвачах.

4.3.1 Функціональні елементи ТРС

Компоновання АЛСМ, її конструкція та продуктивність залежать від вибраного розподільного пристрою, який у першу чергу визначається типом носіїв листів. Носії сучасних АЛСМ поділяються на два типи: *конвеєрні* – загальні для всього потоку; *індивідуальні* – з вибіркоvim транспортуючим засобом [2, 4, 5, 6].

Як конвеєрні носії використовуються:

– стрічки, плоскі ремені, направляючі пластини та ролики;

- ланцюги, троси, стрічки з прикріпленими до них касетами, захватами або штовхаючими елементами;
- гравітаційні лотки;
- носії, що виконані на основі пристроїв пневматичної та електромагнітної дії.

Конвеєрні носії устатковуються загальним транспортуючим засобом та обслуговують групу або всі накопичувачі ЛСМ.

Як індивідуальні носії листів застосовуються різної конструкції касети, кармани, зажими, які, як правило, мають загальний привід. Застосування індивідуальних носіїв з жорстким зв'язком з приводом, дозволяє повністю забезпечити зберігання листів, поліпшити показники надійності та якості керування ЛСМ.

На рис. 4.4 наведена схема транспортно-розподільного пристрою з носіями конвеєрного типу АЛСМ фірми “Telefunken”, в якій парні стрічки 1 використовуються як носії листів 2. Клапани 3 розміщуються на шляху потоку листів та змінюють напрям їх руху в бік відповідного накопичувача [5, 6].

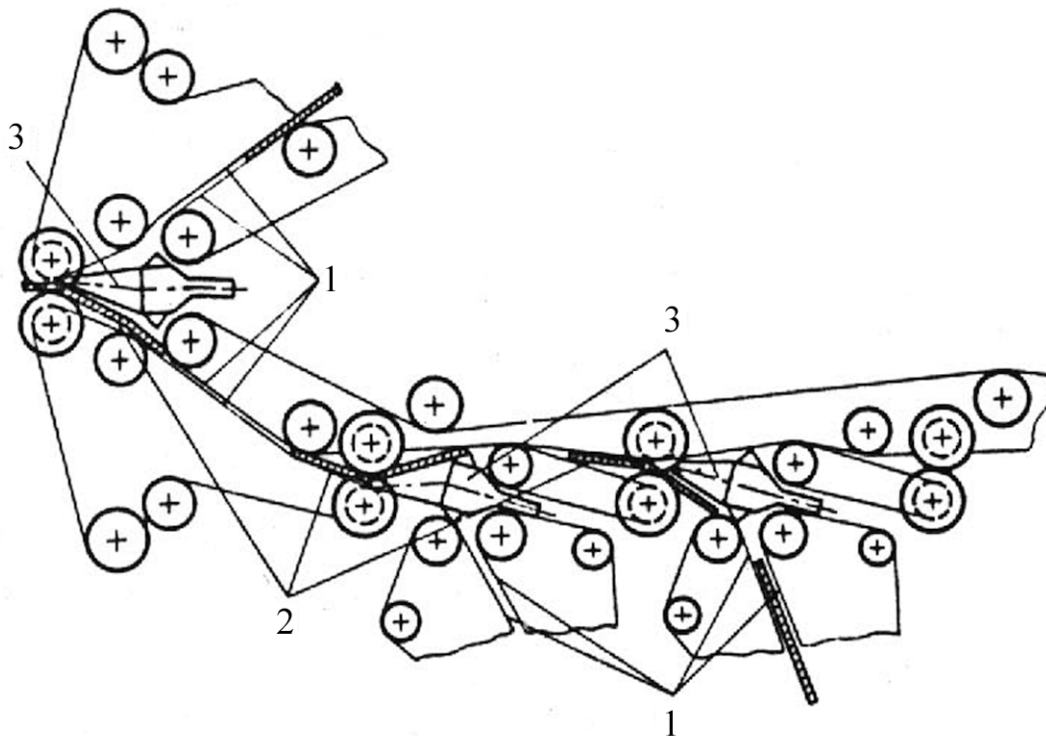


Рис. 4.4

В аналогічній ТРС зі стрічковими носіями конвеєрного типу АЛСМ фірми “NEC” (рис. 4.5) клапан 1 не взаємодіє безпосередньо з листом 2, а змінює напрямок його руху *A* на напрямок *B* за рахунок зміни конфігурації еластичної стрічки носія за допомогою ролика 4 [5, 6].

У листосортувальних машинах фірми “Treesel” (Великобританія) як конвеєрні носії застосовуються парні ролики. Комутація потоку листів

здійснюється клапанами, що змонтовані між роликами та безпосередньо взаємодіють з листами своїми робочими поверхнями [5, 6].

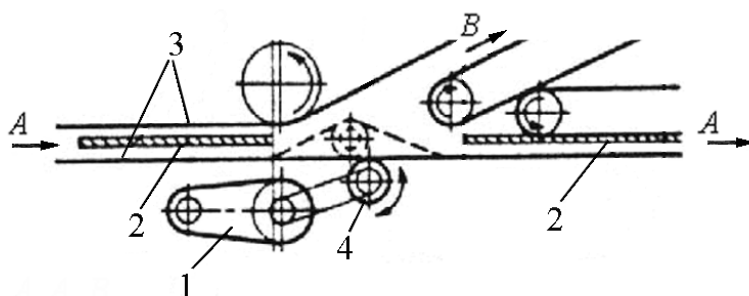


Рис. 4.5

Схема поширеної ТРС з конвеєрними носіями касетного типу, які знайшли застосування в ЛСМ фірм "SEL" (Німеччина), ІТТ (США), вітчизняних ЛСМ МАП-0, МАП-1 та інших наведена на рис. 4.6 [5, 6].

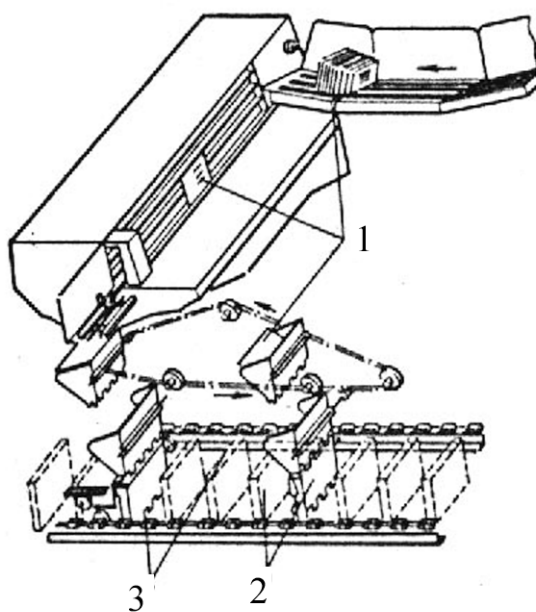


Рис. 4.6

Листи 1 надходять до касет 2 у положенні на довгому ребрі, завантажуються в них та транспортуються ланцюговим конвеєром 3 в напрямі, ортогональному напрямку завантаження, тобто площина листа перпендикулярна напрямку транспортування листів, а осі напрямі завантаження та транспортування листів лежать в горизонтальній площині. Рухаючись в ТРС, касети з листами розвантажуються за сигналами системи адресування у відповідні накопичувачі, що об'єднані в яруси.

У ТРС з індивідуальними носіями вітчизняної АЛСМ роторного типу МАП-У носії транспортуються незалежно один від одного (рис. 4.7) [2, 6]. Листи 1 завантажуються в індивідуальні носії 2 та транспортуються ними за

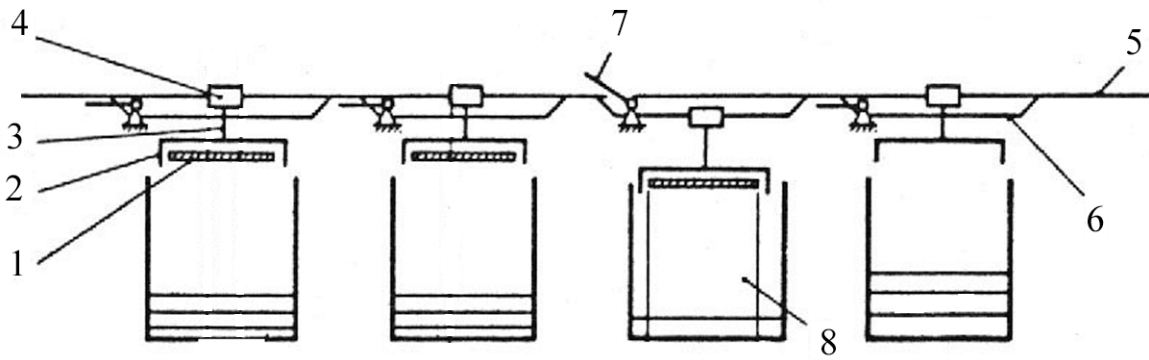


Рис. 4.7

допомогою кронштейнів 3 з роликами 4, що рухаються по розподільних каналах 5 та 6. Рухаючись разом з носієм, ролик потрапляє із каналу 5 у канал 6 за допомогою клапана-стрілки 7, після чого носій проходить над вхідним простором накопичувача 8. Під дією упору накопичувача лист вилучається із носія та надходить до накопичувача.

Для спрощення процесу розподілу індивідуальні носії об'єднуються за груповими ознаками: наприклад, парні та непарні носії мають різну довжину кронштейна (відстань від ролика до носія).

Кожна група носіїв рухається по своєму розподільному каналу, де парним та непарним носіям відповідають парні та непарні клапани, а потік листів рухається паралельно клапанам.

Індивідуальні носії, на відміну від конвеєрних, рухаються незалежно по розподільних каналах, тому листи найбільш коротким шляхом транспортуються від місця зчитування адресних ознак та уводу в ТРС до накопичувача, який однозначно визначається адресними ознаками.

4.3.2 Аналіз продуктивності ТРС

При заданих розмірах листів, що можуть рухатись у ТРС на довгому (162 ... 235 мм) або короткому (90 ... 114 мм) ребрі, а також транспортуватись в касетах, перпендикулярно осі транспортування (крок між касетами складає 30 ... 60 мм) основними параметрами, що впливають на продуктивність ТРС, є швидкість транспортування листів та час спрацьовування клапана [2, 5, 6].

У загальному випадку *продуктивність* АЛСМ визначається за формулою

$$\Pi = 3600\Pi_{\text{ц}} = 3600Q_{\text{ц}}, \text{ лист/год}, \quad (4.4)$$

де $\Pi_{\text{ц}} = Q_{\text{ц}} = 1/T_{\text{ц}}$ – циклова продуктивність, лист/с ($T_{\text{ц}}$ – період робочого циклу машини поточної дії).

Період робочого циклу (такту) ЛСМ визначається часом транспортування листа $t_{\text{тр.л}}$ на відстань одного кроку та часом спрацьовування клапана $t_{\text{сп.к}}$ за формулою:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{тр.л}} + t_{\text{сп.к}}. \quad (4.5)$$

За робочий цикл лист проходить в ТРС з конвеєрними носіями шлях, що дорівнює кроку руху листів. *Крок листів* визначається як сума довжини листа у напрямі його транспортування та інтервалу між листами, необхідного для спрацювання клапана. Листи можуть транспортуватись з перекосами, тому замість довжини листа використовується значення його проекції $L_{\text{п}}$ на напрям руху.

З урахуванням наведених зауважень період циклу для конвеєрних носіїв $T_{\text{цк}}$ визначається за формулою [5]

$$T_{\text{цк}} = S/V_{\text{трл}} = \frac{L_{\text{п}} + S_1}{V_{\text{трл}}}, \quad (4.6)$$

де $V_{\text{трл}}$ – швидкість транспортування листів, S_1 – шлях, який проходить лист за час спрацювання клапана, тобто

$$S_1 = V_{\text{трл}} \cdot t_{\text{спк}} \quad (4.7)$$

Циклова продуктивність $Q_{\text{цк}}$ ТРС з конвеєрними носіями визначається через параметри швидкості та кроку листів за формулою [5]

$$Q_{\text{цк}} = \frac{1}{T_{\text{цк}}} = \frac{V_{\text{трл}}}{L_{\text{п}} + S_1} = \frac{V_{\text{трл}}}{L_{\text{п}} + V_{\text{трл}} \cdot t_{\text{спк}}} \quad (4.8)$$

Для забезпечення в сучасних АЛСМ продуктивності 40 000 лист/год., при проекції листа $L_{\text{п}}$ 114 ... 200 мм та *швидкодії клапана* $t_{\text{спк}} = 40$ мс, необхідна швидкість транспортування складає 2,5 ... 4,5 м/с, що перевищує допустиме граничне значення швидкості сучасних конвеєрних та індивідуальних носіїв. Для одних носіїв зростання швидкості транспортування листів призводить до різкого зростання механічних пошкоджень, для інших – пов'язане з конструктивними обмеженнями граничної швидкості транспортування самих носіїв. Наведені труднощі характерні для більшості АЛСМ [5].

Підвищення продуктивності наведених ЛСМ обмежується тим, що час спрацювання клапана $t_{\text{спк}}$, який розміщується на шляху потоку листів, займає значний проміжок циклу $T_{\text{ц}}$.

З наведеної вище формули визначення циклової продуктивності АЛСМ (4.6) випливає, що вона може зростати за рахунок підвищення швидкості транспортування листа $v_{\text{трл}}$ та зменшення його проекції $L_{\text{п}}$ (наприклад, шляхом транспортування листів на короткому ребрі).

При збільшенні швидкості транспортування листів вплив швидкості транспортування на зростання продуктивності зменшується, а вплив часу спрацювання клапана збільшується.

Оцінка міри впливу параметрів $L_{\text{п}}$, $v_{\text{трл}}$, $t_{\text{спк}}$ на продуктивність Π листосортувальної машини визначається аналізом повного диференціала функції $\Pi = \varphi(L_{\text{п}}; t_{\text{спк}}; v_{\text{трл}})$, який записується у вигляді [5]

$$d\Pi = \frac{\partial\Pi}{\partial L_{\Pi}} dL_{\Pi} + \frac{\partial\Pi}{\partial t_{\text{сп к}}} dt_{\text{сп к}} + \frac{\partial\Pi}{\partial v_{\text{тр л}}} dv_{\text{тр л}}. \quad (4.9)$$

Функція ϕ безперервна та диференційована, тому після визначення часткових похідних та відповідних перетворень (4.9) записується у вигляді

$$d\Pi = \Pi^2 \left(\frac{L_{\Pi}}{v_{\text{тр л}}^2} - \frac{1}{v_{\text{тр л}}} dL_{\Pi} - dt_{\text{сп к}} \right). \quad (4.10)$$

Після ділення (4.10) на Π та перегрупування його членів вираз відносної зміни продуктивності записується у вигляді функції зміни швидкості транспортування, довжини листа та часу спрацьовування клапана

$$\frac{d\Pi}{\Pi} = \frac{\Pi L_{\Pi}}{v_{\text{тр л}}} \cdot \frac{dv_{\text{тр л}}}{v_{\text{тр л}}} - \frac{\Pi L_{\Pi}}{v_{\text{тр л}}} \cdot \frac{dL_{\Pi}}{L_{\Pi}} - \Pi t_{\text{сп к}} \cdot \frac{dt_{\text{сп к}}}{t_{\text{сп к}}}. \quad (4.11)$$

Аналіз (4.11) свідчить, що відносна зміна швидкості транспортування листів $dv_{\text{тр л}} / v_{\text{тр л}}$ впливає на продуктивність АЛСМ так само, як і відносна зміна проекції листа – на напрям його руху dL_{Π} / L_{Π} . При зростанні швидкості транспортування $v_{\text{тр л}}$ величини $L_{\Pi}/v_{\text{тр л}}$ та $t_{\text{сп к}}$ стають рівновеликими. Внаслідок цього продуктивність АЛСМ при певних розмірах листів та швидкодії клапана обмежується зростанням необхідної швидкості транспортування листів у зв'язку зі зростанням впливу фактора часу спрацьовування клапана.

Циклова продуктивність ТРС з індивідуальними носіями $Q_{\text{ц і}}$ визначається за формулою

$$Q_{\text{ц і}} = \frac{1}{T_{\text{ц і}}} = \frac{v_{\text{тр н}}}{l_{\text{р}} + S_2} = \frac{v_{\text{тр н}}}{l_{\text{р н}} + v_{\text{тр н}} \cdot t_{\text{сп к}}}, \quad (4.12)$$

де $l_{\text{р}}$ – довжина ролика носія в напрямі руху; $v_{\text{тр н}}$ – швидкість транспортування індивідуальних носіїв листів; $S_2 = v_{\text{тр н}} \cdot t_{\text{сп к}}$ – інтервал між роликками.

Для порівняльного аналізу допускається, що продуктивність ТРС з конвеєрними та індивідуальними носіями однакові [5], тобто

$$P_{\text{ц к}} = \frac{V_{\text{тр л}}}{L_{\text{л}} + S_1} = \frac{V_{\text{тр н}}}{l_{\text{р н}} + S_2} = P_{\text{ц і}}. \quad (4.13)$$

Інтервали між листами S_1 та між індивідуальними носіями S_2 також приймаються рівними ($S_1 = S_2$).

Тоді із рівняння (4.13) випливає справедливість твердження

$$(l_{\text{тр.н}} < L_{\text{л}}) \Rightarrow V_{\text{тр.н}} < V_{\text{тр.л}}. \quad (4.14)$$

Однак з урахуванням формул для визначення кроку листів $S_2 = V_{\text{тр.н}} \cdot t_{\text{сп.к}}$ та $S_1 = V_{\text{тр.л}} \cdot t_{\text{сп.к}}$ та твердження (4.13) є справедливим твердження

$$(V_{\text{тр.н}} < V_{\text{тр.л}}) \Rightarrow S_2 < S_1, \quad (4.15)$$

яке підсилює праву частину (4.14), тобто $V_{\text{тр.н}} \ll V_{\text{тр.л}}$.

Для двопотокової ТРС з індивідуальними парними та непарними носіями циклова продуктивність визначається у вигляді

$$Q_{\text{ц.ін}}^{2\text{п}} = \frac{2V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}}}{l_{\text{р}} + S_3} = \frac{2V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}}}{l_{\text{р}} + V_{\text{тр.н}} \cdot t_{\text{сп.к}}}, \quad (4.16)$$

де $V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}}$ – швидкість транспортування індивідуальних носіїв у двопотоковій ТРС; $S_3 = V_{\text{тр.н}} \cdot t_{\text{сп.к}}$ – інтервал між роликками парних (непарних) носіїв.

Шляхом аналізу співвідношення швидкостей транспортування однопотокової та двопотокової ТРС з індивідуальними носіями, за умови рівності їх циклової продуктивності та за схемою аналогічного виводу (4.15), з урахуванням (4.16) установлюється справедливість рівності

$$V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}} = \frac{1}{2} V_{\text{тр.н}}, \quad (4.17)$$

а також з урахуванням формул для визначення S_2 , S_3 та (4.17) справедливість твердження ($V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}} < V_{\text{тр.н}}$) $\Rightarrow S_3 < S_2$ і як наслідок:

$$V_{\text{тр.н}}^{2\text{п}} \ll V_{\text{тр.н}}. \quad (4.18)$$

Згідно з [5, 6] для заданої продуктивності ТРС з конвеєрними носіями, швидкість транспортування листів розмірами 162...255 мм відповідно складає 2,5...4,5 м/с. В однопотоковій ТРС з індивідуальними носіями, при довжині ролика в напрямі руху $l_{\text{р}} = 32$ мм, швидкість транспортування носіїв за формулою (4.12) складає 0,61 м/с, а в двопотоковій ТРС, згідно з формулою (4.17) – 0,2 м/с.

Наведений аналіз продуктивності транспортно-розподільних систем АЛСМ свідчать, що швидкість транспортування листів може бути значно

зменшена (що потенційно підвищує продуктивність АЛСМ) за рахунок застосування індивідуальних носіїв та їх багатопотокового розподілу [5, 6].

Для забезпечення наявності інтервалу між листами, що надходять до ТРС з індивідуальними носіями необхідно щоб виконувались наступні умови [6]:

– для однопотокової ТРС

$$l_p + S_2 \geq L_n; \quad (4.19)$$

– для двопотокової ТРС

$$l_p + S_3 \geq 2 L_n; \quad (4.20)$$

– для n - потокової ТРС

$$l_p + S_n \geq n L_n \quad (4.21)$$

або

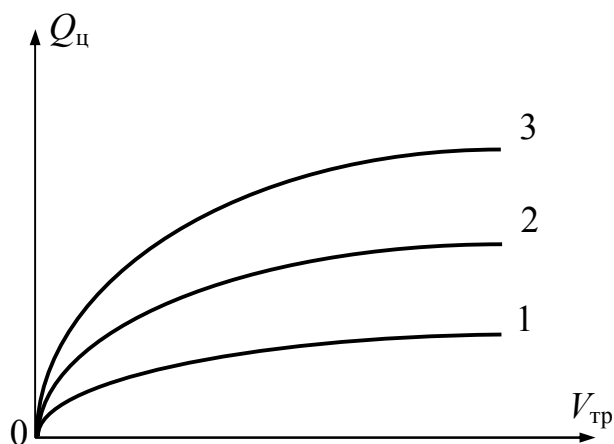
$$S_n \geq nL_n - l_p. \quad (4.22)$$

Згідно з останньою умовою (4.22) збільшення числа потоків у ТРС дозволяє значно скоротити частину часу в періоді робочого циклу та ефективно використовувати ресурси швидкості транспортування листів для підвищення продуктивності АЛСМ. Залежність продуктивності АЛСМ від типу носіїв листів та кількості потоків носіїв у ТРС наведена на графіку рис. 4.8.

У циклічному розподільному конвеєрі у кожний момент часу може знаходитись тільки один лист, а завантаження наступного листа може виконуватись лише після того, як попередній надійде до накопичувача. Поки лист рухається в ТРС до відповідного накопичувача, наступний лист надходить на позицію завантаження, де з нього зчитуються адресні ознаки. Завантаження листа у ТРС здійснюється за сигналами керуючого пристрою. Час транспортування листа T_n до n -го накопичувача циклічного лінійного розподільовача визначається як сума часу завантаження t_3 листа у ТРС, часу руху листа t_n у ТРС до n -го накопичувача та часу розвантаження t_p листа у накопичувач

$$T_n = t_3 + L_n (n - 1) / V_{тр.л} + L_n / V_p, \quad (4.23)$$

де L_n – крок між накопичувачами, м; $V_{тр.л}$ – швидкість транспортування, м/с, L_n – довжина листа в напрямі його руху при розвантаженні, м; V_p – швидкість розвантаження листа, м/с. Очевидно, що час транспортування листа від місця його завантаження до накопичувача в лінійній ТРС залежить від місцяположення накопичувача відносно позиції завантаження.



Умовні позначення:

1 – конвейерні носії загальні для потоку листів; 2, 3 – відповідно індивідуальні носії з однопоточною та двопоточною ТРС

Рис. 4.8

Продуктивність $P_{цк}$ лінійного циклічного розподільного конвейєра визначається за припущенням, що кількість листів, які надходять до кожного накопичувача, є однаковою при середньому часі транспортування листів [35]

$$P_{цк} = 3600 / [t_з + L_n (n - 1) / 2 \cdot V_{трл} + L_n / V_p]. \quad (4.24)$$

Більш коректне визначення продуктивності конкретної ЛСМ може бути проведене у процесі її експлуатації на основі статистичних досліджень математичного очікування кількості листів у накопичувачі та часу транспортування листів.

Аналіз (4.24) свідчить, що основним фактором збільшення продуктивності ЛСМ з лінійним розподільним конвеєром циклічної дії, є збільшення швидкості транспортування листів та числа накопичувачів, тому що швидкодія пристроїв комутації обмежується часом спрацьовування їх електромагнітів. Як наводилось вище, збільшення швидкості транспортування погіршує якість роботи розподільного конвеєра, призводить до заторів при комутації потоку листів, ускладнює умови їх укладання в накопичувачі, тому швидкість транспортування листів у таких ТРС обмежується значеннями 8 ... 10 м/с. Однак застосування граничних значень швидкості транспортування при необхідній кількості накопичувачів в межах 120...184 не дозволяє одержати високу продуктивність ЛСМ циклічної дії. Тому ТРС, побудовані виключно на основі принципу циклічної дії, використовуються тільки в напівавтоматичних ЛСМ, в яких для забезпечення безперервної роботи оператора необхідна мінімальна продуктивність складає до 7000 лист/год.

Діапазон ефективних значень продуктивності лінійного циклового розподільвача при зміні швидкості транспортування листів та кількості

накопичувачів ілюструється графіком рис. 4.9 як область, що обмежена ортогональними пунктирними лініями [35].

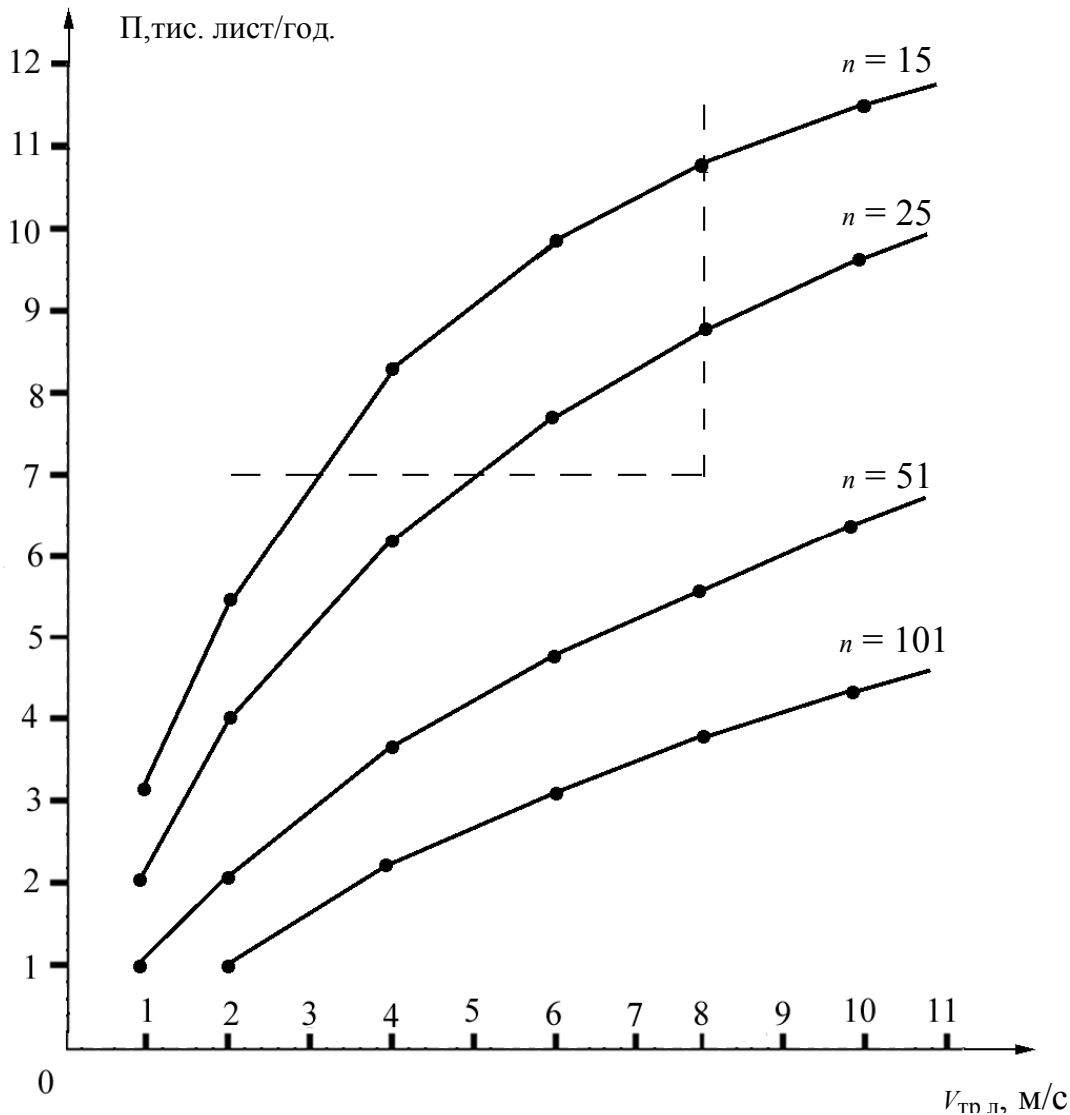


Рис. 4.9

Кількість накопичувачів у лінійному циклічному розподілювачі визначається за формулою [35]

$$N_{\text{цк}} = 2V_{\text{тр,л}} (3600 / \Pi - t_3 - L_{\text{л}} / V_{\text{р}}) / L_{\text{н}} + 1. \quad (4.25)$$

Наприклад, при $\Pi = 7000$ лист/год., $V_{\text{тр,л}} = 8$ м/с, $t_3 = 0,1$ с, $L_{\text{л}} = L_{\text{н}} = 0,12$ м та $V_{\text{р}} = 1$ м/с кількість накопичувачів буде складати $N = 40$.

У ЛСМ кількість накопичувачів, як правило, вибирається більшою за 100. Тому для забезпечення необхідної продуктивності та зменшення довжини конвеєра застосовують багатоярусне компонування ТРС. Продуктивність $\Pi_{\text{б,к}}$ ЛСМ з багатоярусним компонуванням визначається з розрахунку на середній накопичувач середнього ярусу за формулою [35]

$$\Pi_{\bar{\sigma}_k} = 3600 / \left\{ t_3 + [L_{\text{я}}(k-1) + L_{\text{н}}(n-1)] / 2V_{\text{тр л}} + L_{\text{л}} / V_{\text{р}} \right\}, \quad (4.26)$$

де $L_{\text{я}}$ – крок ярусів; k – кількість ярусів.

Необхідна кількість накопичувачів у ярусі визначається за формулою

$$n_{\text{я}} = \left\{ 2V_{\text{тр}} \left[3600 / \left(\Pi_{\bar{\sigma}_k} - t_3 - L_{\text{я}}(k-1) / 2V_{\text{тр л}} - T_{\text{л}} / V_{\text{р}} \right) \right] + 1 \right\} / L_{\text{н}}. \quad (4.27)$$

При вихідних даних з наведеного вище прикладу та $L_{\text{я}} = 0,25$, $\kappa = 5$ необхідна кількість накопичувачів в одному ярусі, згідно з (4.27), буде складати 33, а в п'яти ярусах – 165 [35].

Наведені формули (4.26), (4.27) та приклади вказують на те, який суттєвий вплив має довжина шляху транспортування на продуктивність ЛСМ циклічної дії. Тому зменшення впливу довжини шляху транспортування листів до накопичувачів за рахунок раціонального компоновання та інших конструктивних рішень дозволяє значно підвищити продуктивність ЛСМ циклічної дії.

Необхідною умовою роботи ЛСМ є синхронізація роботи пристроїв уведення листів в ТРС (пристроїв завантаження ТРС).

Продуктивність сортування та формати листів є змінними параметрами, тому пристрої уведення ЛСМ мають ланку, в якій вона синхронізована з ТРС за швидкістю транспортування листів, та ланки зі сталою швидкістю транспортування при змінній продуктивності сортування.

При високій продуктивності ТРС застосовується декілька пристроїв уведення. Для розгляду виконання умов синхронізації достатньо прийняти їх кількість, що дорівнює двом [5]. Загальна кількість робочих циклів M обробки листів (кроків листів, або тактів синхронізації $t_{\text{ц}}$) визначається як їх сума по ланці несинхронізованого руху листів з ТРС довжиною S_1 (m_1 тактів) та ланці синхронізованого руху листів довжиною S_2 (m_2 тактів), тобто

$$M = m_1 + m_2. \quad (4.28)$$

Загальний час $T_{\text{заг}}$ проходження листів через ПЗ визначається за формулою [5]

$$T_{\text{заг}} = S_1 / V_1 + S_2 / V_2, \quad (4.29)$$

або

$$T_{\text{заг}} = m_1 t_{\text{ц}} + m_2 t_{\text{ц const}} = M T_{\text{ц}} \quad (4.30)$$

де V_1 – середнє значення змінної швидкості руху листів на ланці S_1 , м/с;

V_2 – значення постійної швидкості руху листів на ланці S_2 м/с; $T_{ц\ const}$ – тривалість такту на ланці ПЗ синхронізований по $t_{ц}$ з ТРС м/с. Тоді з урахуванням (4.28) та умов синхронізації для виконання рівності

$$Mt_{ц} = m_1 t_{ц} + m_2 t_{ц\ const}, \quad (4.31)$$

необхідно, щоб $t_{const} = t_{ц}$, тобто $m_2 t_{ц} = S_2 / V_2$ або $m_2 t_{ц} = T_{const}$, (T_{const} – час проходження листом ланки S_2 , мс).

Згідно з визначенням продуктивності $t_{ц} = 36 \cdot 10^6 / \Pi$ мс, тому умова синхронізації ПЗ та ТРС визначається рівністю

$$T_{const} = m_2 \cdot 3,6 \cdot 10^6 / \Pi \quad (4.32)$$

або відносно продуктивності у вигляді

$$\Pi = 3,6 \cdot 10^6 m_2 / T_{const}. \quad (4.33)$$

У загальному випадку для забезпечення умов синхронізації можуть вибиратись усі три параметри Π , m_2 , T_{const} . На практиці для заданого значення продуктивності Π , значення T_{const} визначається в залежності від конструктивних параметрів пристрою завантаження, швидкості транспортування листів у зоні зчитування адресних ознак та на ланці уводу їх в ТРС [5].

4.3.3 Загальна характеристика функціональних ознак ЛСМ

Автоматичні ЛСМ є найбільш складними системами з усього комплексу машини для оброблення письмової кореспонденції. Протягом останніх десятиліть накопичено великий досвід розробки та експлуатації ЛСМ. Аналіз конструкцій вітчизняних та зарубіжних ЛСМ свідчить про те, що до основних факторів, які враховуються при розробці та визначають їх ефективність, слід віднести [2, 3, 4, 5, 6, 9]:

- конструкцію механізмів ТРС та накопичувачів;
- продуктивність машини;
- компоновальні рішення машини, що забезпечують її технологічність (витрати на експлуатацію, необхідну площу робочого приміщення та інше);
- забезпечення автоматизованого розвантаження накопичувачів.

Повнота урахування наведених факторів та інших характеристик ЛСМ визначається шляхом порівняльного аналізу їх *функціональних ознак*. Основними функціональними ознаками сучасних ЛСМ є наступні [2, 5, 6, 9]:

- конструкція ТРС та засобів переміщення листів;
- конструкція пристроїв завантаження (уведення), тип сепаратора;
- конструкція накопичувачів та спосіб їх розвантаження;

- тип зчитуючого пристрою та системи керування;
- продуктивність, число напрямів та етапів сортування, діапазон форматів листів, співвідношення необхідної площі робочого приміщення до кількості накопичувачів, показники якості сортування та інше.

Загальними суттєвими класифікаційними ознаками є характер взаємозв'язку листа та координат накопичувача, схема потоку листів, вид транспортуючого пристрою та носіїв. Структурна схема класифікації ЛСМ за основними функціональними ознаками наведена на рис. 4.10 [6].

Вирішення задач раціонального компоунування сучасних ЛСМ здійснюється, в основному, шляхом лінійного або кільцевого компоунування ТРС та накопичувачів.

ЛСМ з лінійним компоунуванням мають форму подовженого паралелепіпеда. Накопичувачі розміщуються лінійно у горизонтальній площині, в один або декілька ярусів по вертикалі. Як механізми транспортування листів та їх розподілу по накопичувачах в таких машинах застосовують різного типу конвеєри – плоскі парні притискні стрічки, ремені та ролики, їх комбінування з направляючими площинами. В таких механізмах на шляху переміщення потоку листів змонтовані клапани-стрілки, які змінюють напрям руху листів у ТРС з метою їх доставляння до відповідного накопичувача (рис. 4.3, а, б, г).

Машини з кільцевим компоунуванням виконуються на основі циліндричного корпусу, по зовнішній поверхні якого розміщують у декілька ярусів накопичувачі листів. Механізми транспортування та розподілу листів у таких машинах монтується на барабані, який обертається на роликах у кільцевій напрямній (рис. 4.3, г).

Аналіз конструкцій автоматичних ЛСМ свідчить, що сьогодні застосовуються, в основному, машини з лінійним компоунуванням до недоліків яких слід віднести [2, 5, 6]:

- продуктивність ЛСМ обмежується швидкістю транспортування листів їх конвеєрними носіями (як правило стрічковими та ремінними);
- листи при транспортуванні часто пошкоджуються, особливо за наявності у них скріплених скріпками ділових паперів та низькій якості паперу конвертів;
 - стрічкові та ременеві носії мають великі розміри, внаслідок чого машини займають велику виробничу площу, їх експлуатація ускладнюється необхідністю досить частої заміни носіїв та регулювання;
 - висока вартість носіїв за рахунок їх виготовлення з коштовних антистатичних матеріалів.

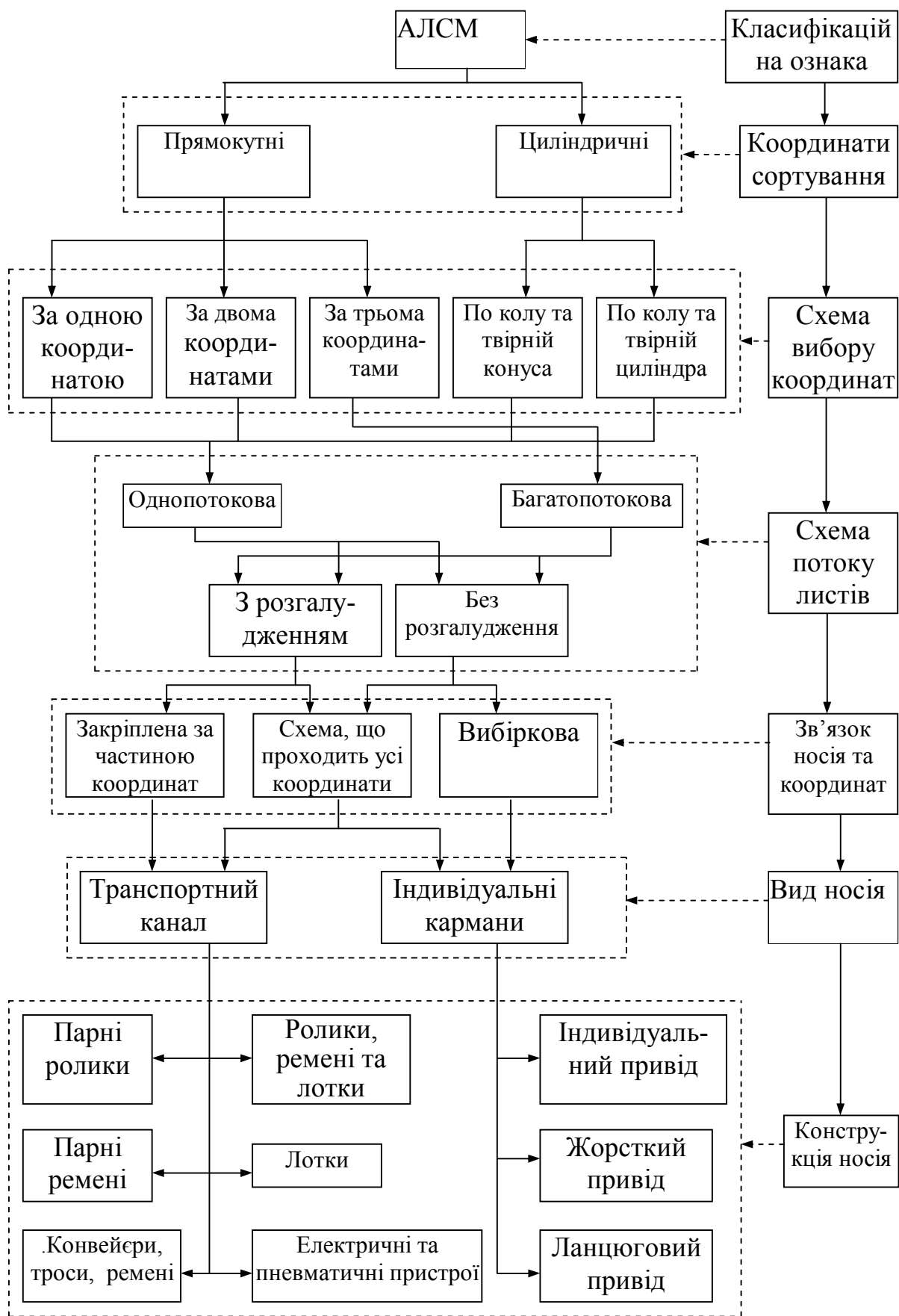


Рис. 4.10

4.4 Технічні характеристики, конструктивні та компонувальні рішення ЛСМ

Автоматична листосортувальна машина МАП-0 призначена для загального сортування листів та поштових карток за шестизначним цифровим поштовим індексом, який наноситься відправником на їх адресний бік у виді стилізованих рукописних цифр. ЛСМ МАП-0 відноситься до машин поточної дії, її ТРС виконана на основі вертикальнозамкненого ланцюгового конвеєра, що транспортує закріплені до ланцюгів каретки з роликами та карманами для листів по напрямівних. Кармани (індивідуальні носії) мають пристрої розвантаження листів у накопичувачі, які змонтовані у два яруси, під нижньою та верхньою лінійними робочими ланками конвеєра [2, 4].

Конструкція та компонувальні рішення ТРС машини МАП-0 є базовою для наступних розробок ЛСМ МАП-1, МАП-2, МАП-3. У МАП-0 застосовується система адресування з адресоносіями, в яких використовуються магнітні носії пам'яті (в наступних розробках МАП-1, 2, 3 застосовуються моделюючі системи адресування) [4, 5, 7]. Машина дозволяє виконувати сортування кореспонденції форматів 114 x 162 мм та 105 x 148 мм за 164 напрямками по 168 накопичувачах, з яких 164 – робочі, 2 – довідкові, 2 – резервні.

Схема компонування основних вузлів машини МАП-0, її ТРС та функціональна схема наведені відповідно на рис. 4.11 та рис. 4.12. Пристрій завантаження 1 (механізм подавання листів) подає їх у стартстопному режимі у зону дії сепаратора 2. З сепаратора листи по одному надходять до вирівнювального пристрою 3, який крім вирівнювання положення руху листів у зоні дії зчитуючого пристрою 6, використовується також для синхронізації моменту надходження листа до пристрою його завантаження у карман, з моментом надходження чергового кармана розподільного конвеєра на позицію завантаження.

Вирівнювальний пристрій виконаний у вигляді каналу з шириною 7 мм. Листи транспортуються в положенні на довгому ребрі по горизонтальній металевій плиті, відносно якої вони вирівнюються під дією своєї ваги. Транспортування та синхронізація часу надходження листів до пристрою завантаження забезпечується ланцюгом з прикріпленими до нього штовхаючими елементами. Привід ланцюга здійснюється від розподільного конвеєра 7.

Після виходу листа із сепаратора штовхаючий елемент переміщує його по каналу вирівнювального пристрою, в якому фотоелектричний пристрій 5 аналізує положення листа відносно положення чергового кармана його завантаження. За наявності несинхронізованості положення листа та кармана, а також при перекосах та подвійній сепарації листів, вони вилучаються із потоку до спеціального накопичувача за допомогою пристрою комутації для повторного завантаження.

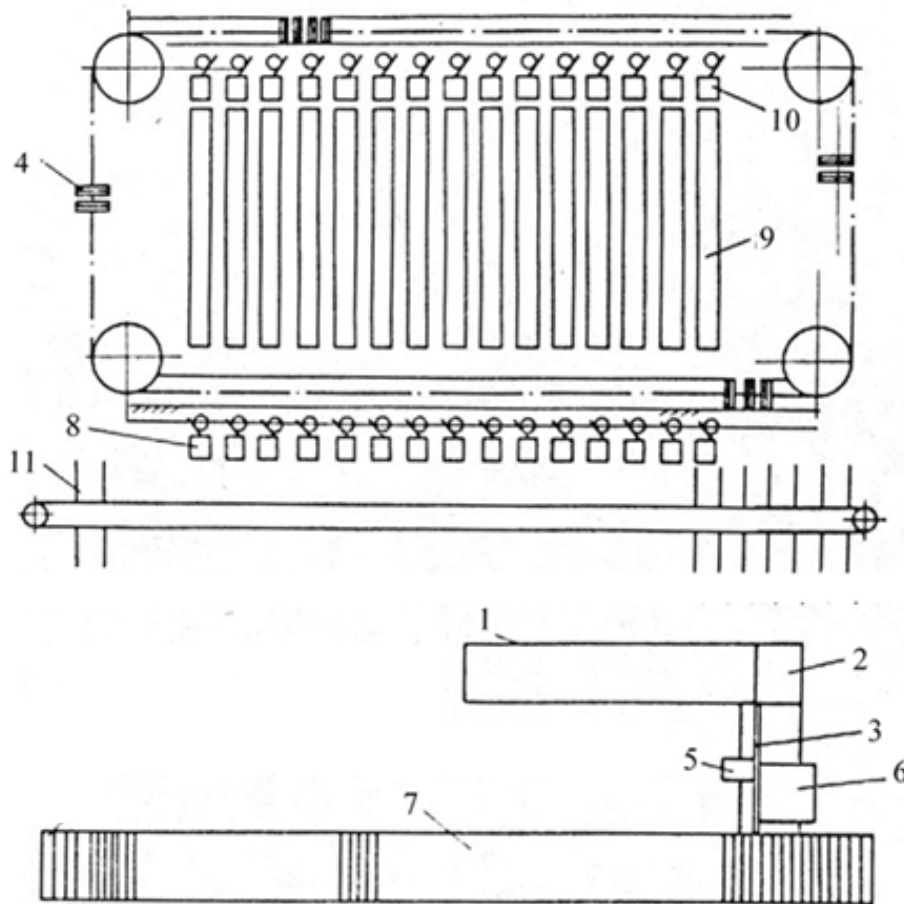


Рис. 4.11

З вирівнюючого пристрою синхронізований та стабілізований відносно осі транспортування потік листів надходить до механізму транспортування зчитуючого пристрою (МТЗП), виконаного у вигляді комбінованого носія листів з застосуванням стрічки, роликів та стабілізуючої вертикальне положення листа пластини.

Листи рухаються на довгому ребрі лицьовим боком (лівим відносно напрямку руху) до пластини. Зчитування адресних ознак здійснюється через вікно, вирізане у пластині на рівні кодового штампа в процесі транспортування листів до пристрою завантаження (ПЗН) їх у кармани (індивідуальні носії – ІН). Парні ролики пристрою завантаження направляють листи по одному в кармани 8 розподільного конвеєра.

Водночас з завантаженням листа магнітна головка здійснює запис коду адресних ознак у вигляді серії імпульсів на магнітний адресоносій (МАН) за допомогою пристрою кодування носіїв (ПКН) системи адресування (СА). Магнітні адресоносії змонтовані на каретках розподільвача. Кожна каретка 4 виконана у вигляді двох штапованих щік, між якими розміщуються два кармани, кожний для одного листа.

Кармани відкриті з боку завантажуючих роликів та мають клапани для розвантаження, які закривають його зверху і знизу. Клапани відкриваються

важільним механізмом (пристроєм розвантаження – ПР) за допомогою електромагніту. Електромагніти монтуються групами по 12 штук на рамі розподільвача. Час дії електромагніту складає 120 мс та займає 60% часу просування кармана на один крок. Таке співвідношення забезпечує надійне відкривання відповідного кармана та виключає можливість відкривання клапанів сусідніх карманів.

Керування електромагнітами здійснюється за сигналами зі зчитуючих магнітних головок адресоприймачів (АП), які змонтовані перед накопичувачами верхнього та нижнього ярусів з боку підходу до них кареток.

Магнітна головка зчитує інформацію із адресоносія. Сигнали зчитування підсилюються та надходять до схеми дешифрування. За наявності збігу зчитаної кодової комбінації з комбінацією селектора відповідного накопичувача, електромагніт пристрою розвантаження карманів спрацьовує та розвантажує лист, який вільно випадає із кармана, проходить між щитками і роликami механізму укладання та займає горизонтальне положення у накопичувачі. Ємність атоматичних накопичувачів 8 нижнього ярусу складає 150 ... 170 листів.

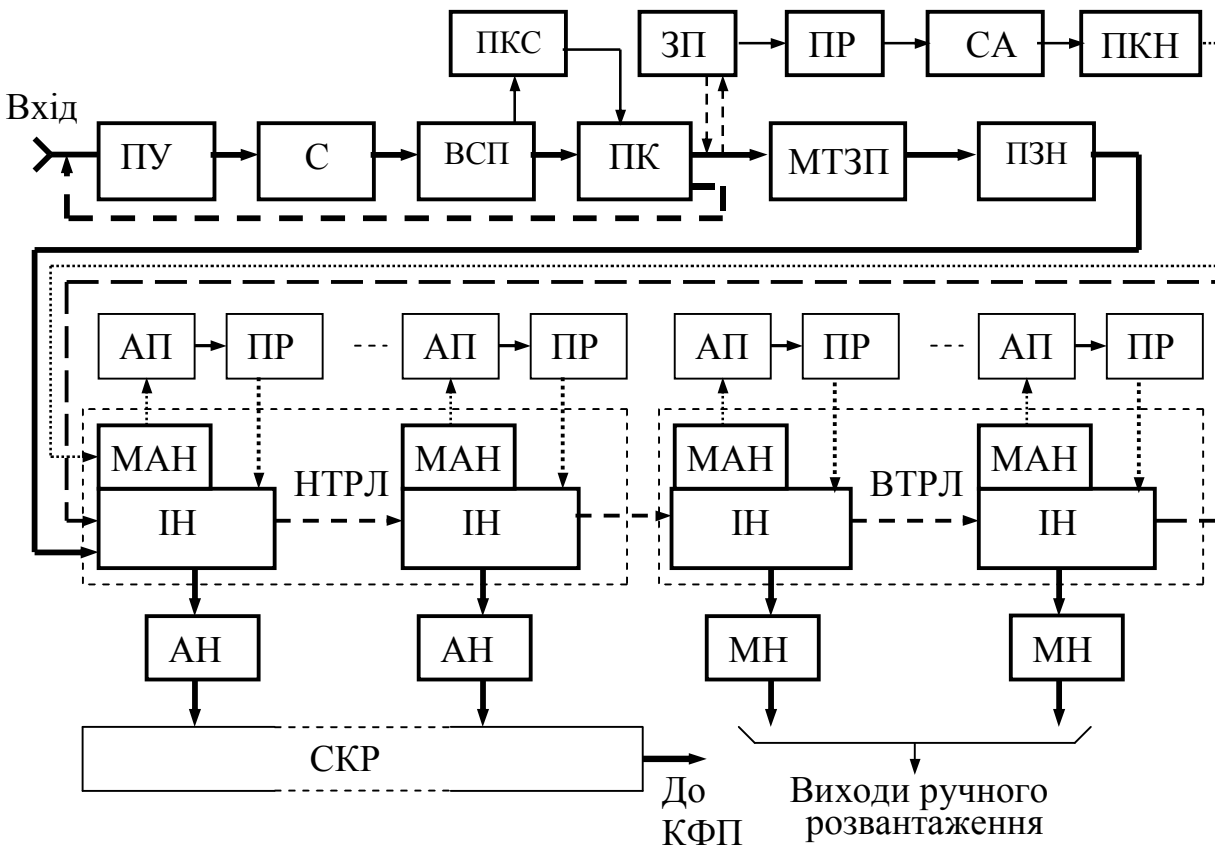


Рис. 4.12

Усі накопичувачі мають датчики їх заповнення, які блокують електромагніти розвантаження листів з карманів при заповненні накопичувачів.

У машині передбачені резервні накопичувачі, які змонтовані в кінці верхнього ярусу, жорстко закріплюються за певними напрямками сортування з великим навантаженням та вмикаються в роботу автоматично при заповненні основних накопичувачів цих напрямків.

Після того, як каретки пройдуть повз автоматичні накопичувачі (АН) нижнього ярусу по його нижній (горизонтальній) транспортно-розподільній ланці (НТРЛ), вони проходять другу поворотну ланку конвеєра та надходять по верхній транспортно-розподільній ланці (ВТРЛ) до накопичувачів 9 верхнього ярусу. Розвантаження листів у накопичувачі верхнього ярусу виконується так само, як і в накопичувачі нижнього ярусу, за сигналами, що зчитуються магнітними головками адресоприймачів накопичувачів з адресоносіїв.

Механізовані накопичувачі (МН) верхнього ярусу мають ємність 800 ... 1000 листів, які накопичуються у касеті, що вставляється у накопичувач. Після заповнення касети вона виймається оператором по візуальному сигналу електричної лампи і направляється на детальне сортування.

В міру надходження листів у прийомний бункер накопичувача 10 зі вставленою касетою датчик заповнення механізованого накопичувача вмикає привід рухомої платформи (дна) й остання, рухаючись до низу, забезпечує простір для накопичення листів у касеті.

При досягненні платформою (дном) нижнього положення, що відповідає максимальній кількості накопичених листів у касеті, спрацьовує датчик заповнення, який так само, як і у випадку відсутності касети, блокує електромагніт розвантаження листів із карманів у даний накопичувач та вмикає сигнальну лампу. Після заміни заповненої касети на порожню датчик заповнення вмикає електродвигун, який повертає нижню платформу у вихідне верхнє положення. При досягненні верхнього положення платформа діє на датчик вільного (порожнього) стану касети, який вимикає електродвигун та знімає блокування електромагніту розвантаження касети.

Для примусового розвантаження накопичувачів застосовуються кнопки, кожна з яких при її натискуванні, блокує електромагніт розвантаження карманів та вмикає електродвигун переміщення платформи у нижнє положення для вільного виймання касети.

Розвантаження накопичувачів нижнього ярусу виконується автоматично за сигналом оператора, після якого пачки листів розвантажуються із накопичувачів на секціонований конвеєр розвантаження (СКР) 11, та транспортуються ним до місця (машини, комплексу) виконання операцій формування постпакетів. Листи з накопичувачів верхнього ярусу розвантажуються оператором (в касетах) та подаються до АЛСМ детального сортування.

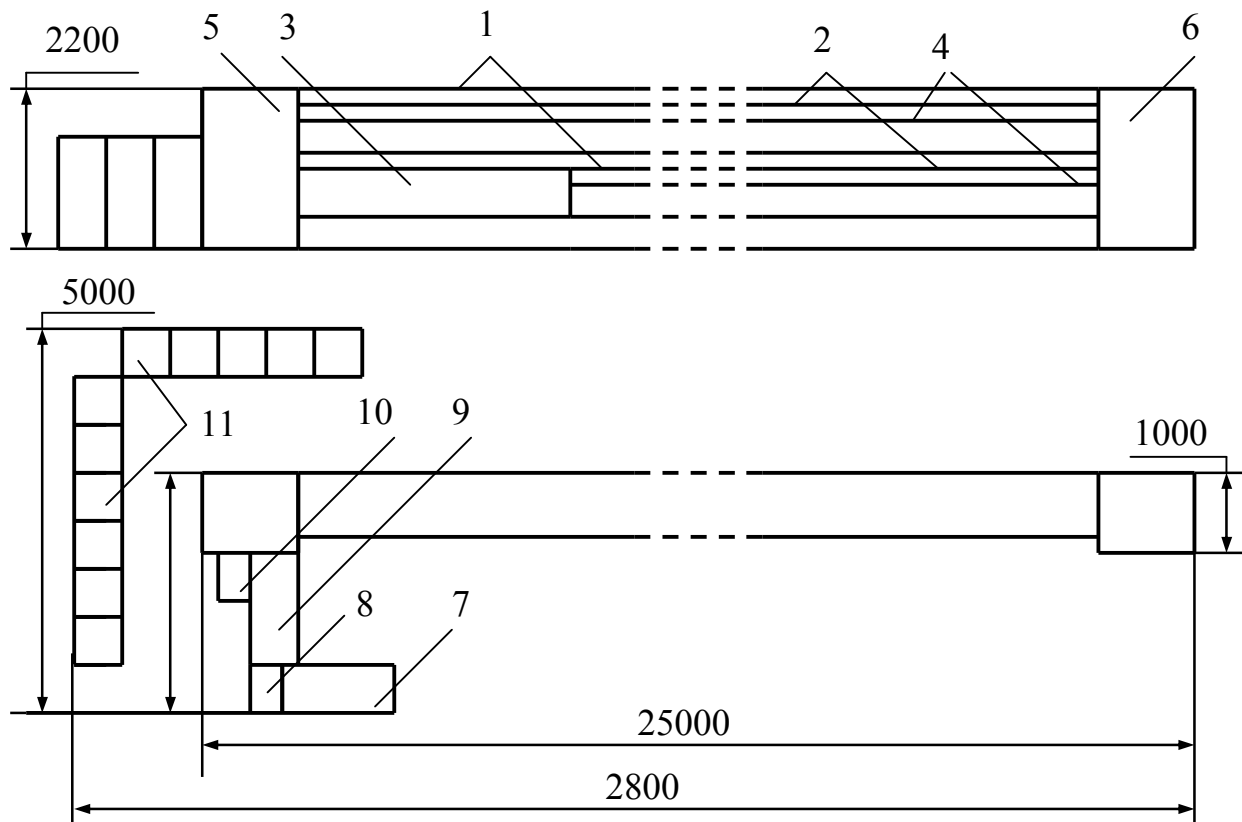
Технічні характеристики ЛСМ типу МАП-0:

- продуктивність, тис.лист/год.18,0;
- швидкість руху розподільного конвеєра, м/с0,287;
- швидкість руху листів у зоні зчитування поштового індексу, м/с.....1,34;
- швидкість листа при його уведенні в карман, м/с.....3,02;
- ємність механізованих накопичувачів листів верхнього ярусу, шт.1000;
- ємність накопичувачів листів нижнього ярусу з автоматичним розвантаженням, шт.170.

Автоматична ЛСМ МАП-1 є модернізацією машини МАП-0. В ній застосовується більш ефективна моделююча система адресування, змінене компонування та кількість накопичувачів [2, 5, 6].

МАП-1 призначена для детального та загального сортування листів, у зв'язку з чим кількість накопичувачів у ній значно більша, ніж в МАП-0, та складає 224. Накопичувачі малої ємності (150 ... 170 листів), в кількості 200 штук розміщені на верхньому та більшій частині нижнього ярусів, а накопичувачі великої ємності (500 ... 600 листів) в кількості 24 штук – на нижньому ярусі [6].

Схема розміщення обладнання МАП-1 наведена на рис. 4.13.



Умовні позначення: 1 – ТРС; 2 – малі (автоматичні) накопичувачі; 3 – великі (механізовані) накопичувачі; 4 – секціонований конвеєр розвантаження; 5 – приводна станція; 6 – натяжна станція; 7 – пристрій завантаження; 8 – сепаратор; 9 – вирівнювальний пристрій; 10 – зчитуючий пристрій; 11 – цифрочитальний пристрій та стояки керуючого пристрою.

Рис. 4.13

Загальне сортування здійснюється за першими трьома цифрами, а детальне сортування за останніми чотирма цифрами шестизначного поштового індексу.

Інформація про цифрові адресні ознаки послідовно надходить із зчитуючого пристрою до ЦЧА виконаного у вигляді одного зі стояків керуючого пристрою. Для синхронізації процесів зчитування та розпізнавання

до ЦЧА додатково надходить сигнал “початок конверта” із фотобар’єра, який визначає готовність роботи зчитуючого пристрою та підготовку ЦЧА до прийому інформації. Керуючий пристрій аналізує прийняту від ЦЧА інформацію про адресні ознаки листа у відповідності з програмою сортування.

Якщо розпізнаний в ЦЧА індекс листа співпадає з одним із індексів, передбачених програмою сортування, то виконується записування у систему адресування коду листа аналогічного коду накопичувача, в який необхідно адресувати (доставити) лист з розпізнаним індексом.

Записані таким чином коди моделюють у системі адресування реальний потік листів у ТРС. У процесі руху листів по трасі машини (в ТРС) здійснюється порівняння їх кодів з кодами накопичувачів. При збігу коду листа з кодом накопичувача керуючий пристрій формує сигнал, за яким вмикається електромагніт механізму розвантаження листа у відповідний накопичувач. При підході кармана до накопичувача, в який адресовано лист, ричаг, що блокує клапан кармана, відхиляється ролик механізму розвантаження під дією електромагніту та відкриває клапан. Лист розвантажується з кармана у вхідний отвір накопичувача – зазор між щитком і стабілізуючим роликом, який постійно обертається та забезпечує укладання листів в накопичувач.

Не індексована кореспонденція, листи з невірно написаним індексом, або з відхиленням геометричних розмірів цифр відносно трафаретної сітки кодового штампа, надсилаються до довідкових накопичувачів. На пульті оператора (керування) та над кожним накопичувачем розташовані сигнальні лампи заповнення накопичувачів. Біля накопичувачів змонтовані кармани з ярликами для постпакетів.

Накопичувачі великої ємності за принципом дії та конструкцією аналогічні накопичувачам машини МАП-0, вони виконані на основі вертикального ланцюгового конвеєра з автономним приводом. На ланцюгу конвеєра закріплена платформа (дно), яка може вільно рухатись на вертикальних направляючих в робочому просторі накопичувача від верхнього до нижнього положенні та навпаки, за сигналами кінцевих датчиків. При відсутності листів у накопичувачі, платформа знаходиться у верхньому крайньому положенні, в міру надходження листів вона рухається до низу за допомогою важільного механізму, який взаємодіє з кінцевим датчиком. При повному завантаженні накопичувача датчик нижнього положення платформи формує сигнал “заповнення накопичувача” та блокує електромагніт розвантаження листів з карманів у даний накопичувач. У накопичувач вставляється касета накопичення листів. Як привід конвеєра накопичувача використовується блок-привод пристрою подачі масиву листів, який складається із редуктора, двох пар електромагнітних муфт та стрічкових гальмів з магнітами, що дозволяє незалежно, від одного блок-приводу приводити в дію конвеєри двох накопичувачів [3, 6].

Розвантаження накопичувачів великої ємності виконується ручним способом – з накопичувача виймається касета з листами і вставляється порожня касета.

Розвантаження накопичувачів малої ємності виконується автоматично за допомогою системи поперечних та повздовжніх секціонованих ланцюгових конвеєрів, вихідні ланки яких транспортують стопи листів на висоті, що є зручною для їх знімання та обв'язування на спеціальній машині [3].

Механізми та пристрої машини МАП-1, які потребують оперативного технічного обслуговування, відкриті з боку пристрою уводу, що значно поліпшує її експлуатацію та ремонт. З протилежного боку машина закрита щитами з шумопоглинальними прокладками.

У місцях ТРС, де можливі затори листів, змонтовані пристрої блокування, які вимикають той чи інший транспортуючий механізм або всю машину. Крім цього машина обладнана розподіленими по трасі конвеєра кнопками зупинки при виникненні аварійних ситуацій.

Стояки живлення, ЦЧА та керування розміщуються осторонь, що дозволяє краще використовувати можливості приміщення, в якому експлуатується машина.

Технічні характеристики машини МАП-1:

- продуктивність, тис.лист/год.20,0;
- габарити, мм:
 - довжина24365;
 - ширина5500;
 - висота2292;
- маса, кг9000.

Автоматичні листосортувальні машини МАП-0 та МАП-1 побудовані на основі двокоординатної системи розподілу листів (див. рис. 4.10). Кармани з листами ланцюгового транспортно-розподільного конвеєра послідовно обходять усі накопичувачі кожного з двох ярусів, внаслідок чого машини займають велику виробничу площу. Особливо великою є довжина машин.

Зменшення габаритів та збільшення продуктивності ставилось за мету при розробці трикоординатної автоматичної ЛСМ типу МАП-2 та автоматичної ЛСМ з циліндричними координатами (кільцевим компонуванням) МАП-У.

Автоматична ЛСМ МАП-2 розроблена з використанням конструктивних аналогів основних функціональних елементів ТРС МАП-1 – дворядного ланцюгового конвеєра, карманів та накопичувачів, пристрою розвантаження машини (рис. 4.14).

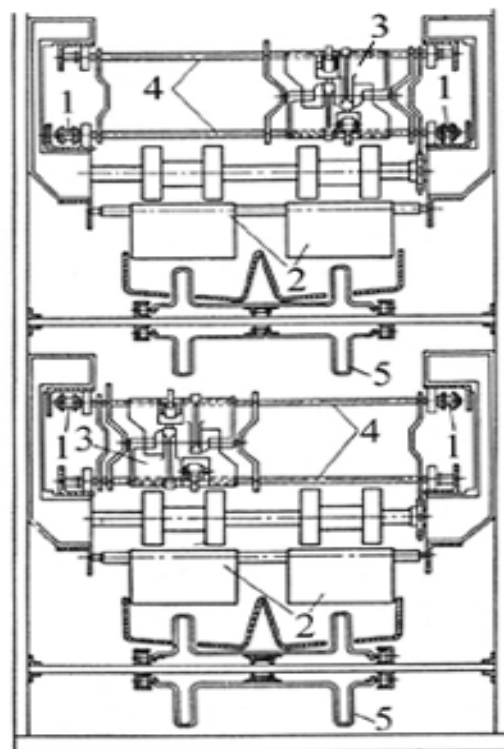


Рис. 4.14

Перевагою та суттєвою технічною новизною МАП-2 є установлення на кожному ярусі, між паралельними площинами, двох нескінченних ланцюгів 1 конвеєра, двох рядів накопичувачів 2 та карманів 3, що вільно закріплені на напрямівних 4, перпендикулярних площинам ланцюгів [6].

Кожний карман рухається уздовж напрямівних та оперативно взаємодіє з накопичувачем будь-якого ряду. У місці уведення листів в ТРС установлений селектор, який направляє карман у необхідний ряд накопичувачів.

Автоматизоване розвантаження машини (накопичувачів) здійснюється секціонованими конвеєрами 5.

Універсальна ЛСМ типу МПСУ призначена для сортування листів в автоматичному та напівавтоматичному режимах [6].

Компонування та розміщення обладнання машини наведено на рис. 4.15. Машина має два пристрої уведення стоп листів, які забезпечують уведення адресних ознак у керуючий пристрій за допомогою зчитуючого пристрою та цифрочитального автомата, а також оператором з клавіатури.

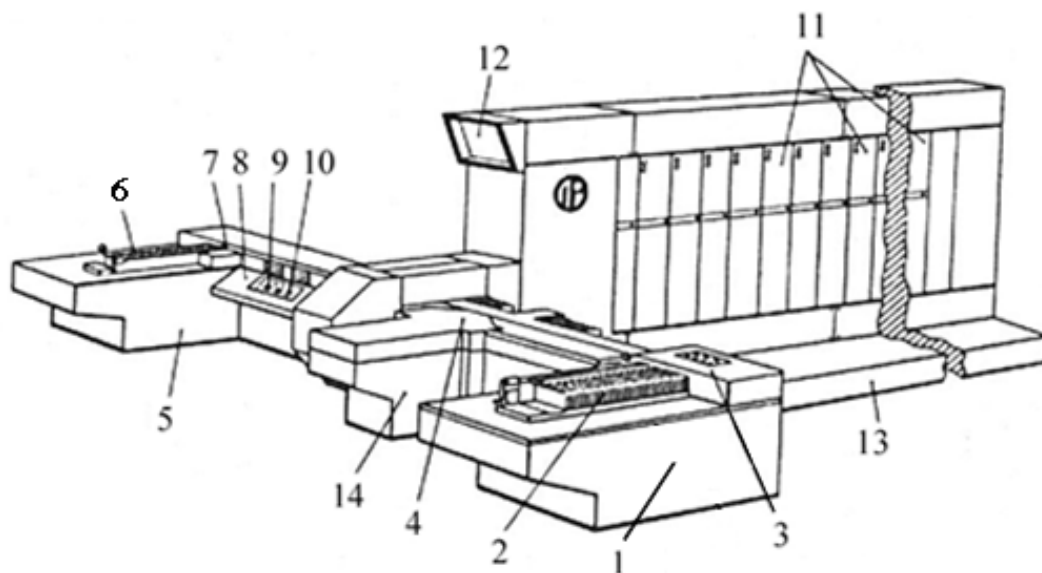


Рис. 4.15

Автоматичний пристрій уведення листів 1 включає в себе пристрій подачі масиву листів 2 та сепаратор 3, кінематично зв'язаний з транспортно-розподільною системою, зчитуючий пристрій 3 та цифрочитальний автомат 14.

Напівавтоматичний пристрій уведення 5 включає пристрій подачі листів 6 (аналогічний пристрою 2), сепаратор 7, пульт оператора 8 з клавіатурою 9 для уведення знаків поштового індексу, систему 10 уведення команд виклику та переміщень листа, а також пристрій синхронізованого уведення листів в ТРС.

ТРС машини складається з приводної та натяжної станції, прямолінійних та криволінійних напрямівних для спеціального просторового ланцюгового конвеєра з гусеничним приводом та захватами – носіями листів.

Секції 11 накопичувачів листів забезпечують блочно-модульну конструкцію машини. Сигнальне табло 12 забезпечує контроль та діагностику параметрів машини.

У настилі 13 машини вмонтовані повітряпроводи від вентиляторів, що розташовані в приводній станції, до сепараторів 4 та 7.

Система керування машиною МПСУ виконана на базі керуючого обчислювального комплексу УВКМ-6000.

Технічні характеристики машини МПС-У:

- продуктивність в автоматичному режимі,
тис. лист/год.12;
- кількість накопичувачів, шт256;
- **габарити, мм:**
- довжина.....12650;
- ширина4200;
- висота3500;
- маса, кг3500;
- швидкість транспортування носіїв листів, м/с.....0,225.

Автоматична ЛСМ з кільцевою компоновкою МАП-У сконструйована з урахуванням розглянутих вище основних факторів підвищення продуктивності ЛСМ [2, 6].

Пропускна здатність сучасних пристроїв сепарації та комутації листів вичерпана (обмежена) їх конструктивними рішеннями та елементною базою, тому подальше суттєве збільшення продуктивності ЛСМ може здійснюватись не за рахунок підвищення швидкості транспортування, швидкодії сепаруючого та комутуючого пристроїв, а за рахунок більш раціональної організації руху листів у машині. Більш раціональною є не одноканальна схема сортування, що застосовується у більшості сучасних ЛСМ, а багатоканальна, при якій створюється декілька каналів для листів на вході машини та в ТРС [2, 5, 6].

Автоматична машина МАП-У має багатоярусну розподільну систему з кільцевим компонуванням накопичувачів та індивідуальними носіями листів, які жорстко зв'язані з приводом машини. Загальний вигляд та розміщення обладнання машини МАП-У наведено на рис. 4.16. Основу машини складає

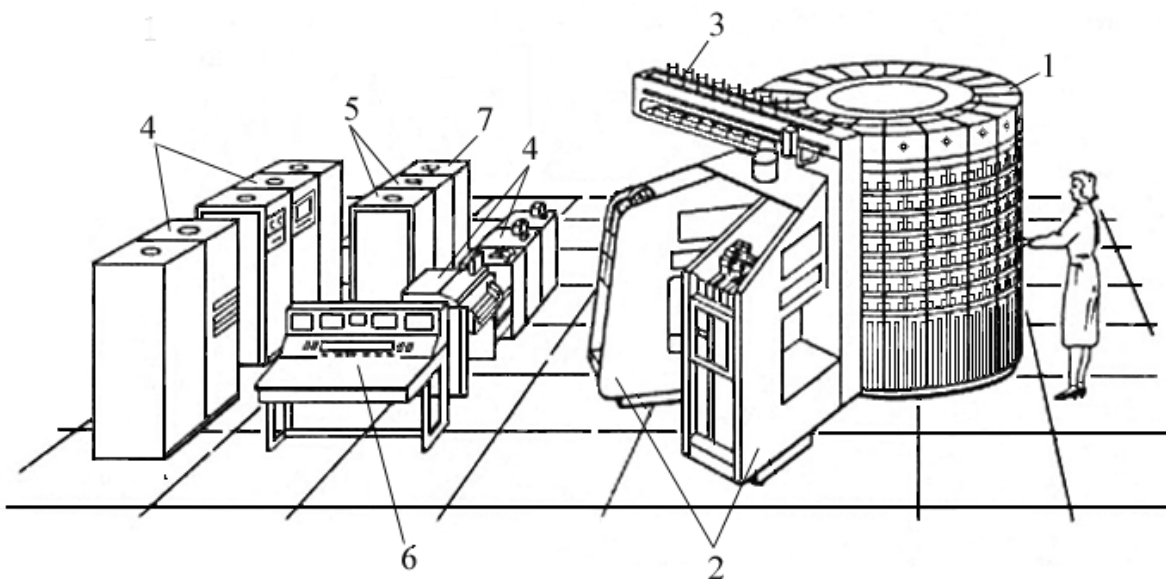


Рис. 4.16

циліндричний корпус 1 з пристроями уведення 2 касет з листами та виведення 3 пачок листів з накопичувачів, система керування, контролю та діагностики 4 з цифрочитальним автоматом 5 та пультом керування 6, силовий стояк 7 [6].

Розріз машини МАП-У та вид зверху наведено відповідно на рис. 4.17 та рис. 4.18. На зовнішній поверхні циліндричного корпусу 1 машини в декілька ярусів розміщені накопичувачі листів 2, над якими рухаються індивідуальні носії листів 3, що транспортують їх від пристроїв уведення до накопичувачів та контейнери 4, призначені для розвантаження листів з накопичувачів.

Носії та контейнери вільно закріплені на спицях 5 (відносно осі спиць) приводного барабана 6, який знаходиться в середині корпусу машини та нагадує “білкове колесо”.

Обертання барабана, переміщення носіїв та контейнерів уздовж спиці дозволяє виконувати транспортування листа у носії до будь-якого накопичувача в процесі сортування, а також розвантаження накопичувачів. Траєкторія руху носіїв та контейнерів визначається їх кінематичним зв'язком з нерухомим циліндричним копиром, який має гвинтівні розподільні канали і розташований у середині (за спицями) барабана.

В машині може застосовуватись декілька пристроїв уведення 7 в залежності від її необхідної продуктивності. Кожний пристрій уведення має два механізми 8 подачі масиву листів до сепаратора 9 (рис. 4.18) та один механізм 10, транспортування листів до зони дії зчитуючого пристрою 11 (на рис. 4.17 – 4.21 використовується наскрізна нумерація позначень).

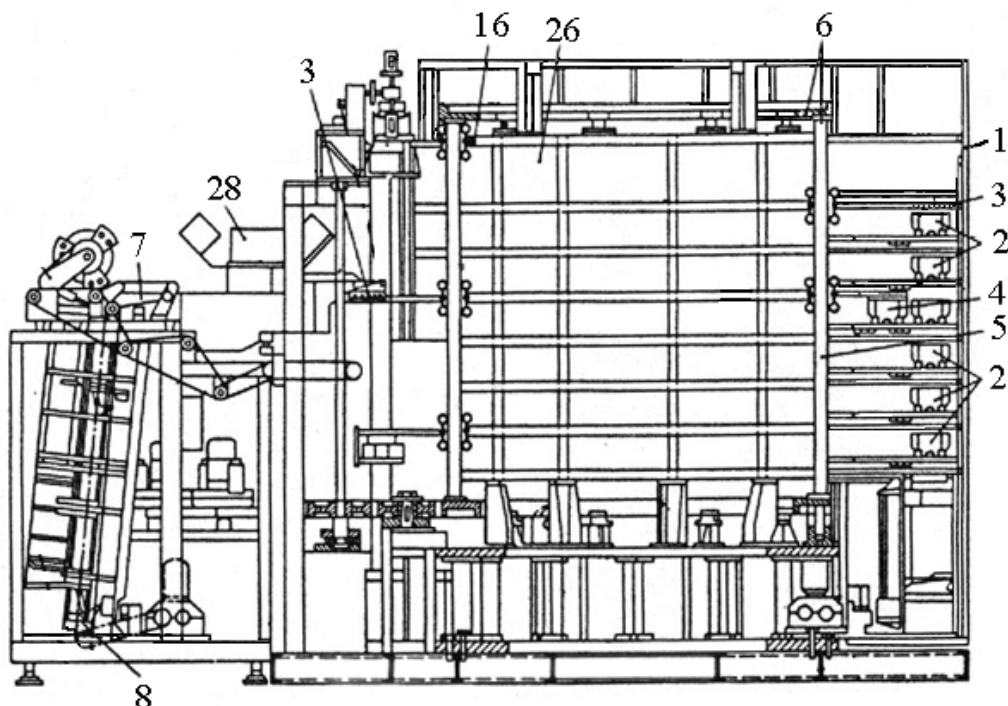


Рис. 4.17

При застосуванні двох пристроїв уведення кожний сепаруючий пристрій може мати продуктивність у два рази меншу за продуктивність пристрою

уведення, а продуктивність машини буде удвічі більша за продуктивність пристрою уведення та в чотири рази більша за продуктивність сепаратора [6].

При продуктивності сепаратора 10000 лист/год. загальна продуктивність машини МАП-У складає 40000 лист/год., а необхідна кутова швидкість обертання барабана при застосуванні 64-х носіїв, установлених на його спицях – 10,42 об/хв.

Гіпотетично можна допустити достатність застосування одного носія для забезпечення доставляння будь-якого листа, до будь-якого накопичувача, проте це потребує надмірно великої кутової швидкості барабана. Ефективна, з практичної точки зору застосування, кількість носіїв вибирається у машинах такого типу в 4-5 разів меншою за кількість накопичувачів [6].

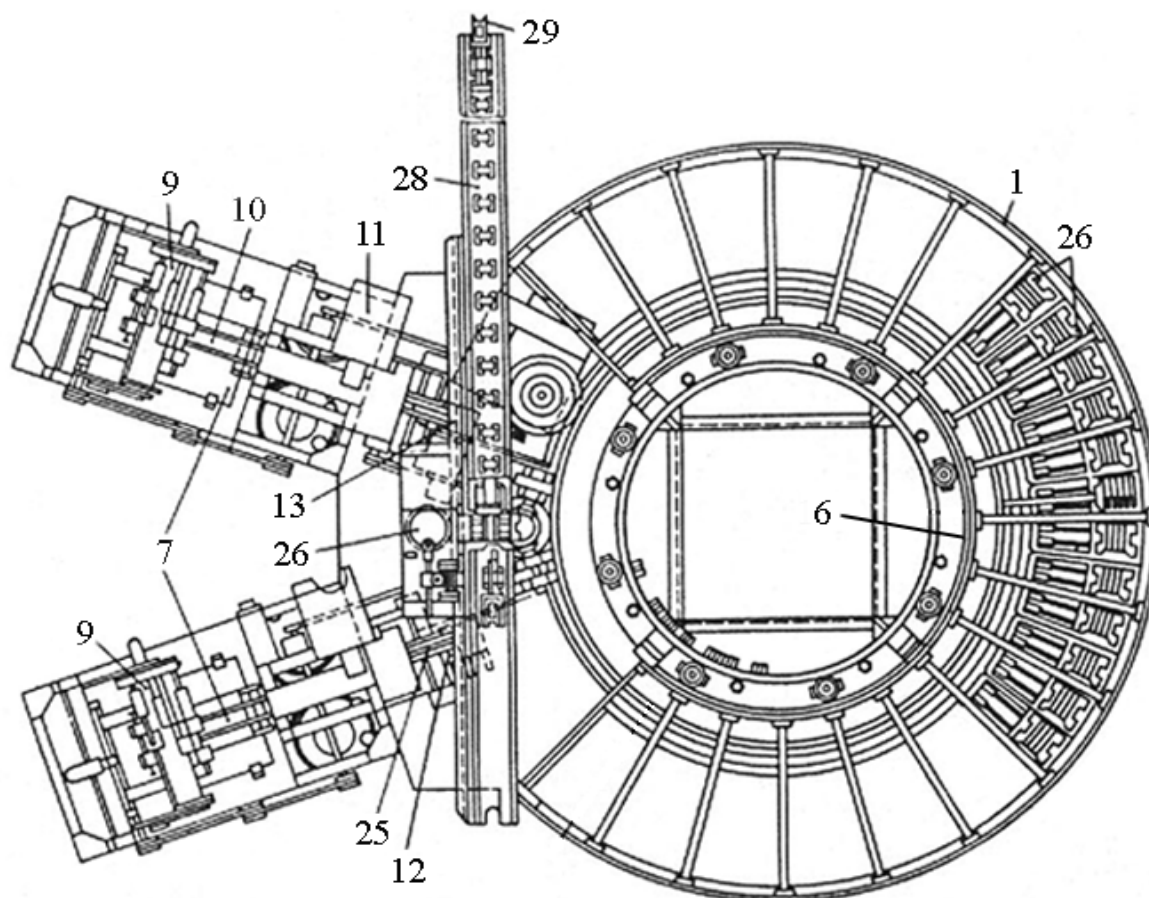


Рис. 4.18

Вихідна частина пристрою уводу закінчується роликами 12, які завантажують листи у буферну коробку 13 для наступної їх передачі до носія. Коробка має пази для проходження крізь неї носія з важільним захватом алігаторного типу (рис. 4.19, а) вид з боку; б) вид з торця) [6].

Носії листів 3 поділяються на дві групи – парні та непарні, в які завантажуються відповідно листи з коробок 13 першого (відносно руху носіїв) та другого пристроїв уведення. Привід підймання та опускання важеля 14 захоплення листа носієм здійснюється за рахунок взаємодії ролика 15 важеля 14, що фіксується в одному із положень пружиною 16, з парними або

непарними кулачками буферних коробок. При відсутності такої взаємодії, – наприклад, непарного носія та парного кулачка, важіль захоплення проходить нижче коробки (пунктирна лінія на рис. 4.19, а).

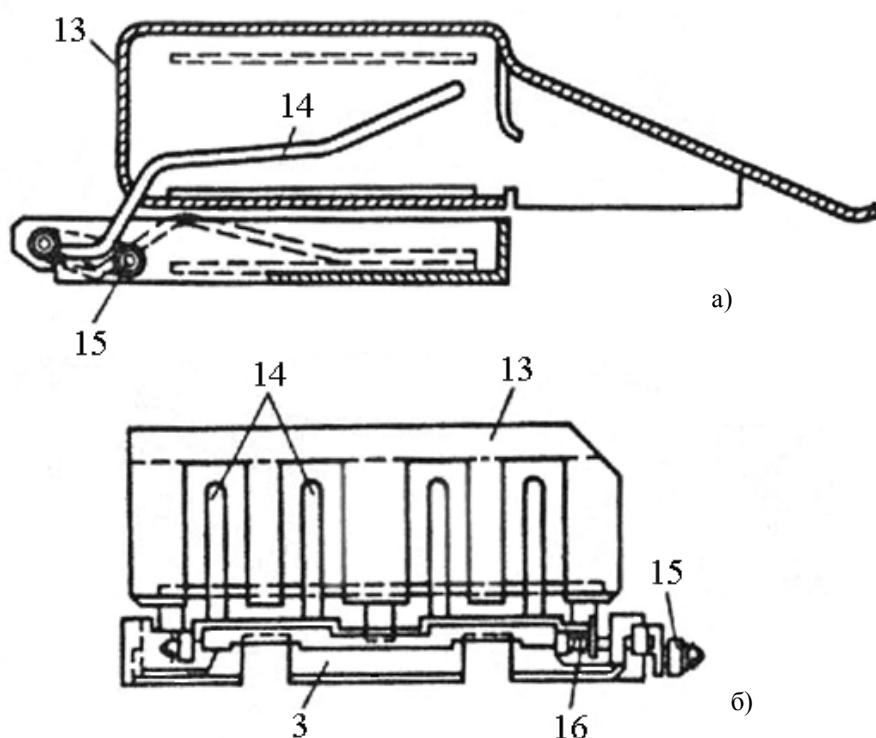


Рис. 4.19

У випадку, коли лист, що знаходиться у буферній коробці, підлягає захопленню носієм, важіль 14 піднімається, проходить крізь пази коробки, притискаючи лист до робочої площини носія та транспортує його до відповідного накопичувача.

Розгортка циліндричного копіра наведена на рис. 4.20. Він виконаний у вигляді ряду паралельних розподільних каналів (напрямівних) 17, що забезпечують транспортування носіїв до всіх накопичувачів, та з'єднуються один з одним за допомогою нахилених відносно вертикальної осі машини каналів 18 [3, 6].

Комутація носіїв при переході із одного розподільного каналу в інший виконується за допомогою клапанів (стрілок) 24 з електромагнітним приводом, за сигналами керуючого пристрою.

Паралельно розташовані розподільні канали утворюють дві розподільні системи. Для наочності на рис. 4.20 канали різних систем виділені тонкими та товстими лініями. Центральні канали 20 систем виконані замкненими по колу копіра. Для забезпечення більшої продуктивності кількість таких систем може бути більшою, відповідно до кількості пристроїв уводу та виводу.

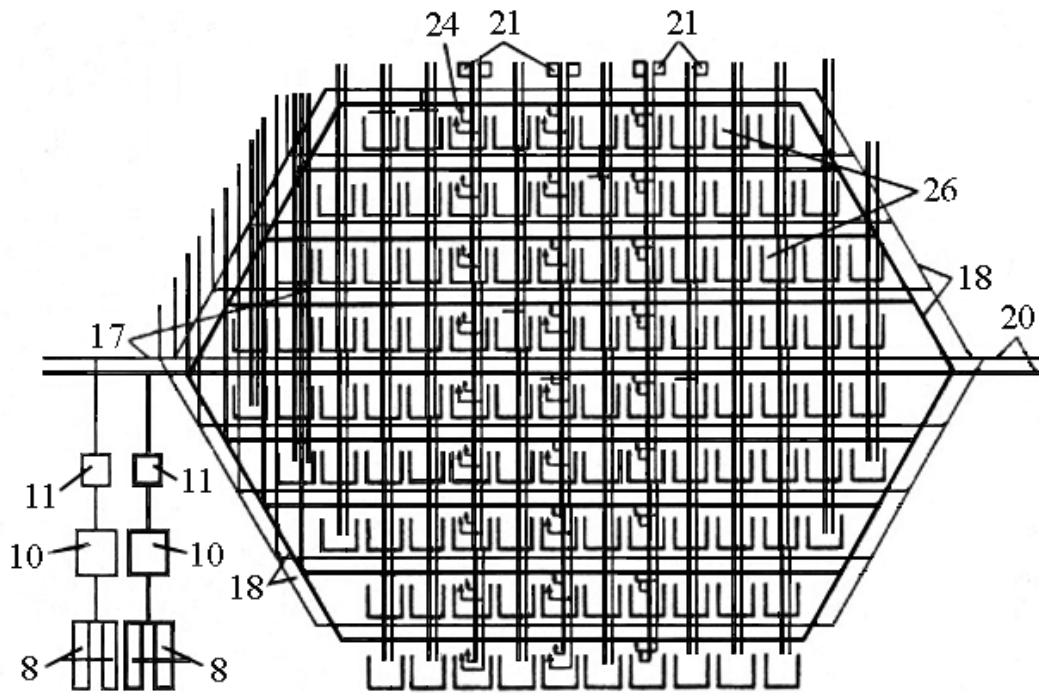


Рис. 4.20

Кожна система призначена для вибіркового транспортування носіїв та розвантаження з них листів у накопичувачі, а також розвантаження пачок листів із накопичувачів. У кожний конкретний момент часу, на будь-якій вертикалі, що визначається місцеположенням спиці барабана (“білкового колеса”) над вертикаллю накопичувачів, знаходиться один носій (лист) або контейнер, тому достатньо мати один приводний механізм 21 розвантаження носія для всіх накопичувачів вертикалі.

Застосування на одній вертикалі механізмів, окремо для кожної системи розподільних каналів, дозволяє забезпечити їх роботу з тактом, більшим за такт сортування листів прямопропорційно кількості систем [6].

В ЛСМ МАП-У застосовується три системи розподільних каналів: дві – за кількістю пристроїв уведення та одна – для пристрою розвантаження накопичувачів. Отже, найбільш вимогливий стосовно швидкодії, привод механізму вибіркового розподілу листів по накопичувачах може працювати з тактом удвічі більшим за такт сортування листів [6].

Розподіл носіїв та контейнерів між ярусами накопичувачів у машині МАП-У здійснюється за рахунок їх взаємодії з клапанами (стрілками). Схема трипотокового розподілювача носіїв та контейнерів по накопичувачах машини наведена на рис. 4.21 Дві групи носіїв листів 3 (парні та непарні) відрізняються між собою та від контейнерів довжиною осі 22 ролика 23. Ролик кожного носія переміщується по відповідній системі розподільних каналів під дією обертання барабана (спиці) та клапанів 24. Носій, що жорстко зв’язаний з роликом відносно спиці, повторює траєкторію руху ролика [6].

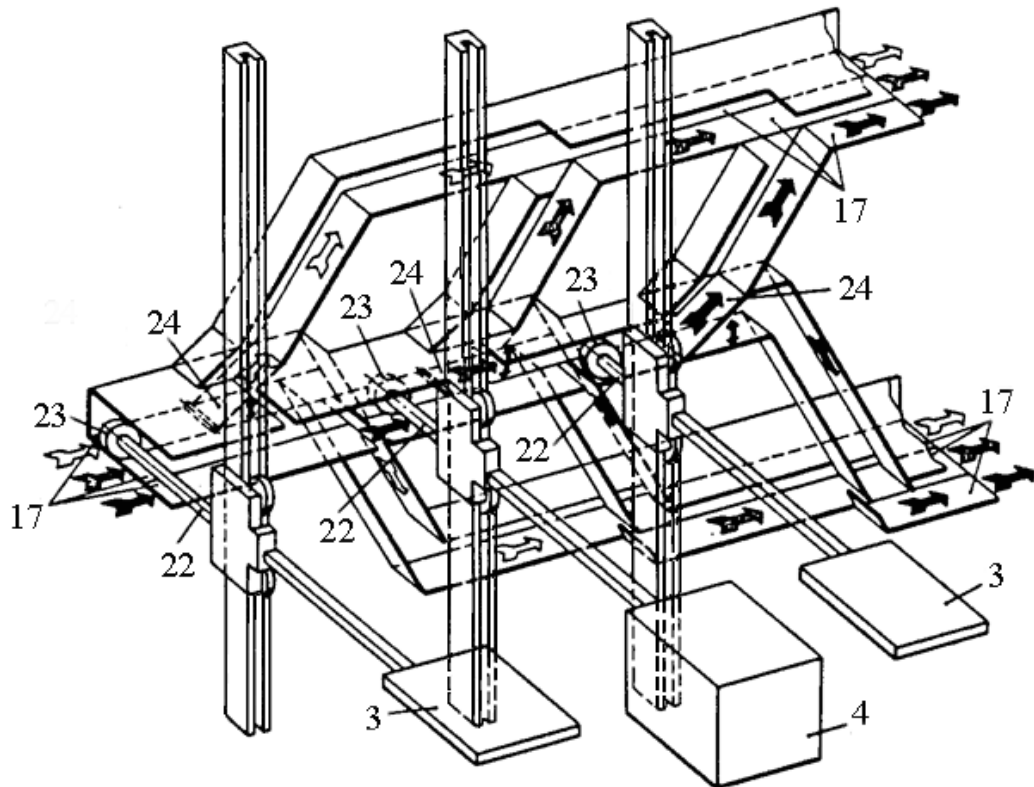


Рис. 4.21

Перший, за напрямом руху листів, клапан установлюється на найбільш віддаленому від накопичувачів розподільному каналі, за яким переміщається ролик з найдовшою віссю 22. Всі інші клапани розміщені на розподільних каналах у напрямку потоку листів, в міру віддаленості каналів від накопичувачів у шахматному порядку.

Завдяки такому розміщенню клапанів, у першу чергу розподіляються носії з найбільшою довжиною осі ролика (незаштрихована стрілка на рис. 4.21). Обидва потоки роликів з меншими осями не взаємодіють з найбільш віддаленим клапаном, тому останній працює з тактом, необхідним для розподілу потоку листів у найбільш віддаленому від накопичувачів розподільному каналі. Далі послідовно розподіляються два інших потоки роликів (заштрихована та темна стрілки).

Такт роботи клапана у кожному з цих потоків співпадає з необхідним тактом розподілу кожного з них, тому для найбільш віддаленого розподільного клапана самі ролики носіїв та контейнерів, а також їх осі не взаємодіють з клапанами сусідніх каналів. Внаслідок цього клапан працює з тактом у декілька разів більшим (за кількістю розподільних клапанів) за такт сортування. Отже вимоги швидкодії до самого важливого функціонального елемента АЛСМ різко зменшуються, відкриваючи резерви підвищення її продуктивності та надійності. Розподільні канали зміщені в тривимірному просторі, тому

збільшення їх кількості у напрямі ортогональному потоку листів, дозволяє збільшити продуктивність АЛСМ без підвищення швидкодії клапанів.

Контейнери та групи роликів пристрою автоматичного розвантаження накопичувачів змонтовані по одному на окремих спицях, що закріплені в проміжках між спицями носіїв листів, тому для розвантаження будь-якого накопичувача (усіх накопичувачів) достатньо одного контейнера. Для забезпечення високої продуктивності в машині встановлюються чотири контейнери, кожний з яких може розвантажувати будь-який накопичувач, забезпечуючи її загальну продуктивність – 2500 пачок листів на годину та розвантаження усіх 250 накопичувачів за 6 хв. [2, 6].

Усі операції по автоматичному сортуванню листів та розвантаженню листів із накопичувачів здійснюються в машині при безперервному обертанні барабана.

Процес завантаження машини МАП-У пояснюється схемою рис. 4.22. Призначена для сортування кореспонденція розміщується в касетах 1, які подаються конвеєром 2 та секцією опускання 3 касет на позицію уведення 4 і завантажуються пристроєм кантування 5 у гніздо бункера пристрою подачі масиву листів до сепаратора [6].

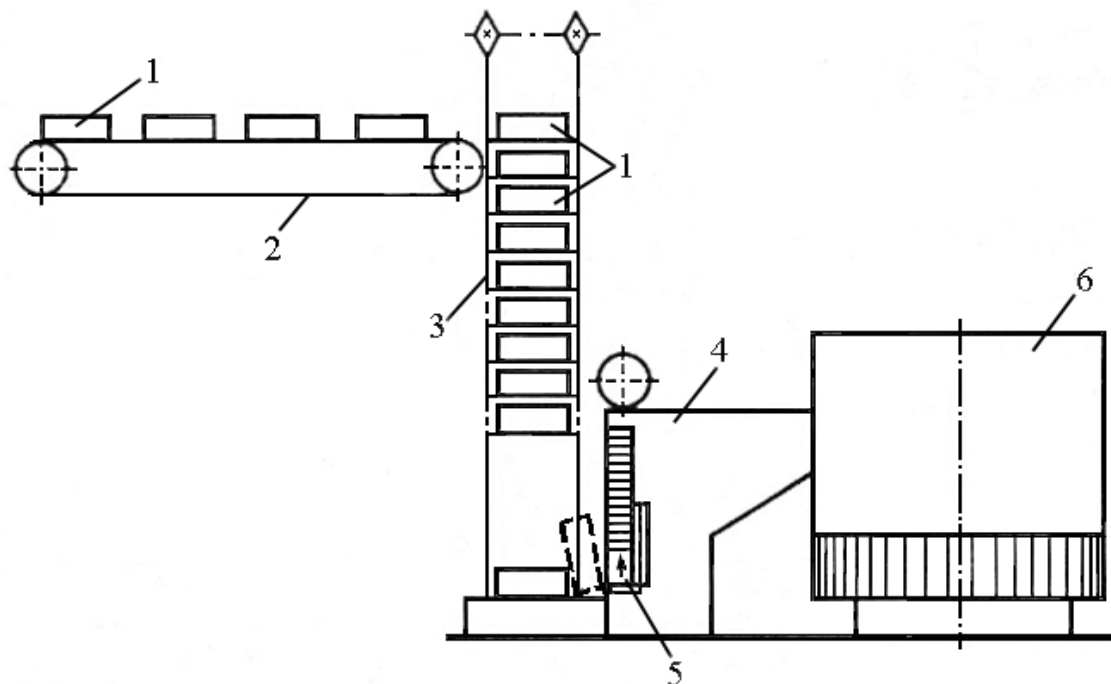


Рис. 4.22

При завантаженні касети датчик вмикає привод пристрою подачі, внаслідок чого його каретка переміщує стопу в стартстопному режимі до зони дії сепаратора. Після сепарації всієї стопи порожня касета виймається, а на її місце уставляється нова касета з черговою стопою листів.

Сепаратор МАП-У здійснює сепарацію із двох пристроїв подачі листів у один пристрій транспортування листів на позицію зчитування.

Після зчитування адресних ознак зчитуючим пристроєм та їх розпізнавання цифрочитальним автоматом, останній передає інформацію у

керуючий обчислювальний комплекс, який шляхом керування клапанами ТРС направляє носій з завантаженим у нього після зчитування адресних ознак листом по одній із двох систем розподільних каналів до відповідного адресним ознакам листа накопичувача. Листи з незчитаним індексом за наявності перекосів не відповідності інтервалу їх руху вилучаються з потоку клапаном 25.

При наближенні носія до необхідного накопичувача за сигналом керуючого комплексу вмикається електромагнітний привод упорів розвантажування листа з носія в накопичувач, упори підіймаються і виводять лист з носія, після чого він надходить до накопичувача. Носій продовжує рух під дією обертання барабана і далі по нахиленому та замкненому центральному розподільному каналах, надходить (повертається) на “свою” позицію уведення для завантаження у нього наступного листа (парні та не парні носії завантажуються кожний зі свого пристрою уведення).

Розвантаження накопичувачів здійснюється за сигналами керуючого комплексу шляхом взаємодії груп роликів та контейнера 4 з платформою 26 накопичувача. Група роликів, що знаходиться перед контейнером, наближається до накопичувача, взаємодіє з кулачком платформи і поступово – першою, другою та третьою парами роликів переміщує останню у напрямку центру обертання барабана (в [2] розглянута конструкція пристрою розвантаження МАП-У, в якій замість роликів застосовуються групи кулачків змонтованих на спицях).

У найбільш близькому до центру машини положенні платформи, контейнер знімає з неї пачку листів, рухаючись по колу ярусу накопичувачів, а платформа під дією другої групи роликів повертається у вихідне положення. Контейнер з пачкою листів та двома групами парних роликів продовжує рух по своєму каналу і далі по нахиленому та замкненому розподільних каналах – до пристрою перевантаження 27 пачок, що входить до складу пристрою їх виводу 28. За допомогою пристрою 27 пачки листів перевантажуються з контейнера на конвеєр 29 та виводяться із машини до місця формування постпакетів.

Для розширення функціональних можливостей (наприклад, збільшення кількості накопичувачів) у машині МАП-У може встановлюватись декілька циліндричних блоків (ТРС) з коробкою 13 уведення лисів для кожного з них та загальним або індивідуальними конвеєрами розвантаження 29 [6].

Граф ЛСМ МАП-У наведено на рис. 4.23. Вузли графа відповідають механізмам машини, а дуги – транспортним каналам. Касети з листами встановлюються в автоматичні пристрої заміни касет 1...4 та по черзі подаються у відповідні пристрої подачі (завантаження) масиву листів 5...8, що подають листи до сепараторів 9, 10.

Після сепарації листи з відповідним інтервалом надходять до пристроїв транспортування та вирівнювання 11, 12, необхідні для зменшення їх перекосів при зчитуванні знаків поштового індексу. Після зчитування адресних ознак листи уводяться в ТРС 13 (на графі пристрої уведення об'єднані в один, а дві системи розподілу носіїв – в одну ТРС), яка транспортує та розподіляє листи в багатоярусній системі накопичувачів 1...263. Із накопичувачів пачки листів

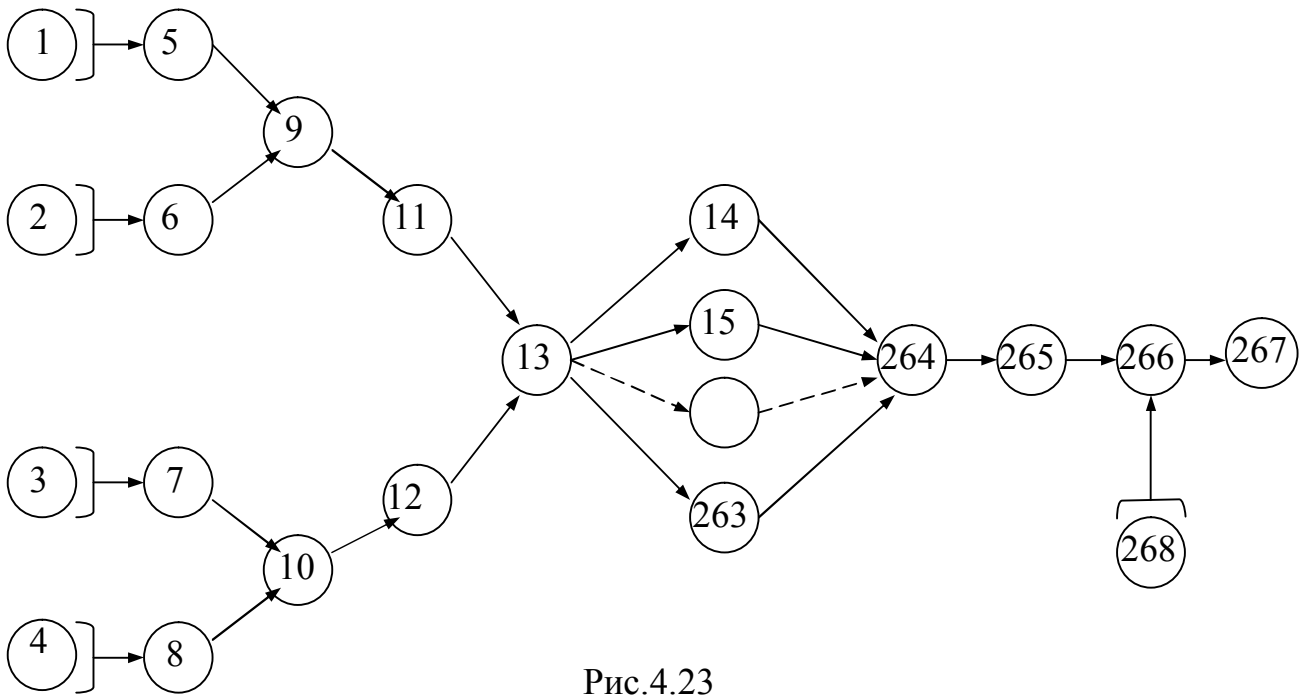
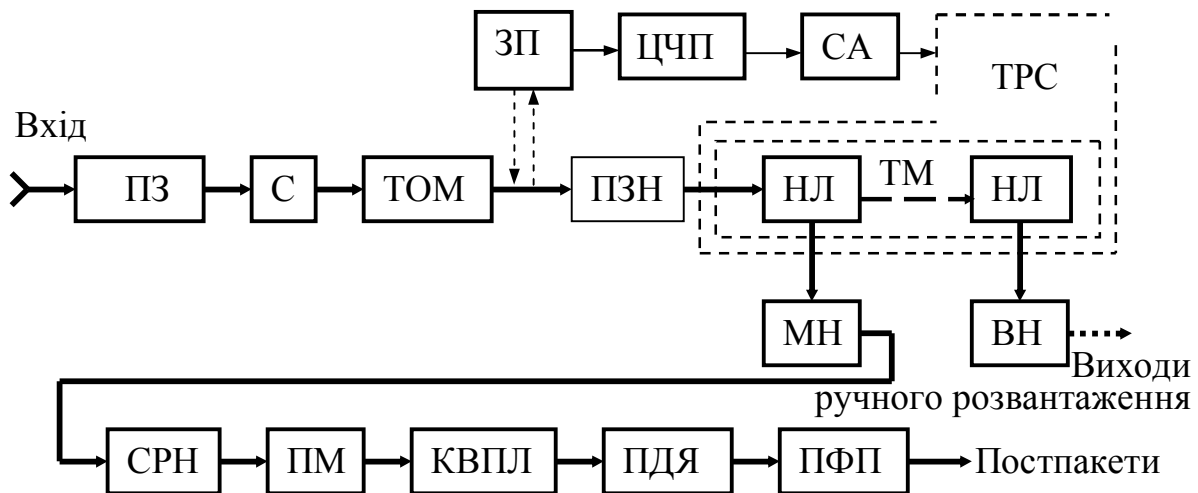


Рис.4.23

автоматичним пристроєм розвантаження 264 виводяться з машини та подаються до пристроїв формування постпакетів [6].

Склад та взаємозв'язок пристроїв і механізмів машини МАП-У пояснюється функціональною схемою рис. 4.24.

Роторно-гвинтівна АЛСМ МАП-У є розвитком роторних технологічних машин. Її особливістю є застосування ТРС на основі “білкового колеса” та



Умовні позначення: ЗП – зчитуючий пристрій; С – сепаратор; ТОМ – транспортно-орієнтуєчий механізм; ПЗН – пристрій завантаження носія листа; НЛ – носії листів; ТМ – транспортний механізм; ТРС – транспортно-розподільна система; МН – малі (автоматичні) накопичувачі; ВН – великі (механізовані) накопичувачі; СРН – система розвантаження накопичувачів; ПМ-перевантажувальний механізм; КВПЛ – конвейер виведення пачок листів; ПДЯ – пристрій друку ярлика; ПФП – пристрій формування постпакетів.

Рис. 4.24

просторового багатоканального розподільного пристрою. До позитивних можливостей конструкції машини слід віднести [6]:

- автоматичне розвантаження накопичувачів;
- транспортування листів у жорсткій касеті, що виключає негативну дію на них виконуючих органів ТРС;
- можливість роботи клапанів та їх електромагнітів з тактом більшим за такт сортування; жорстка кінематична схема; станочне та компактне конструктивне виконання;
- висока продуктивність та можливість двократного нарощування кількості накопичувачів шляхом застосування двороторного компонування.

У зарубіжних країнах вирішенням задач автоматизації обробки письмової кореспонденції займаються такі відомі фірми як: Телефункен, СЕЛ та “Сіменс” у Німеччині; “Тошиба” та “НЕК” в Японії; “Самепост” та “Хотг.Кіне-Брандт” у Франції; “Трісель” та “Сліот” у Великобританії; “Барроуз”, “Фарлінгтон”, “Філко-Форд” та “Аерофкет” у США; “БЕЛЛ” у Бельгії; “ФАМА” в Італії та інші [2, 5, 6, 9].

Автоматична ЛСМ фірми “Вікерс-Амстронг” (Великобританія) виконана за схемою з кільцевим компонуванням накопичувачів (рис. 4.25), має циліндричний корпус, на зовнішній поверхні якого у декілька ярусів розташовані накопичувачі [2, 6].

Після сепарації та зчитування адресних ознак листи подаються до розподільного конвеєра, який виконано у вигляді барабана, що обертається на кільцевій напрямівній. Під дією центробіжної сили інерції листи притискуються до внутрішньої поверхні барабана та переносяться відносно вертикалей накопичувачів

Для розподілу листів по накопичувачах між барабаном та гравітаційними індивідуальними жолобами, по яких листи надходять до накопичувачів, на кожній вертикалі змонтовані відхиляючі стрілки. При надходженні листа до відповідної, згідно з його адресними ознаками вертикалі, за сигналом керуючого пристрою відхиляється певна стрілка та направляє лист до жолоба необхідного накопичувача. Рухаючись вільно в жолобі, під дією сили гравітаційного тяжіння, лист надходить до накопичувача.

Автоматична ЛСМ фірми “НЕК” з пристроями зчитування та розпізнавання нормалізованих рукописних арабських цифр призначена для детального сортування листів за тризначним цифровим індексом, що наноситься відправником, по 158 накопичувачах, з яких 150 – основних і 5 – резервних мають ємність 110 мм, а 3 допоміжних – ємність 500 мм [9].

Листи можуть уводитись в машину автоматично, з комплексу розбирання-лицювання-штемпелювання, через конвеєр узгодження, або автономно, з пристрою завантаження з сепаратором, через пристрої об’єднання та вирівнювання.

Для забезпечення надійного зчитування адресних ознак та комутації листів у ТРС якість сепарації та інтервал руху листів аналізується пристроєм контролю сепарації, який забезпечує вилучення листів через перший пристрій

комутації (ПК1) у перший довідковий накопичувач, з якого вони можуть повторно уводитись в машину через пристрій завантаження .

Після пристрою об'єднання листи послідовно проходять вирівнювальний та зчитуючий (ЗП) пристрої і далі через ПК1 надходять до першого довідкового накопичувача, або через пристрій повороту на 90° (для скорочення довжини машини) та другий пристрій комутації (ПК2) – до загального розподільного конвейєра (ЗРК).

За час руху листа, від зони зчитування адресних ознак до виходу пристрою повороту, пристрій розпізнавання (ПР) та система адресування (СА) ідентифікують адресні ознаки листа з відповідним накопичувачем напряму сортування. Листи, адресні ознаки з яких за різними причинами не зчитані та не ідентифіковані ПР і СА, вилучаються за допомогою ПК2 до другого довідкового накопичувача. Всі інші листи розподіляються ЗРК та шістьома груповими розподільними конвейєрами за їх адресними ознаками у відповідності з програмою сортування до основних накопичувачів (ОН1... ОН150) або до резервних накопичувачів (РН1...РН5) та допоміжних великих накопичувачів (ВН1...ВН3).

Автоматичні ЛСМ зарубіжних фірм виконуються переважно з застосуванням стрічкових конвеєрних носіїв, за схемою з лінійним компонованням, і розгалуженою ТРС [2, 5, 9].

Контрольні питання до розділу 4

1. Наведіть призначення та класифікацію АЛСМ.
2. Наведіть основні операції сортування письмової кореспонденції та вузли і механізми, що їх виконують в АЛСМ.
3. Наведіть основні типи транспортно-розподільних систем АЛСМ.
4. Наведіть в загальному вигляді формулу визначення продуктивності АЛСМ.
5. Наведіть основні функціональні ознаки АЛСМ в залежності від координат сортування та схеми потоку листів.
6. Наведіть види носіїв листів в АЛСМ та основні типи їх конструкції.
7. Наведіть основні відмінності конструктивних рішень та технічних характеристик АЛСМ загального та детального сортування.

РОЗДІЛ П'ЯТИЙ

КОМПЛЕКСИ ОБЛАДНАННЯ ТА УСТАНОВКИ ДЛЯ СОРТУВАННЯ ВАЖКОЇ ПОШТИ

5.1 Побудова, принципи дії та класифікація установок для сортування важкої пошти

Побудова та принципи дії установок для сортування важкої пошти (УСВП) визначаються способами технічної реалізації процесу сортування поштових вантажів – посилок, бандеролей, постпакетів, пачок преси та інших важких поштових відправлень. За значної кількості способів технічної реалізації УСВП їх основу складає невід'ємна загальна для всіх машин сортування поштових відправлень сукупність груп пристроїв та механізмів – пристрій подачі (живлення), пристрій формування регулярного потоку поштових вантажів, пристрій уведення адресних ознак сортування, транспортно-розподільна система, накопичувачі, система керування.

Процес сортування поштових вантажів суттєво відрізняється від процесу сортування листів, тому що маса перших у середньому в 1000 разів є більшою [2]. Це значно обмежує швидкість транспортування поштових вантажів у ТРС, швидкодію пристроїв розвантаження їх у накопичувачі та обумовлює специфіку конструкції функціональних вузлів УСВП. Узагальнена структурна схема УСВП наведена на рис. 5.1.

Більшість сучасних УСВП є напівавтоматичними за складності автоматичного уведення адресних ознак поштових вантажів у керуючі пристрої, тому сепарація поштових вантажів та уведення їх адресних ознак виконується, як правило, оператором-сортувальником. Для забезпечення безперервної подачі поштових вантажів, формування їх потоку та завантаження в ТРС УСВП застосовується сукупність послідовно взаємодіючих пристроїв – конвеєр-накопичувач (КН), конвеєр-дозатор (КД), стартовий стіл (СС) з механізмом (пристроєм) завантаження поштових вантажів у ТРС.

За функціональними ознаками конвеєр накопичення та конвеєр-дозатор об'єднуються в комплекс живлення (КЖ). Передавання поштових вантажів між конвеєрами КЖ та з останнього на стартовий стіл виконується, як правило, за допомогою роликів переходів.

Стартовий стіл є робочим місцем оператора-сортувальника і поєднує в собі механізм автоматичного завантаження вантажів у ТРС та пристрій уведення інформації в керуючий пристрій, який включає пульт оператора-сортувальника з клавіатурою для уведення адресних ознак або пристрій їх автоматичного зчитування та розпізнавання, у відповідності зі ступенем автоматизації УСВП.

Транспортно-розподільна система ТРС забезпечує транспортування та скидання в накопичувачі поштових вантажів у відповідності з їх адресними ознаками. Вона складається з вантажонесучої траси, виконаної, як правило, на

основі ланцюгового або стрічкового транспортуючого розподільного конвеєра (ТРК) та скидачів вантажів (СВ).

Скидачі вантажів виконуються у вигляді несучих поворотних платформ, закріплених до ланцюга конвеєра, або поворотних штовхаючих механізмів, змонтованих біля кожного накопичувача при застосуванні в ТРС стрічкових конвеєрів.

Накопичувачі поштових вантажів (НВ) УСВП призначені для збирання та тимчасового зберігання поштових вантажів одного напрямку сортування. Вони виконуються у вигляді гравітаційної або механізованої ємності, що може вміщувати до 50 поштових вантажів.

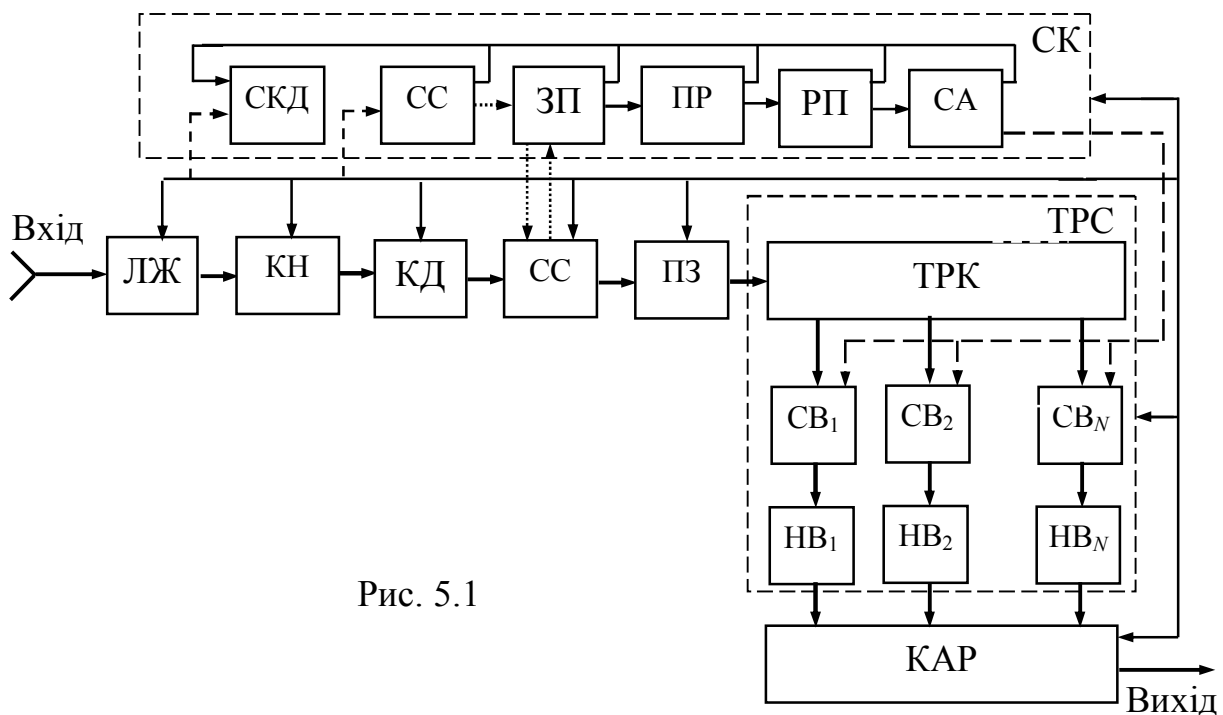


Рис. 5.1

У досконалих комплексах сортування поштових вантажів застосовуються конвеєрні лінії живлення (ЛЖ) для подавання поштових вантажів від засобів зовнішнього транспортування, а також конвеєри автоматизованого розвантаження (КАР) з робото-технічними пристроями розвантаження поштових вантажів із накопичувачів та їх завантаження в контейнери [4, 9, 32].

Система керування (СК) забезпечує узгоджену взаємодію функціональних вузлів УСВП шляхом аналізу інформації про їх стан, адресні ознаки поштових відправлень та формування відповідних керуючих дій на виконуючі органи.

Основними вузлами СК УСВП як і АЛСМ, є пристрої зчитування ЗП та розпізнавання ПР (призначені для уведення інформації про адресні ознаки поштових вантажів), розв'язуючий пристрій РП та система адресування СА, пристрій (система) синхронізації СС, система контролю та діагностики СКД.

Основними функціями системи керування УСВП є оброблення інформації про адресні ознаки поштових відправлень, сигналів пристрою синхронізації та вмикання виконуючих механізмів пристрою завантаження в

ТРС, а також вмикання виконуючих пристроїв скидачів при їх наближенні до накопичувачів, в які адресовані відповідні поштові вантажі [4, 7].

У ТРС УСВП, виконаних на основі ланцюгових конвеєрів з носіями у вигляді рухомих платформ, підвісок, застосовується тактований режим завантаження, за якого СК повинна виконувати синхронізацію процесів уведення адресних ознак, руху носіїв та завантаження в них поштових відправлень.

При застосуванні ТРС з конвеєрними носіями (стрічковими, пластинчатими) СК повинна забезпечувати завантаження вантажів у моменти часу для яких виконується умова руху вантажів на конвеєрі з мінімально допустимим інтервалом.

Відносно невелика швидкість транспортування вантажів та велика довжина конвеєра не дозволяють одержати ефективну продуктивність УСВП при застосуванні ТРС циклічної дії, тому в УСВП застосовується поточний спосіб дії [2, 4, 7].

Продуктивність УСВП поточної дії визначається за формулою:

$$P_{\text{пт}} = 3600v_{\text{тр}}/l_{\text{кв}} = 3600v_{\text{тр}}/l_{\text{пв}} + \Delta_i, \quad (5.1.1)$$

де $v_{\text{тр}}$ – швидкість транспортування поштових вантажів, м/с; $l_{\text{кв}}$ – крок між вантажами, м; $l_{\text{пв}}$ – довжина вантажів у напрямку транспортування, м; Δ_i – інтервал між вантажами, м.

Очевидно, що продуктивність УСВП є прямо пропорційною значенням $v_{\text{тр}}$ та $l_{\text{кв}}$, тобто може бути збільшена за рахунок підвищення швидкості транспортування та зменшення кроку між вантажами.

Зменшення кроку $l_{\text{кв}}$ між вантажами досягається шляхом транспортування вантажів у положенні коротким боком (ширина, висота) відносно напрямі транспортування або за рахунок зменшення інтервалу Δ_i між ними, що потребує збільшення швидкості пристроїв розвантаження.

З урахуванням розглянутої специфіки побудови ТРС УСВП та їх керуючих систем процес керування сучасних УСВП характеризується за двома видами потоку вантажів: сортування вантажів, які рухаються у розподільному конвеєрі з постійним кроком, та сортування вантажів, крок яких залежить від їх довжини у напрямі транспортування.

Процес керування другого виду застосовують в установках, конструкція яких забезпечує транспортування вантажів з постійним мінімально необхідним для своєчасного їх розвантаження інтервалом і тим самим – високу продуктивність.

В установках з постійним кроком між вантажами останній установлюється за максимальним значенням довжини вантажу у напрямі руху та мінімально необхідним значенням інтервалу між вантажами і є постійним для даної установки.

Конструктивне виконання установок з постійним шагом транспортування вантажів більш різноманітне ніж установок зі змінним інтервалом руху вантажів. Така різноманітність конструкцій УСВП зумовлена різними

технологічними вимогами до процесу сортування поштових вантажів на підприємствах (об'єктах) поштового зв'язку, кількістю напрямів сортування, розмірами, площею та об'ємом виробничих приміщень, видами поштових вантажів.

В УСВП застосовуються ТРС поточної дії, тому вони, як правило, є машинами поточної дії, а їх класифікація є менш чіткою ніж класифікація АЛСМ.

За своїми технологічним, функціональними та конструктивними ознаками УСВП умовно поділяються на такі класи машин:

– *автоматичні та напіваавтоматичні* (за рівнем автоматизації процесу сортування);

– *з вільним та примусовим режимом завантаження* (ритмом роботи оператора, способом синхронізації роботи пристроїв уведення адресних ознак, завантаження ТРС);

– УСВП для сортування посилок, бандеролей, постпакетів, пачок друку (за видами поштових вантажів);

– *стрічкові, пластинчаті, ланцюгові, вертикально-замкнуті та просторові* (за типом транспортуючого конвеєра).

Як зазначалось вище, більшість УСВП є напіваавтоматичними, тому що зчитування адресних ознак з поштових вантажів та операції їх орієнтації в полі зору зчитуючого пристрою, сепарації, автоматичного розвантаження із накопичувачів та укладення в контейнери потребують застосування складних систем технічного зору та робото-технічних пристроїв [4, 29, 32].

Щодо способу синхронізації УСВП, то в усіх вітчизняних УСВП використовується ритмічний (примусовий) режим завантаження в ТРС, за якого після уведення адресних ознак вантажу з клавіатури, він завантажується після формування у пристрої синхронізації чергового тактового імпульсу. Робота оператора в такому узгодженому з пристроєм синхронізації режимі (примусовий режим) підвищує рівень стомленості та знижує ефективність УСВП як системи людина-машина [4, 7].

УСВП, виконані на основі стрічкових конвеєрів, є надійними в експлуатації, їх транспортуючий та розвантажуючий (скидаючий) органи просторово рознесені. Як скидачі вантажів, застосовуються шлюзові дверцята з пневматичним, гідравлічним або електричним приводом, вмонтовані в борти, а також штовхаючі органи, виконані у вигляді ротаційних або кривошипних механізмів з індивідуальним електромагнітним приводом, змонтованих над стрічкою.

Перевагою таких УСВП є можливість роботи у вільному режимі та висока надійність скидання вантажів. До недоліків слід віднести необхідність зазору між виконуючим органом скидача та несучою поверхнею стрічки, що не дозволяє обробляти вантажі з малими значеннями висоти через можливість їх затягування стрічкою під нижній край робочого органу скидача.

Конструкція стаціонарних скидачів з індивідуальним приводом складна та витратна в експлуатації, а їх розміщення над стрічкою конвеєра знижує ефективність використання робочого приміщення за рахунок зменшення висоти та як наслідок ємності накопичувачів.

В УСВП, виконаних на основі вертикально замкнених ланцюгових конвеєрів, як правило, застосовуються візкові вантажонесучі пасивні скидачі з поворотними платформами та приводом від конвеєра. Робота таких установок здійснюється за електромеханічним принципом, що забезпечує простоту та високу надійність їх технічної експлуатації. Вони мають значно меншу (майже у два рази) довжину за рівної кількості накопичувачів за рахунок меншого кроку руху вантажів порівняно з УСВП стрічкового типу. Застосування індивідуальних носіїв в УСВП з ланцюговим конвеєром потребує тактового режиму їх завантаження (тобто примусового ритму роботи оператора) і їх продуктивність з ряду конструктивних причин приблизно на 20 ... 30% є меншою за продуктивність УСВП, виконаних на основі стрічкового конвеєра [4].

Більш широкі експлуатаційні можливості забезпечують УСВП на основі просторових ланцюгових конвеєрів з індивідуальними носіями, виконаними у вигляді підвісок зі скиданням вантажів під трасу конвеєра. Кількість напрямів сортування в них може перевищувати 300. Траса конвеєра може займати різне положення у просторі приміщення, що дозволяє більш раціонально використовувати його об'єм, а значна кількість носіїв забезпечує можливість роботи оператора у примусовому або вільному ритмі у залежності від інтенсивності потоку поштових вантажів та проводити завантаження носіїв з декількох робочих місць операторів (стартових столів).

5.2 Функціональні вузли і механізми УСВП

5.2.1 Комплекси живлення

Комплекси живлення УСВП призначені для автоматичного регулювання надходження поштових вантажів до пристрою їх завантаження у транспортно-розподільній конвеєр. Комбіноване застосування фотоелектричних датчиків та кінцевих вимикачів дозволяє реалізувати дозований режим накопичення та транспортування вантажів на стіл оператора-сортувальника і завдяки цьому забезпечує можливість експлуатації УСВП з передбаченою її технічними характеристиками продуктивністю та поліпшити умови роботи оператора [2, 4, 32].

Основними складовими частинами комплексу живлення є конвеєр-накопичувач та конвеєр-дозатор.

Узагальнена *конструктивна схема універсального комплексу живлення типу КПУ-5* (комплекс живлення установок), призначеного для застосування у складі установок сортування поштових вантажів УСП-К, УСГ-К та інших, наведена на рис. 5.2.

Роликовий конвеєр-накопичувач 1 рухається за допомогою ланцюгового тягового органу. Осі підшипників, на яких вільно обертаються ролики, виготовлені із дюралюмінієвих труб. Разом з роликами на осях вільно закріплені капронові ролики, які рухаються по жорстко закріплених направляючих.

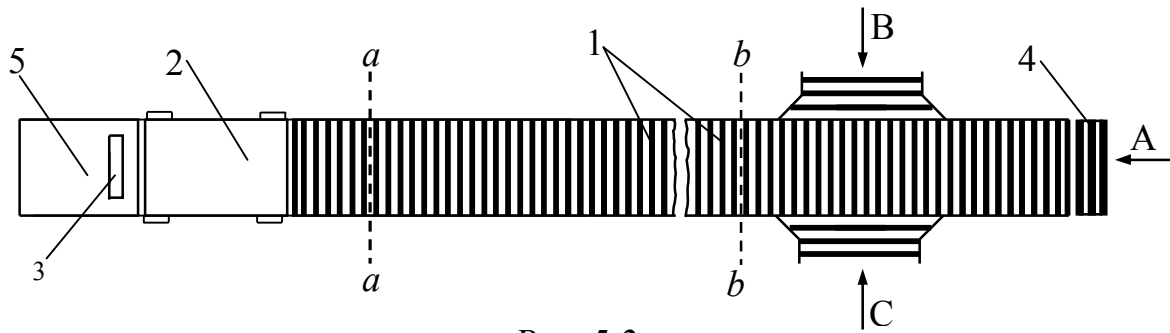


Рис. 5.2

Стрічковий конвеєр-дозатор 2 змонтований на одній рамі з загальною для обох конвеєрів приводною станцією. Привід конвеєра-дозатора здійснюється за допомогою ланцюгової передачі через електромагнітну муфту, яка вмикається та вимикається дозуючим клапаном 3. Конвеєри комплексу можуть працювати поодиноці та сумісно, що забезпечує виконання функцій накопичення та дозування і, як наслідок, безперервне надходження вантажів до стартового столу УСВП.

Поштові вантажі надходять до комплексу живлення (напрямок *A*) через роликівий перехід 4 з примикаючого до нього конвеєра міжопераційного транспортування (за необхідності – справа або зліва, відповідно, напрями *B* або *C*) та потрапляють на конвеєр-накопичувач, по якому вони транспортуються до конвеєра-дозатора. При досягненні стрічки конвеєра-дозатора передні вантажі зупиняються та затримують всі інші вантажі, які контактують між собою. Зупинка вантажів виникає за рахунок зростання сили опору руху вантажів при їх контакті з нерухомою стрічкою конвеєра-дозатора та проковзування роликів під вантажами. Заповнення конвеєра-накопичувача фіксується двома фотобар'єрами, які розміщуються на початку (лінія *bb*) та в кінці (лінія *aa*) його бортового огородження. В міру накопичення вантажів спочатку спрацьовує кінцевий фотобар'єр, а потім початковий. Після цього вимикається примикаючий конвеєр і надходження вантажів до конвеєра-накопичувача припиняється. При вмиканні конвеєра-дозатора вантажі з конвеєра-накопичувача транспортуються конвеєром-дозатором до приймального столу 5 оператора-сортувальника. При надходженні поштового вантажу до столу оператора він (вантаж) натискує на дозуючий клапан та вмикає конвеєр-дозатор. Після завантаження вантажу в ТРС клапан звільнюється та вмикає конвеєр-дозатор і цикл дозування повторюється. В міру завантаження вантажів в ТРС спрацьовують фотобар'єри, вмикається примикаючий конвеєр і відновлюється процес накопичення вантажів конвеєром-накопичувачем. Для розширення функціональних можливостей комплексу живлення застосовуються п'ять модифікацій виконання конвеєра-накопичувача, які розраховані на ширину стрічки примикаючого конвеєра 650 або 800 мм, та його стикування з лівого або правого боку і шириною стрічки 800 мм для стикування з торцевого боку конвеєра-накопичувача [2, 4, 32, 33].

5.2.2 Пристрої завантаження

Пристрої завантаження УСВП призначені для переміщення поштових вантажів з місця зчитування їх адресних ознак на індивідуальні або загальні носії розподільних конвеєрів УСВП.

За своєю конструкцією пристрої завантаження УСВП виконуються на основі механізму штовхаючого або несучого типу з робочим органом, виконаним відповідно у вигляді штовхаючої пластини зі зворотно-поступальним рухом або стрічкового транспортера [2, 4].

У залежності від типу приводу пристрої завантаження штовхаючого типу поділяються на пневматичні, гідравлічні та електромеханічні.

Як зазначалося вище, пристрій завантаження конструктивно поєднується з робочим місцем оператора-сортувальника, на якому також встановлюється пульт керування УСВП та клавіатура для уведення адресних ознак. Внаслідок цього така об'єднана конструкція одержала назву стартовий стіл [2, 4].

Узагальнена кінематична схема поширеного механізму завантаження з гідравлічним приводом, який застосовується в установках для сортування посилок УСП-4 (базова) УСП, УСП-К, ССП-К [3, 4, 32] наведена на рис. 5.3.

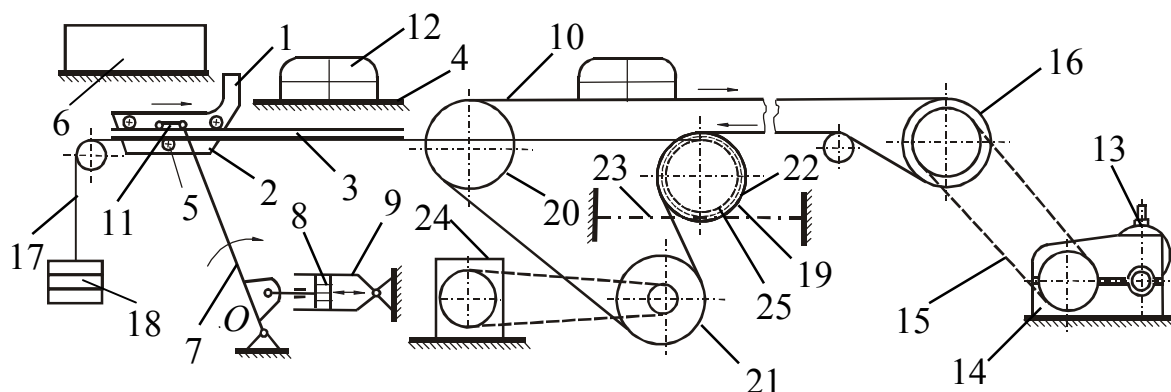


Рис. 5.3

Як робочий орган механізму завантаження застосовується штовхаюча пластина 1, яка жорстко зв'язана з кареткою 2 і рухається з нею у прямому та зворотному напрямках по напрямівній 3, а також по нерухомій платформі стартового столу 4. Штовхаюча пластина рухається за допомогою жорстко зв'язаною з нею кареткою, яка для зменшення тертя з напрямівними має роликові опори 5.

Привод каретки, яка жорстко зв'язана зі штовхаючою пластиною, здійснюється кулісним механізмом – коромислом 7 шарнірно з'єднаним з кареткою та гідроциліндром 9, що коливається.

Кулісний механізм перетворює прямолінійно-поступальне переміщення поршня 8 відносно циліндра 9 у значно більш прямолінійно-поступальне переміщення штовхаючої пластини зі значним виграшем відстані, відповідно 62 та 500 мм.

Робота гідроциліндра забезпечується гідросистемою з електромагнітним керуванням.

Завантаження вантажів на стрічку 10 розподільного конвеєра виконується автоматично за тактовими сигналами увімкнення електромагнітної гідросистеми, що надходять з системи керування УСВП через відповідні проміжки часу, які визначають необхідний мінімальний інтервал розміщення вантажів на стрічці конвеєра. Тактові сигнали завантаження формуються за імпульсами, які надходять у керуючий пристрій із датчика синхронізації 24 з ланцюговим приводом від відхиляючого барабана 21 розподільного конвеєра, що виключає можливість впливу на взаємозв'язок імпульсів синхронізації та інтервалу завантаження проковзування стрічки конвеєра на приводному барабані та зупинок конвеєра за рахунок синхронізації імпульсів датчика з рухом стрічки конвеєра.

Функціональні елементи стартового столу змонтовані в головній секції установки сумісно з натяжною станцією стрічкового розподільного конвеєра.

Робочий орган механізму завантаження штовхаюча пластина 1 через короткий шатун 11 та коромисло 7 шарнірно зв'язана зі штоком 8 (поршнем) гідроциліндра 9. Під дією гідроциліндра коромисло здійснює коливальний рух відносно шарніра O та надає каретці та штовхаючій пластині прямолінійний рух в прямому та зворотному напрямках відносно вісі транспортування вантажів стрічкою розподільного конвеєра. Прямолінійність руху штовхаючої пластини забезпечується жорстко зв'язаною з нею кареткою, яка рухається по напрямівній 3.

У вихідному положенні штовхаюча пластина знаходиться у ніші панелі стартового столу. При увімкненні гідроциліндра його шток зміщується на 62 мм, а штовхаюча пластина на 500 мм, штовхаючи посилку 12 з платформи 4 стартового столу на стрічку розподільного конвеєра 10.

На нахиленій панелі стартового столу змонтований пульт керування 6 з клавіатурою, на якому також змонтовані перемикач видів роботи, індикатор тиску масла у гідросистемі та лампи сигналізації [2].

У бортових огорожах стартового столу вмонтовані елементи фотобар'єра – фотоприймач та фотовипромінювач. При перетинанні оптичної вісі фотобар'єра посилками фотоприймач формує сигнали за якими лічильник підраховує кількість оброблених посилок.

Співвідношення для розрахунків зусилля $P_{зг}$, яке повинен розвивати гідроциліндр необхідного типу, його конструктивних розмірів, знаходиться за умови, що у процесі переміщення штовхаючою пластиною вантажу на нього діють власна сила G_B , сила нормального тиску $N_{нт}$ зі сторони платформи стола, сила тертя до столу F_T , сила інерції F_i , а також сила нормального тиску зі сторони штовхаючої пластини (рис. 5.4).

Для спрощення приймається, нехтуючи прискоренням, що сила тиску штовхаючої пластини співпадає з лінією дії сили тертя F_T , дорівнює їй та протилежно направлена, а також, що сили F_i та G_B прикладені до центра C тяжіння вантажу.

Необхідне зусилля $P_{зг}$, яке повинен розвивати гідроциліндр визначається із рівняння моментів відносно центра O обертання коромисла [12]:

$$f_T G_{BT} A_{\Pi} - P_{зг} B_{\Pi} = 0$$

у вигляді

$$P_{зг} = f_T G_B A_{\Pi} / B_{\Pi}, \quad (5.2.2)$$

де A_{Π} , B_{Π} – плечі дії сил тертя F_T та робочого зусилля $P_{зг}$; f_T – коефіцієнт тертя вантажу до платформи столу.

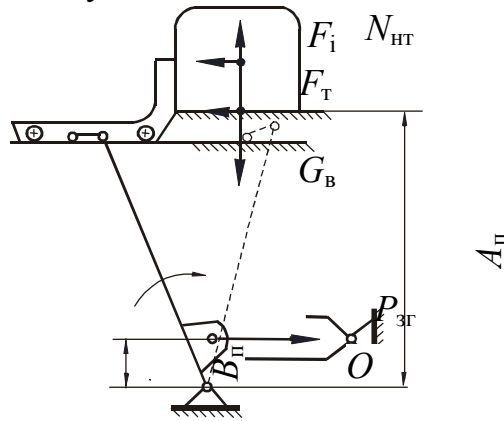


Рис. 5.4

Зусилля $P_{зг}$, яке розвиває гідроциліндр, залежить від його конструктивних параметрів – діаметрів поршня D_{Π} та штока $D_{ш}$, а також тиском $p_{гц}$, який розвиває гідросистема всередині гідроциліндра та визначається за формулою [12]:

$$P_{зг} = p_{гц} p (D_{\Pi}^2 - D_{ш}^2) / 4. \quad (5.2.3)$$

Формула для визначення діаметра D_{Π} поршня гідроциліндра виводиться шляхом відповідних перетворень рівняння з правих частин виразів (5.2.2), (5.2.3) та його розв'язання відносно D_{Π} з урахуванням наведених вище відповідних параметрів у вигляді

$$D_{\Pi} = \sqrt{D_{ш}^2 + (4 f_T G_B A_{\Pi} / p_{гц} p B_{\Pi})}, \quad (5.2.4)$$

яка для практичних розрахунків спрощується шляхом вибору діаметра $D_{ш}$ штока зі співвідношення $D_{ш} = (0,25 \dots 0,3) D_{\Pi}$, прийняття коефіцієнта $k = (1,15 \dots 1,2)$ для урахування впливу сил інерції в шарнірах та роликах механізму завантаження і набуває вигляду

$$D_{\Pi} = 1,4 \sqrt{f_T G_{BT} A_{\Pi} / p_{гц} B_{\Pi}}. \quad (5.2.5)$$

Пристрій завантаження індивідуальних носіїв ланцюгових розподільних конвеєрів вітчизняних установок УСГ-К та КПС виконаний на основі приводу від розподільного конвеєра через електромагнітну муфту та ланцюгову

передачу [2], ведуча зірка якої закріплена на валу натяжної зірки тягового ланцюга конвеєра, а ведена зірка – на валу муфти, на якому жорстко закріплений корпус муфти. По обидва боки корпусу муфти на її валу вільно закріплені диски муфти з жорстко закріпленими до них зірками. Передача обертального руху від корпусу муфти до зірки здійснюється відповідно через диски шляхом увімкнення лівої або правої котушки електромагнітів.

Штовхаючий робочий орган механізму завантаження починає рух вперед шляхом увімкнення лівої котушки муфти системою керування при надходженні сигналу команди з пульта оператора та стартового імпульсу з датчика синхронізації.

Під дією магнітного потоку лівої котушки диск притягується до корпусу муфти та починає обертатись разом з зіркою ланцюгової передачі, до якої шарнірно закріплена рама штовхаючого органу. Тяговим зусиллям ланцюга штовхаючий орган рухається вперед та зіштовхує вантаж зі стартового столу на платформу чергового індивідуального носія (скидача) розподільного конвеєра.

Довжина прямого руху штовхаючого органу в режимі завантаження обмежується дією закріпленого на його рамі упора на кінцевий вимикач лівої котушки. Правий бік муфти, аналогічно розглянутому вище лівому боці, приводить в рух через диск та зірку ланцюгову передачу. Оскільки рама штовхаючого органу шарнірно зв'язана з нижньою ланкою ланцюгової передачі, то штовхаючий орган рухається у зворотному напрямку поки упор, діючи на вимикач, зафіксує вихідне положення штовхаючого органу. Час роботи (прямого та зворотного ходу) штовхаючого органу складає 1,5 с.

В УСВП на основі стрічкових конвеєрів застосовуються також стартові столи, механізм завантаження несучого типу яких виконаний на основі багаторемінного транспортера [2].

Несучий орган транспортера складається з десяти клинових ременів, шківів яких жорстко закріплені на першому та вільно – на другому валах.

Клинові ремені проходять між роликками, які вільно обертаються на осях, закріплених на рамі у вигляді роликкового переходу. За допомогою шарнірно зв'язаного зі штоком гідроциліндра двоплечевого важеля роликки разом з рамою можуть підніматися над рівнем ременів та опускатись нижче за нього.

Перед завантаженням у розподільний конвеєр посилки по одній надходять зліва або справа на стартову позицію – середину роликкового переходу, який знаходиться у верхньому вихідному положенні. Після зчитування та уведення з клавіатури адресних ознак за сигналом з пристрою синхронізації вмикається маслорозподільювач і під дією тиску масла в гідроциліндрі його шток піднімається, внаслідок чого роликки з посилкою опускаються і ремені транспортера переміщують її на стрічку розподільного конвеєра. Після цього (завантаження посилки на конвеєр) знову вмикається маслорозподільювач, шток гідроциліндра рухається вниз, а роликки піднімаються для чергового завантаження посилки.

Синхронізація моменту завантаження здійснюється за сигналом датчика тактових імпульсів, який зв'язаний ланцюговими передачами через проміжний вал з ведучим валом завантажуючого транспортера.

Система завантаження поштових вантажів з чотирьох стартових позицій (робочих місць операторів – РМО) в один розподільний конвеєр УСВП наведена на рис. 5. 5.

На кожному робочому місці оператора-сортувальника установлені рольганг 1 (роликовий транспортер) та пульт оператора (ПО1...ПО4). До попарно змонтованих рольгангів примикають збірні стрічкові транспортери 2 з відхиляючими пристроями, стрічки 3 яких рухаються в площині ортогональній площині стрічки транспортерів 2. Чотири потоки вантажів, що надходять з робочих місць, об'єднуються спочатку в два потоки транспортерами 2, а потім – в один потік вихідним транспортером 4 та надходять з останнього до пластинчатого розподільного конвеєра 5, який забезпечує розвантаження (сортування) вантажів у накопичувачі при постійному інтервалі їх руху (розміщення на конвеєрі), що дорівнює значенню Δ_i , більшому або рівному ширині пластини конвеєра.

Завантаження вантажів з інтервалом Δ_i на розподільний конвеєр забезпечується пристроєм синхронізації системи керування, який формує стартові сигнали для чергової роботи операторів через проміжки часу у відповідності з необхідним інтервалом руху потоку вантажів у розподільному конвеєрі.

Кінематична схема рольгангів уведення вантажів у систему завантаження наведена на рис. 5.6.

Ролики 1 рольганга кожного робочого місця мають фрикційний привід від стрічки 2 приводного конвеєра.

Для синхронізованого завантаження вантажів оператор затримує рукою на певний час черговий вантаж 3, зчитує з нього адресу та другою рукою вводить з клавіатури адресні ознаки в керуючу систему. Для того щоб протидіюче руху вантажу зусилля $P_{\text{пд}}$ не залежало від коефіцієнта f_1 тертя матеріалу запакування вантажу до матеріалу ролика, повинна виконуватись умова $f_1 < f_2$, де f_2 – коефіцієнт тертя роликів 1 до матеріалу стрічки 2.

За такої умови та завдяки вільному закріпленню роликів до направляючих 4, проковзування буде відбуватися між роликами та стрічкою.

Зусилля $P_{\text{пд}}$, що потрібне для зупинки вантажу, визначається за формулою [2]:

$$P_{\text{пд}} = f_2 (G_{\text{тр}} + G_{\text{тв}}), \quad (5.2.6)$$

де $G_{\text{тр}}$ – сила тяжіння, яка діє на ролики, що знаходяться під вантажем;
 $G_{\text{тв}}$ – сила тяжіння, що діє на вантаж.

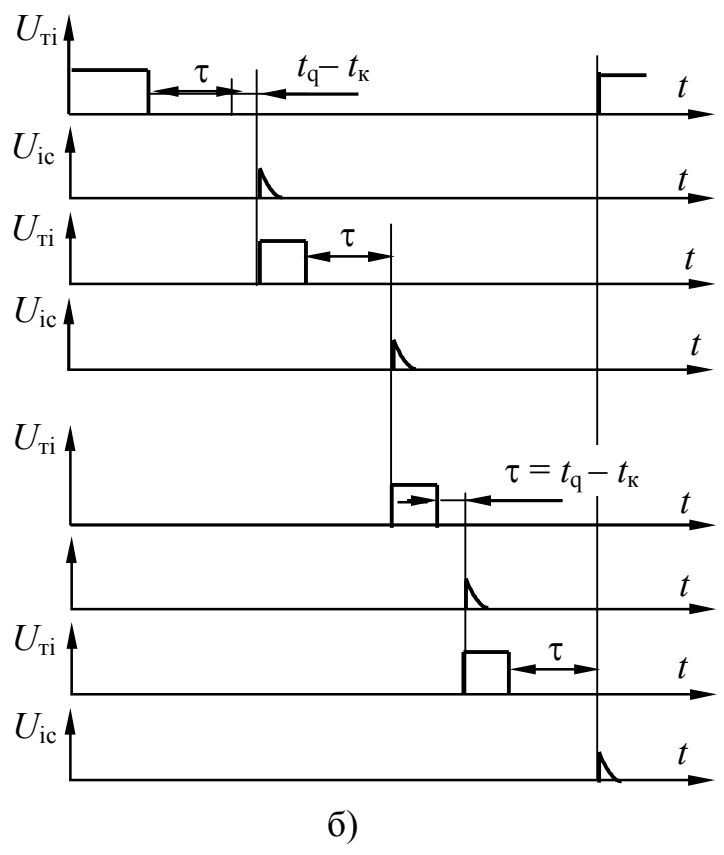
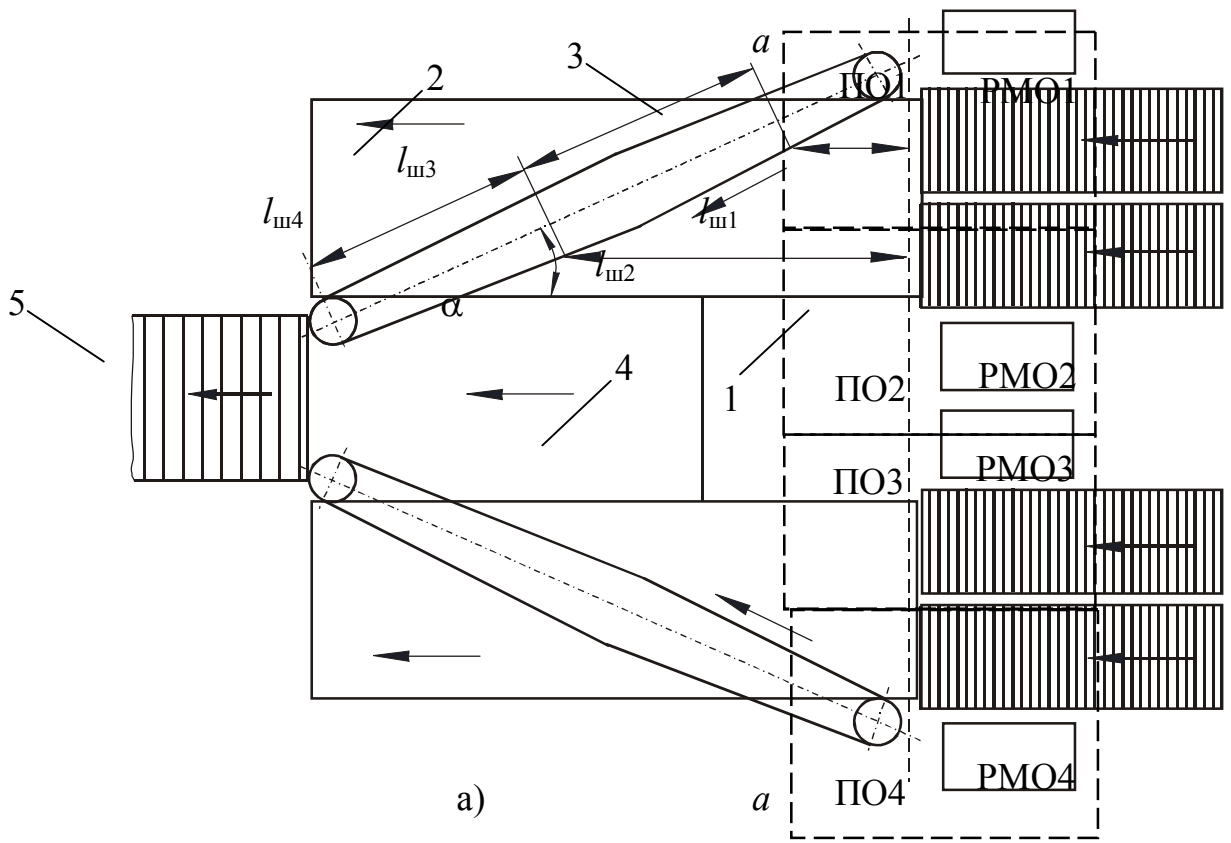


Рис. 5.5

Протидіюче зусилля $P_{пд}$ залежить від розмірів вантажів, їх маси та коефіцієнта f_2 тертя роликів по матеріалу стрічки. Наприклад, при

$G_{тр\ max} = 150\ Н$, $G_{тв\ max} = 250\ Н$ та $f_2 = 0,1$ необхідне максимальне протидіюче зусилля $P_{пд\ max}$ для зупинки вантажу на стартовому рольгангу буде складати 40 Н.

Після затримки вантажу на рольгангу оператором для зчитування та уведення адресних ознак, він відпускає вантаж за стартовим сигналом оптичної індикації, водночас підштовхуючи його для зменшення часу розгону до такої швидкості, за якою розраховується процес синхронізації.

Для контролю часових інтервалів (моментів) надходження вантажів до збірних конвеєрів на виході кожного рольгангу по лінії *a-a* (див. рис. 5.5) установлені фотобар'єри. Стартовий сигнал для наступного робочого місця оператора формується відносно чергового сигналу з будь-якого фотобар'єра з затримкою на час $t_{зт}$, яка забезпечує необхідний інтервал між вантажами на розподільному конвеєрі.

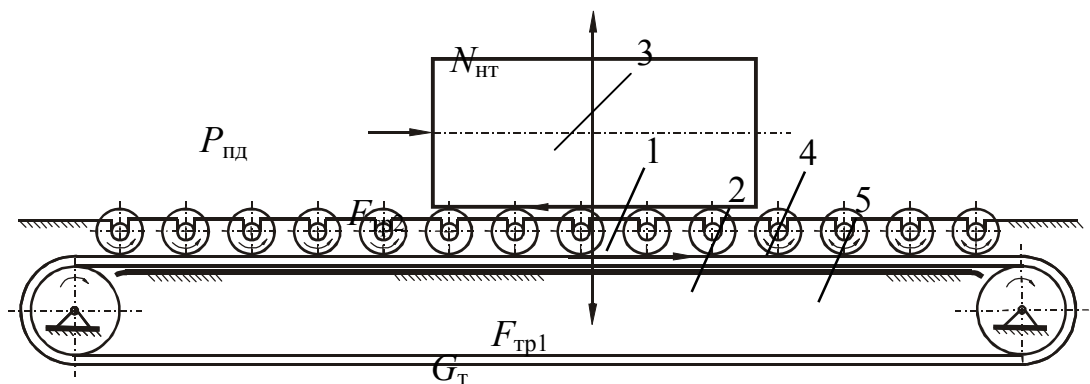


Рис. 5.6

Вантажі, які надходять з крайніх робочих місць РМО1 та РМО4, проходять (довгий) шлях $l_{шд} = l_{ш1} + l_{ш3} + l_{ш4}$ до розподільного конвеєра, більший за (короткий) шлях $l_{шк} = l_{ш2} + l_{ш4}$, який проходять вантажі з середніх робочих місць РМО2 та РМО3. Інтервал, з яким рухаються вантажі в розподільному конвеєрі, може бути визначений через часовий інтервал τ за формулою $\tau = \Delta_i / v_{тр}$, де $v_{тр}$ – швидкість розподільного конвеєра.

При розрахунку часу затримки $t_{зт}$ необхідно дотримуватись наступних умов. Якщо спочатку уводиться вантаж з рольгангу, шлях від якого до розподільного конвеєра, є коротким (з робочих місць РМО2 та РМО3), а потім – за довгим шляхом (з робочих місць РМО1 та РМО4), то після того, як вантаж пройде фотобар'єр, необхідна затримка $t_{зт1} = \tau - (t_d - t_k)$, де t_d та t_k відповідно час проходження вантажем шляху $l_{шд}$ та $l_{шк}$.

Якщо спочатку уводиться вантаж з рольгангу, шлях від якого до розподільного конвеєра, є довгим (з робочих місць РМО1 та РМО4), а потім – за коротким шляхом, то необхідний час затримки складає $t_{зт2} = \tau + (t_d - t_k)$.

Якщо уводяться вантажі один за одним з однаковим шляхом завантаження $l_{шд}$ або $l_{шк}$ (з РМО1, РМО4 або РМО2, РМО3), то необхідний час затримки складає $t_{зт3} = \tau$.

Процес синхронізації даного пристрою завантаження для послідовності завантаження вантажів з робочих місць РМО1, РМО2, РМО3, РМО4 ілюструється часовою діаграмою його пристрою синхронізації рис. 5.5,б. На діаграмі прямокутний імпульс формуються на виходах фотобар'єрів при перетині їх оптичної осі *a-a* вантажами, а диференційовані скорочені імпульси формуються системою синхронізації через певний час затримки та використовуються для формування стартових сигналів чергового уведення вантажу з певних робочих місць.

5.2.3 Пристрої розвантаження розподільних конвеєрів

5.2.3.1 Загальна характеристика пристроїв розвантаження розподільних конвеєрів

Для розвантаження розподільних конвеєрів у накопичувачі УСВП застосовуються різноманітні за конструкцією та принципом дії пристрої, які одержали назву *скидачі поштових вантажів* [2, 4, 12].

У залежності від характеру дії робочого органу скидача на вантажі, що транспортуються конвеєром, а також від його стану в процесі роботи УСВП розрізняють вантажоштовхаючі стаціонарні та вантажонесучі рухомі скидачі.

Вантажоштовхаючі стаціонарні скидачі установлюються, як правило, на рамі розподільного конвеєра напроти накопичувачів та розподіляються в свою чергу на механічні та пневматичні. Механічні скидачі можуть бути нерухомими та рухомими – здійснювати поступальний або обертальний рух. Пневматичні скидачі діють на вантаж за допомогою струменя стисненого повітря.

Вантажонесучі рухомі скидачі закріплюються на тяговому органі розподільного конвеєра та в процесі його роботи переміщуються разом з вантажем уздовж накопичувачів, для скидання кожного із вантажів з несучого органу скидача у відповідний його адресним ознакам накопичувач.

Робочий орган скидача може виконуватись у вигляді пластини, виконаної із сталі, пластмаси або у вигляді стрічкового чи пластинчатого транспортера.

При скиданні вантажу робочий орган скидача та вантаж знаходяться у безпосередньому контакті. Скидачі вантажів поділяються на *активні*, які здійснюють скидання вантажу незалежно від роботи конвеєра за допомогою індивідуального приводу, та *пасивні*, які здійснюють розвантаження тільки в процесі руху конвеєра.

Активні скидачі, як правило, застосовуються для розвантаження стрічкових розподільних конвеєрів, а пасивні вантажонесучі – для розвантаження ланцюгових конвеєрів, тому вони за конструктивною специфікою поділяються на скидачі стрічкових та ланцюгових УСВП.

5.2.3.2 Пристрої розвантаження стрічкових розподільних конвеєрів

Для розвантаження стрічкових розподільних конвеєрів застосовуються наступні основні типи скидачів:

- пасивні (плужкові), робочий орган яких виконаний у вигляді нерухомої площини;
- активні, робочий орган яких, рухаючись, обертається або рухається поступально;
- гравітаційні, які забезпечують розвантаження конвеєрів з нахилоною несучою стрічкою.

Пасивний плужковий скидач виконується у вигляді площини, закріпленої у вертикальному положенні до положення стрічки та під певним кутом до вісі транспортування вантажів (рис. 5.7).

Вантаж 1 рухається разом з несучою стрічкою 2 конвеєра у напрямі транспортування $A_{тр}$ та після зіткнення з робочою пластиною 3 скидача розвертається і внаслідок взаємодії своєї бокової поверхні з робочою поверхнею скидача рухається у напрямі скидання $A_{ск}$ до бокової сторони стрічки після досягнення якої він під дією сили тяжіння надходить до накопичувача.

Розрахунки конструктивних параметрів плужкового скидача включають визначення динамічних навантажень на вантажі та робочу площину скидача, а також її геометричних розмірів. За прийняття умови відсутності тертя матеріалу запакування поштового вантажу до матеріалу робочої пластини плужкового скидача, гіпотетична швидкість $v_{ск}$ руху (скидання) вантажу вздовж пластини дорівнює проекції швидкості стрічки v_c на напрямок його скидання, тобто $v_{ск} = v_c \cos \alpha$. Наявність у реальних умовах тертя між робочою площиною скидача та матеріалом запакування поштового вантажу призводить до зменшення швидкості скидання, тому робочу поверхню скидача виконують з матеріалу з малим коефіцієнтом тертя (як правило зі сталі) до матеріалів, що використовуються для запакування. Для зменшення динамічних навантажень значення кута α установаження плужкового скидача відносно вісі транспортування стрічки конвеєра вибирають невеликим – у межах $30 \dots 45^\circ$.

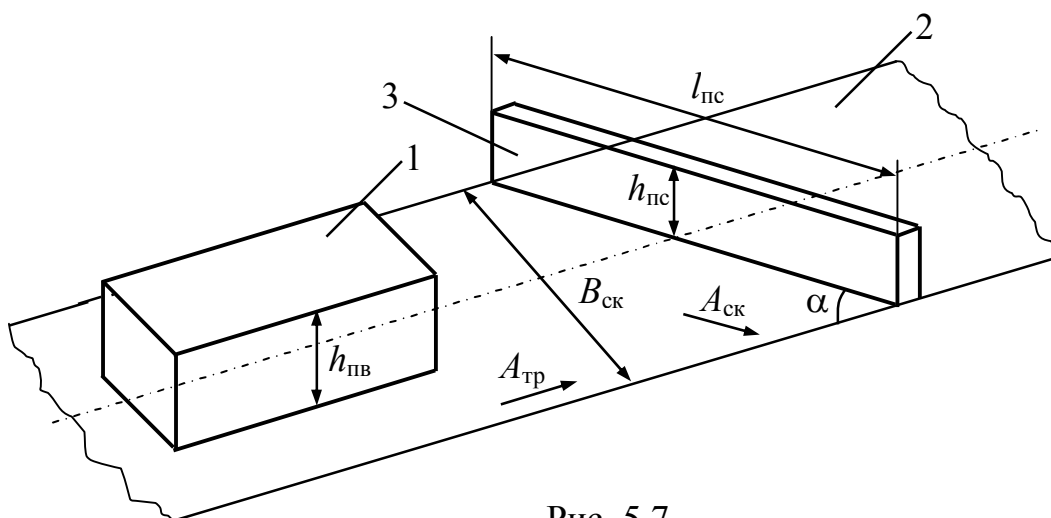


Рис. 5.7

При зіткненні вантажу з робочою площиною скидача складова швидкість вантажу $v_b = v_{тр} \sin \alpha$ втрачається, а енергія $T_d = m_b v_b^2 / 2$ витрачається на деформацію вантажу та робочої площини скидача.

Для зменшення динамічних навантажень та шумових ефектів робоча площа скидача монтується на гумових амортизаторах.

Геометричні розміри робочої площини плужкового скидача залежать від кута її установаження над стрічкою конвеєра, ширини $B_{ск}$ стрічки конвеєра та максимальної висоти вантажу.

Довжина робочої площини скидача L_c визначається за формулою

$$l_{пс} = L_c = B_{ск} / \sin \alpha + 0,1, \quad (5.2.7)$$

а її висота за – формулою

$$h_{пс} = (0,4 \dots 0,5) h_{пв \max}, \quad (5.2.8)$$

де $h_{пв \max}$ – максимальна висота вантажів, які транспортуються конвеєром УСВП.

Перевагами плужкових скидачів перед іншими є простота, висока надійність конструкції. До недоліків слід віднести низьку швидкість та надійність розвантаження, тому що при застосуванні скидачів даного типу збільшується величина мінімального інтервалу між вантажами і, як наслідок, відстань між накопичувачами та довжина УСВП.

Більш ефективним з точки зору наведених недоліків плужкових скидачів є активні скидачі з індивідуальним приводом.

Кінематична схема активного скидача, який монтується в бортовій огорожі стрічкового конвеєра та одержав назву *шлюзові дверцята* або *шлюзовий скидач*, наведена на рис. 5.8.

Шлюзовий скидач з індивідуальним гідроприводом має в своєму складі робочий орган – стрілу 1, що жорстко закріплена до вала 2, який обертається в закріпленому на рамі конвеєра підрамнику за допомогою важеля 3, шарнірно зв'язаного зі штоком 4 гідроциліндра 5.

У вихідному положенні стріла скидача розміщується в шлюзовому отворі вздовж бортової огорожі стрічки 6 конвеєра (шлюзового отвору) і в момент часу, що передуює надходженню вантажу у зону дії скидача переводиться гідроциліндром в робоче положення та перетинає шлях руху вантажу, відхиляючись за стрілкою A на кут $\alpha = 45^\circ$. Після зіткнення зі стрілою вантаж починає рухатись уздовж її робочої поверхні, а сама стріла під дією гідроциліндра починає рухатись (повертатись) за стрілкою B у своє вихідне положення, прискорюючи процес розвантаження конвеєра. Для зменшення маси стріли вона має зварну сталеву конструкцію та ребра жорсткості.

Діаметр вала, параметри з'єднань та тиск у гідроциліндрі розраховуються за максимальним моментом $M_{ос}$, Н/м, опору скидання вантажу, який визначається за формулою [2]

$$M_{ос} = k_3 f_1 G_{ТВ} \cos \rho_2 B_{ск} / \sin \alpha, \quad (5.2.9)$$

$k_3 = 1,2$ – коефіцієнт запасу, який враховує динамічне навантаження в момент увімкнення; f_1 – коефіцієнт тертя вантажу до стріли; ρ_2 – кут тертя вантажу до скидача.

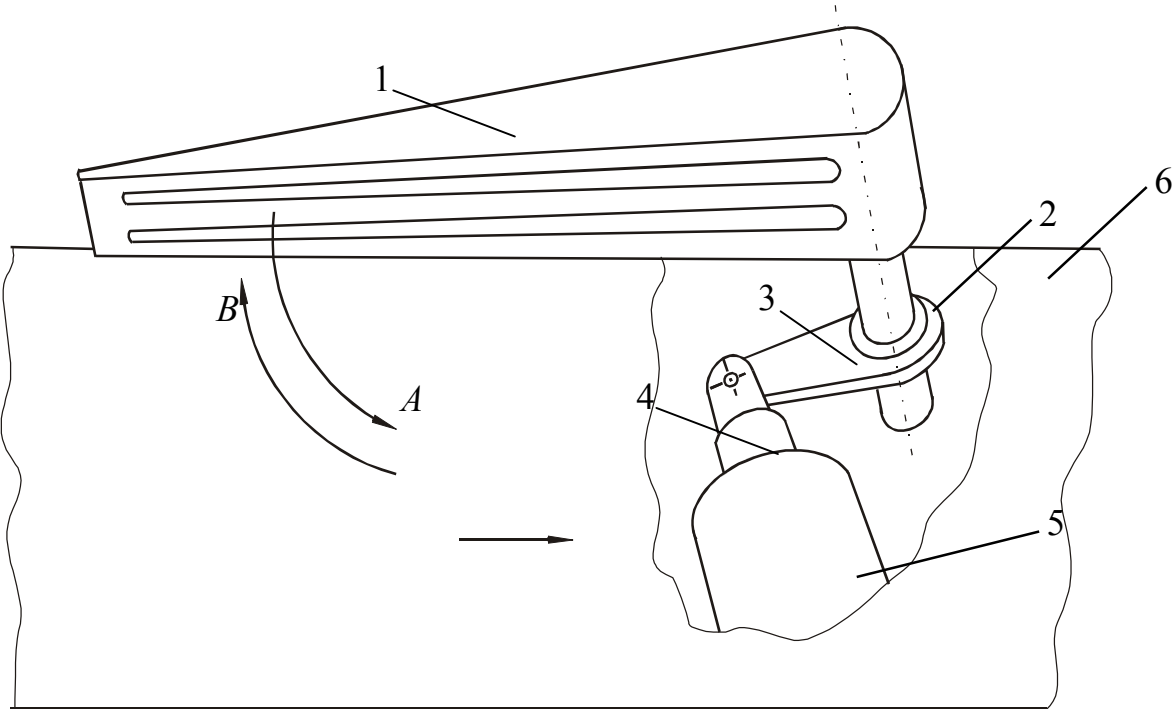


Рис. 5.8

Діаметр вала D_B та тиск $p_{ГЦ}$, Н/м^2 у гідроциліндрі визначаються відповідно за формулами

$$D_B = \sqrt{M_{ос} / 0,2[\tau]_к} \quad (5.2.10)$$

та

$$p_{ГЦ} = 4M_{ос} / \rho l_{ПГ} D_{ПГ}^2, \quad (5.2.11)$$

де $[\tau]_к$ – допустиме напруження кручення, яке в залежності від обраного типу сталі 35, 40, 45, Ст.6 приймається з інтервалу $[\tau]_к = (25...35) \text{ Н мм}^2$; $l_{ПГ}$ – плече дії гідроциліндра, м; $D_{ПГ}$ – діаметр поршня гідроциліндра, м.

Для розвантаження реверсивних розподільних конвеєрів, в яких вантажі транспортуються за двома напрямками застосовуються активні шлюзові скидачі (дверцята) з електроприводом, стріла яких автоматично займає одне з трьох положень – вихідне положення та положення очікування при транспортуванні вантажів до скидача у прямому та зворотному напрямках.

Активний шлюзовий скидач включає в себе черв'ячний редуктор для передавання обертального руху від електродвигуна поворотному кронштейну та до приводного барабана, що охоплюється разом з натяжним барабаном ремнем – активним рухаючим органом скидача. Стріла скидача з установленим на її вільному кінці натяжним барабаном прикріплюється до

кронштейна і може вільно повертатись відносно вала приводного барабана, з можливістю фіксування декількох положень за допомогою фіксатора та звільнювати фіксування за допомогою електромагніту [2].

Для формування сигналів керування застосовуються кінцеві перемикачі, що взаємодіють з якорем електромагніту фіксатора та кулачками, прикріпленими до поворотного кронштейна.

При увімкненні електродвигуна та знятті фіксації стріли вона автоматично займає одне із трьох положень. Напрями обертання стріли і приводного барабана співпадають, тому зміна напрямку обертання стріли виконується шляхом зміни напрямку обертання електродвигуна.

Зміна напрямку руху стріли здійснюється за рахунок зміни напрямку обертання електродвигуна.

При не увімкненому електродвигуні на стрілу не діє сила обертання і стріла залишається у нерухомому стані, а гілки ремня 1 натягнуті однаково $s_{H1} = s_{H2}$ (рис. 5.9, а). У такому випадку на натяжний барабан 2 діє реакція N_p закріпленої на стрілі 3 осі O_2 , що направлена по прямій, яка з'єднує центри натяжного 2 та приводного 4 барабанів. Зі сторони натяжного барабана на стрілу діє сила P_{H0} , яка дорівнює та протилежно направлена реакції N_p й урівноважується реакцією опори P_o [2].

При увімкненому електродвигуні на натяжний барабан крім сили нормального тиску N_{HT} зі сторони вісі O_1 діє сила тертя F_T направлена по цій осі (рис. 5.9, б). Повна реакція R_B осі визначається, як сума сил N_{HT} та F_T , а зі сторони натяжного барабана на стрілу діє сила P_o , яка дорівнює та протилежно направлена реакції R_B і створює відносно осі обертання O_2 обертальний момент $M_{B2} = P_o a$. Для незафіксованої стріли єдиним протидіючим моментом є M_T від сил тертя по вісі O_2 , які діють на невеликому плечі, що визначається віссю O_2 ,

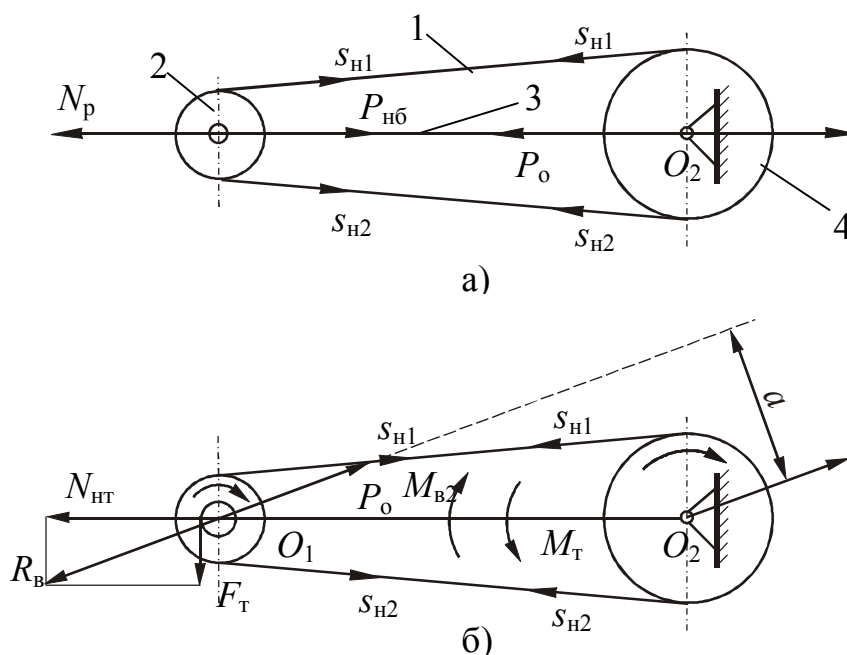


Рис. 5.9

тому $M_T < M_{B2}$ і стріла під дією рушійного моменту $M_p = M_{B2} - M_T$ набуває обертового руху.

Час руху стріли із одного фіксованого положення в інше залежить від моменту опору на вісі O_1 , моменту електродвигуна довжини стріли, кута повороту і вибирається в межах 5 ... 10 с [2].

Швидкість v_p руху ременя вибирається більшою за швидкість $v_{тр}$ транспортування вантажів розподільним конвеєром, і розраховується за формулою

$$v_p = k_{зш} v_{тр} = \cos(\alpha_{ус} - \rho_{твс}) / \cos \rho_{твс}, \quad (5.1.12)$$

де $k_{зш}$ – коефіцієнт запасу швидкості; $\alpha_{ус}$ – кут установлення скидача; $\rho_{твс}$ – кут тертя вантажу до скидача.

Необхідне тягове зусилля приводного барабана $P_{пб}$ залежить від сили тертя $F_{трв}$ та $F_{трс}$ відповідно до ременя, до бокової поверхні посилки (вантаж) та до поверхні стріли (рис. 5.10), а також від втрат на тертя в підшипниках та вигон ременю і визначається за формулою [2]

$$P_{пб} = k_{тп} (F_{трс} + F_{трв}) = k_{тп} N_{нтс} (f_{трв} + f_{трс}), \quad (5.2.13)$$

де $k_{тв} = 1,1 \dots 1,15$ – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя в підшипниках та вигін ременя; $f_{трв}$ та $f_{трс}$ – відповідно коефіцієнти тертя ременя до бокової поверхні вантажу та до поверхні стріли; $N_{нтс}$ – сила нормального тиску на стрілу.

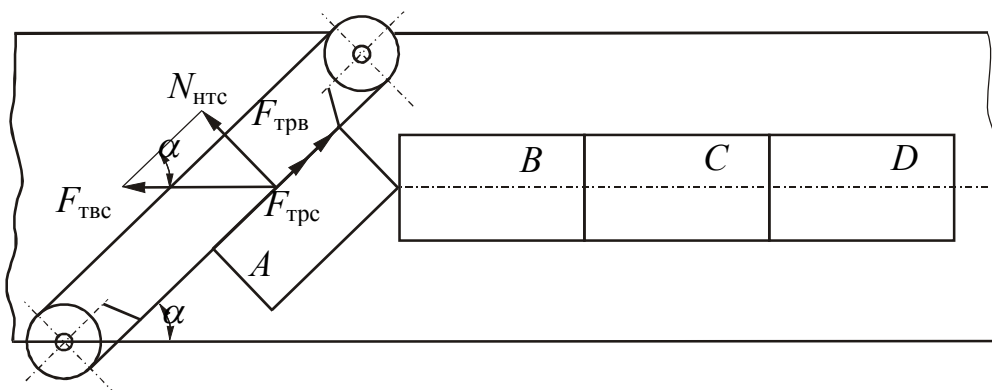


Рис. 5.10

Найбільш важкі умови роботи скидача виникають при скиданні вантажів, які рухаються у розподільному конвеєрі безперервним потоком (на рис. 5.10 – вантажі A, B, C, D), тому що у такому випадку нормальний тиск $N_{нтс}$ на стрілу залежить від значення сили $F_{твс}$ тертя вантажів до стрічки конвеєра, і за короткочасної зупинки вантажів визначається у вигляді

$$N_{\text{HTC}} = f_{\text{трс}} G_{\text{ТВ}} c \sin \delta, \quad (5.2.14)$$

за якого вираз для визначення необхідного тягового зусилля набуває вигляду

$$P_{\text{пб}} = k_{\text{тп}} f_{\text{ТВСК}} G_{\text{ТВ}} c \sin \delta (f_{\text{трв}} + f_{\text{трс}}), \quad (5.2.15)$$

де $f_{\text{ТВСК}}$ – коефіцієнти тертя вантажу до стрічки; $G_{\text{ТВ}}$ – сила тяжіння вантажу, Н; c – число вантажів, що знаходяться у безпосередньому контакті в момент скидання.

Розрахунок часу розвантаження стрічкового розподільного конвеєра при застосуванні пасивного та активного скидачів. Час розвантаження стрічкового розподільного конвеєра пасивним скидачем залежить від швидкості $v_{\text{тр}}$ транспортування вантажу вздовж робочої площини скидача та шляху скидання S_c , який вантаж проходить від моменту зіткнення з площиною скидача до моменту його сходження зі стрічки.

Швидкість руху вантажу вздовж площини скидача $v_{\text{пс}}$ визначається як геометрична сума переносної $v_{\text{пер}}$ та відносної $v_{\text{від}}$ швидкостей (рис. 5.11).

Переносна швидкість дорівнює швидкості $v_{\text{тр}}$ руху стрічки конвеєра, а відносна $v_{\text{від}}$ – залежить від швидкості стрічки, коефіцієнта тертя вантажу до площини скидача та від кута її установаження відносно повздовжньої осі стрічки.

На вантаж, який рухається з постійною швидкістю вздовж площини скидача діють сили тяжіння G_T , нормального тиску на стрічку $N_{\text{HTB}} = G_T$, тертя $F_{\text{ТВСК}}$ до стрічки та до площини скидача $F_{\text{ТВП}}$, а також нормальна реакція N_c скидача, які при набутті сталого руху знаходяться у стані рівноваги.

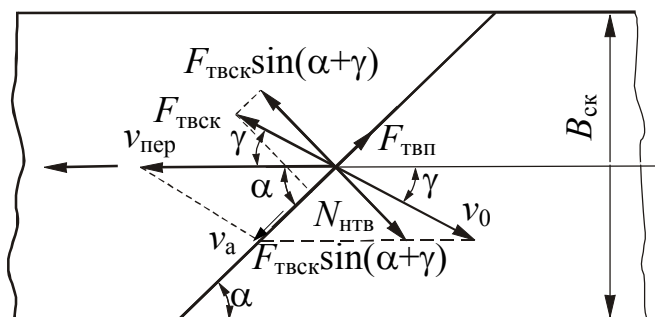


Рис. 5.11

Система рівнянь для визначення абсолютної швидкості $v_{\text{ав}}$ руху вантажу вздовж площини скидача, а також оптимального кута її установаження знаходиться шляхом проектування наведених вище сил на нормаль до скидача та на його напрям у виді [2]

$$F_{\text{ТВСК}} \sin(\delta + \gamma) - N_c = 0, \quad (5.2.16)$$

$$F_{\text{ТВСК}} \cos(\beta + \gamma) - F_{\text{ТВП}} = 0, \quad (5.2.17)$$

де α та γ – відповідно кут нахилу (установлення) скидача до стрічки конвеєра та кут нахилу вектора відносної швидкості до осі стрічки. Сили тертя $F_{\text{ТВСК}}$ та $F_{\text{ТВП}}$ при відповідних коефіцієнтах тертя вантажу до стрічки конвеєра $f_{\text{ТВСК}}$ та до площини скидача $f_{\text{ТВС}}$ визначається за формулами

$$F_{\text{ТВСК}} = f_{\text{ТВСК}} mg, \quad (5.2.18)$$

$$F_{\text{ТВП}} = f_{\text{ТВС}} N_{\text{СК}}. \quad (5.2.19)$$

Нормальна реакція скидача $N_{\text{СК}}$ згідно з (5.2.16) визначається у вигляді

$$N_{\text{СК}} = F_{\text{ТВСК}} \sin(\beta + \gamma). \quad (5.2.20)$$

і при підстановці в (5.2.19) та потім значень $F_{\text{ТВСК}}$, $F_{\text{ТВП}}$ у рівняння (5.2.17) останнє набуває вигляду

$$f_{\text{ТВСК}} mg [\cos(\alpha + \gamma) - f_{\text{ТВС}} \sin(\alpha + \gamma)] = 0, \quad (5.2.21)$$

з якого з урахуванням, що $f_{\text{ТВСК}} mg \neq 0$ впливає справедливості рівняння

$$\cos(\alpha + \gamma) - f_{\text{ТВС}} \sin(\alpha + \gamma) = 0, \quad (5.2.22)$$

яке у свою чергу з урахуванням, що $\sin(\beta + \gamma) \neq 0$ шляхом ділення на $\sin(\alpha + \gamma)$ і підстановки $f_{\text{ТВС}} = \text{tg } \rho_{\text{ТВС}}$ набуває вигляду рівності [2]

$$\text{ctg}(\alpha + \gamma) = \text{tg } \rho_{\text{ТВС}}, \quad (5.2.23)$$

умовою виконання якої є $\alpha + \gamma + \rho_{\text{ТВС}} = 90^\circ$, звідки

$$\gamma = 90^\circ - (\alpha - \rho_{\text{ТВС}}). \quad (5.2.24)$$

Кут α установлення скидача вибирається з урахуванням виконання умови $\gamma > 0$ руху вантажу вздовж його робочої площини за виконання нерівності $\alpha < 90^\circ - \rho_{\text{ТВС}}$.

Абсолютна швидкість установленого (сталого) руху вантажу вздовж скидача визначається з трикутника швидкостей у вигляді [2]

$$v_a = \frac{v_{\text{пер}} \text{tg } \gamma}{\cos \beta \text{tg } \gamma + \sin \beta} = \frac{v_{\text{ТР}} \cos(\beta + \rho_{\text{ТВС}})}{\cos \rho_{\text{ТВС}}}. \quad (5.2.25)$$

Для спрощення приймається з задовільною для практичних розрахунків точністю, що швидкість, з якою рухається вантаж вздовж площини скидача є постійною, а шлях, який проходить вантаж вздовж скидача, визначається у вигляді

$$S_c = A_{\text{ВКС}} / \sin \alpha, \quad (5.2.26)$$

де $A_{\text{ВКС}}$ – відстань (вантаж – край стрічки) від проекції центра тяжіння вантажу на стрічку конвеєра до її краю, з якого сходять вантажі. За припущення, що вантажі транспортуються по вісі стрічки конвеєра $A_{\text{ВКС}} = B_{\text{СК}}/2$.

Час $t_{\text{СК}}$ скидання – руху вантажу від точки зіткнення з площиною пасивного скидача за межі стрічки конвеєра визначається за формулою

$$t_{\text{СК}} = \frac{A_{\text{ВКС}}}{v_a \sin \beta} = \frac{A_{\text{ВКС}} \cos c_{\text{ТВС}}}{v_{\text{ТР}} \cos(\beta + c_{\text{ТВС}}) \sin \beta}. \quad (5.2.27)$$

Для визначення кута α установлення скидача вважають, що параметри $v_{\text{ТР}}$, $A_{\text{ВКС}}$ та $\rho_{\text{ТВС}}$ для даного конвеєра є постійними, а за оптимальне приймають таке значення $\alpha_{\text{ОПТ}}$, за якого час скидання вантажу буде мінімальним.

Розв'язання задачі пошуку $\alpha_{\text{ОПТ}}$ виконується шляхом аналізу правої частини виразу (5.2.27) на мінімум – визначення першої похідної у виді [2]

$$\frac{d}{d\beta_{\text{ОПТ}}} \left(\frac{1}{\cos Y_{\text{БС}} \sin \beta_{\text{ОПТ}}} \right)' = \frac{-\sin Y_{\text{БС}} \sin \beta_{\text{ОПТ}} + \cos \beta_{\text{ОПТ}} \cos Y_{\text{БС}}}{[\cos Y_{\text{БС}} \sin \beta_{\text{ОПТ}}]^2} = \frac{\cos(2\beta_{\text{ОПТ}} + c_{\text{ТВС}})}{[\cos Y_{\text{БС}} \sin \beta_{\text{ОПТ}}]^2}, \quad (5.2.28)$$

прирівнювання до нуля виразу $\cos(2\beta_{\text{ОПТ}} + c_{\text{ТВС}}) = 0$ і за справедливості $2\beta_{\text{ОПТ}} + c_{\text{ТВС}} = 90^\circ$, визначення оптимального значення $\alpha_{\text{ОПТ}}$ у вигляді

$$\beta_{\text{ОПТ}} = (90^\circ - c_{\text{ТВС}}) / 2, \quad (5.2.29)$$

який за дослідження значення правої частини (5.2.27) за знаком другої похідної задовольняє умові її (частини) мінімуму. Для скорочення прийнято, що $\Sigma_{\alpha\rho} = \alpha_{\text{ОПТ}} + \rho_{\text{ТВС}}$. Отже оптимальний кут установлення скидача визначається як середнє арифметичне максимального $\beta_{\text{max}} = 90^\circ - c_{\text{ТВС}}$ та мінімального $\alpha_{\text{min}} = 0$ значень.

У процесі руху вантажу вздовж ременя активного шлюзового скидача на нього діють ті ж самі сили (рис. 5.12), що й при скиданні пасивним скидачем.

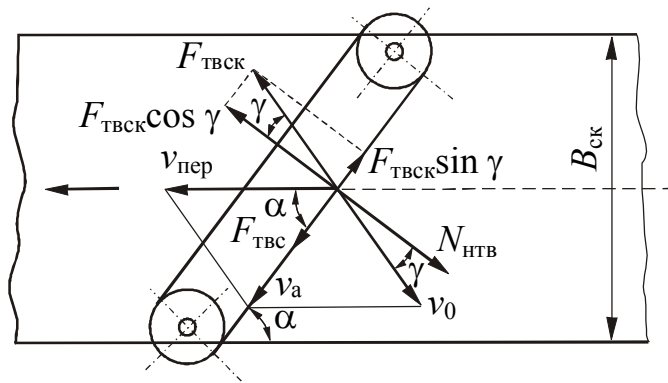


Рис. 5.12

З аналогічно наведеного вище розгляду пасивного скидача стосовно активного скидача впливає, що $\gamma = \rho_{ТВС}$, швидкість v_{aa} руху вантажу вздовж ременя та час скидання визначається відповідно у вигляді [2]

$$v_{aa} = v_{тр} \cos(\beta - c_{ТВС}) / \cos c_{ТВС} \quad (5.2.30)$$

та

$$t_{акк} = \frac{A_{ВКС} \cos c_{ТВС}}{v_{тр} \cos(\beta - c_{ТВС}) \sin \beta}, \quad (5.2.31)$$

а оптимальний кут $\beta'_{опт}$ установаження активного скидача – у вигляді

$$\beta'_{опт} = (90^\circ + c_{ТВС}) / 2. \quad (5.2.32)$$

У розподільних стрічкових конвеєрах УСВП застосовуються також скидачі, робочий орган яких діє на поштовий вантаж у напрямі, перпендикулярному напрямку руху стрічки, а також гравітаційні скидачі, які забезпечують скидання вантажу під дією його власної сили тяжіння через шлюзові дверцята, що відкриваються під час скидання [2].

5.2.3.3 Пристрої розвантаження ланцюгових розподільних конвеєрів

У пристроях розвантаження ланцюгових розподільних конвеєрів робочий орган розвантаження (скидача) поєднується в одній конструкції з вантажонесучим органом. Як засоби транспортування вантажів застосовуються вантажонесучі візки або підвіски з вантажонесучими площинами-пластинами, а також спеціальні захвати [2, 4, 12, 32].

Розвантаження вантажів, які можуть розміщуватись на одній або декількох пластинах, у накопичувачі здійснюється примусовим нахилом пластини (наприклад, у вітчизняних установках УСГ, УСБ, УСБ-М) або самостійного нахилу пластини, змонтованої на підвісці за рахунок дії сили тяжіння пластини та вантажу (наприклад, у вітчизняних установках КПС та КПС-М).

Вантажонесучий візковий скидач (рис. 5.13) з примусовим нахилом пластини (платформи) виконаний у вигляді сталюї платформи 1, яка закріплена до візка 2 таким чином, що може нахилитись за допомогою важелів 3, що взаємодіють через ролик 4 з відхиляючою важіль стрілкою 5 та стрілкою 6, призначеною для плавного повернення платформи у горизонтальне положення. На візку закріплені чотири ролики 7, за допомогою яких він рухається по направляючих на верхній ланці конвеєра та два ролики (див. рис. 5.19) для холостого руху по нижній ланці конвеєра.

При наближенні візка скидача з вантажем на платформі до накопичувача, в який адресовано (необхідно розвантажити) даний вантаж, відхиляючий ролик 4 платформи взаємодіє з відхиленою за допомогою електромагніту 8 стрілкою 5 і повертає платформу на кут за якого вантаж надійно ковзає за її межі у накопичувач.

З моменту початку відхилення важеля стрілкою 5 платформа скидача здійснює два види руху: переносно-поступальний рух уздовж вісі транспортування вантажів конвеєром та відносно-обертальний навколо шарніра важеля. Після закінчення руху важеля уздовж робочої площини стрілки 5, платформа повертається на кут 35° до лінії горизонту і протягом часу надходження ролика до стрілки 6 знаходиться у такому положенні, забезпечуючи скидання вантажу у накопичувач подібно гравітаційному спуску, з надходженням ролика до стрілки 6 вона відхиляється під дією сили тяжіння платформи та забезпечує плавний перехід останньої у вихідне горизонтальне положення.

Вантажонесучі скидачі просторових ланцюгових конвеєрів (рис. 5.14) виконуються у вигляді підвіски 1 з кареткою 2, закріпленої до тягового ланцюга 3, несуча платформа 4 якої (підвіски) може відхилитись на кут $30 \dots 40^\circ$ відносно осі транспортування під дією власної сили тяжіння та вантажу.

Платформа, шарнірно закріплюється до підвіски конвеєра й у вихідному горизонтальному положенні фіксується упором 5, який може повертатись за допомогою електромагніту через систему важелів 6 скидання (шарнірний механізм).

Електромагніт установлюється над кожним накопичувачем та вмикається за сигналом системи адресування.

При увімкненні електромагніту його шток 7 підіймається та відхиляє скидаючий важіль 8, внаслідок чого шарнірний механізм повертає упор 5 на кут 30° , його обмежуюча дія на платформу припиняється і вона нахилється на кут 40° , розвантажуючи вантаж у відповідний із накопичувачів, які установлюються під трасою конвеєра.

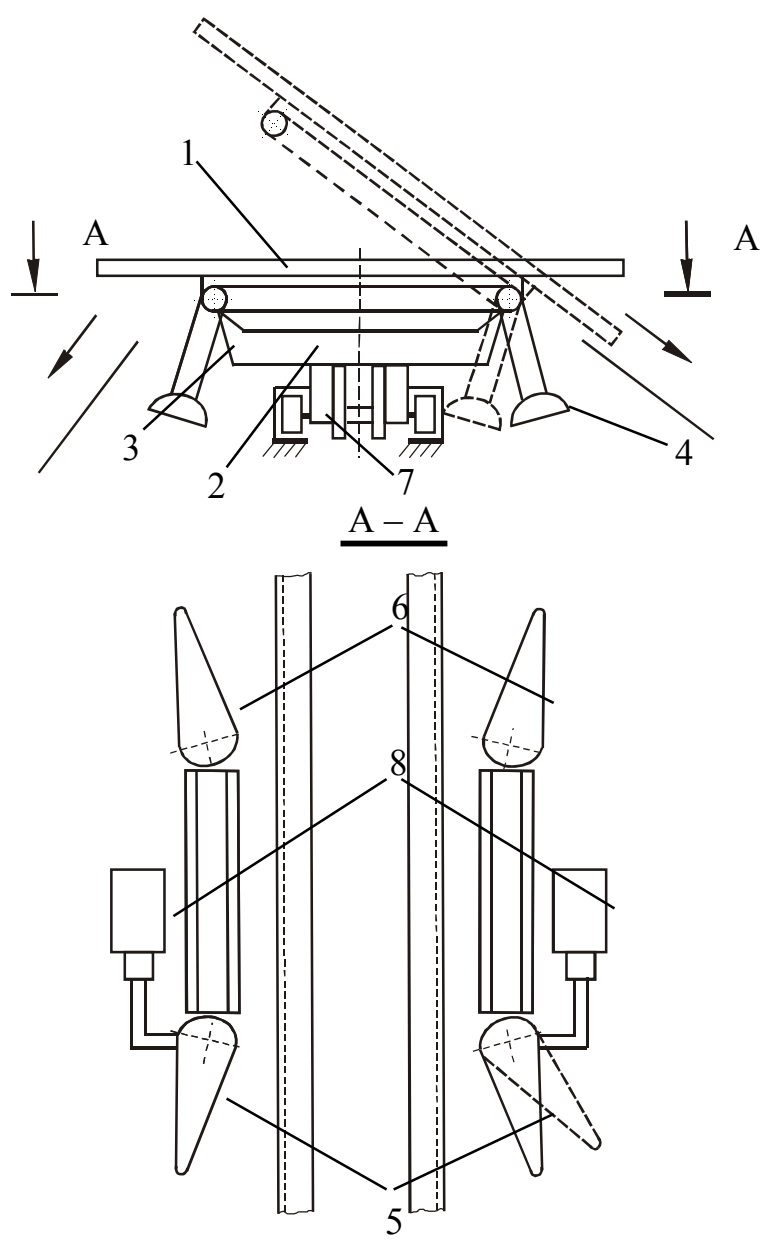


Рис. 5.13

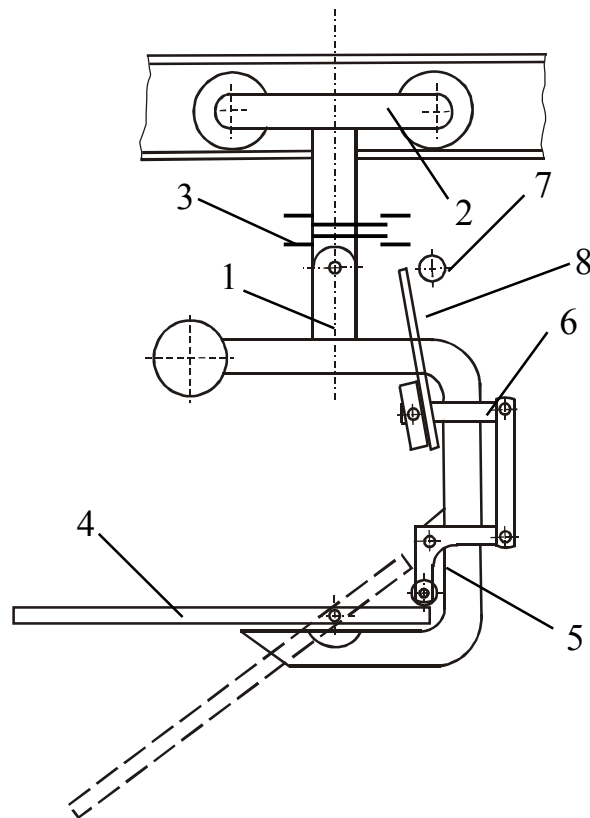


Рис. 5.14

У вихідне положення платформа підіймається за допомогою пристрою ковзання, який установлюється за останнім накопичувачем [2, 34].

5.2.3.4 Розрахунок швидкодії візкового поворотного скидача

Процес скидання вантажу візковим поворотним скидачем здійснюється нахилом платформи на бокову сторону конвеєра, шляхом її повороту відносно шарніра, який закріплюється на візку. Оскільки швидкість тягового ланцюга конвеєра та жорстко зв'язаного з ним візка постійна, то траєкторія відносного руху вантажу по платформі буде відповідати прямій перпендикулярній напрямку руху візка.

Процес скидання інтерпретується трьома часовими етапами, які відповідно характеризують поворот платформи на кут α_0 , при досягненні якого вантаж під дією власної сили тяжіння починає рухатись у напрямі накопичувача, поворот платформи з положення під кутом α_0 до положення максимального кута нахилу та рух вантажу за межі нерухомої платформи, що знаходиться у такому положенні [12].

Графіки відносної швидкості v_v точки $O_{цт}$ центра тяжіння скидача та її дотичного прискорення наведені відповідно на рис. 5.15, а, б.

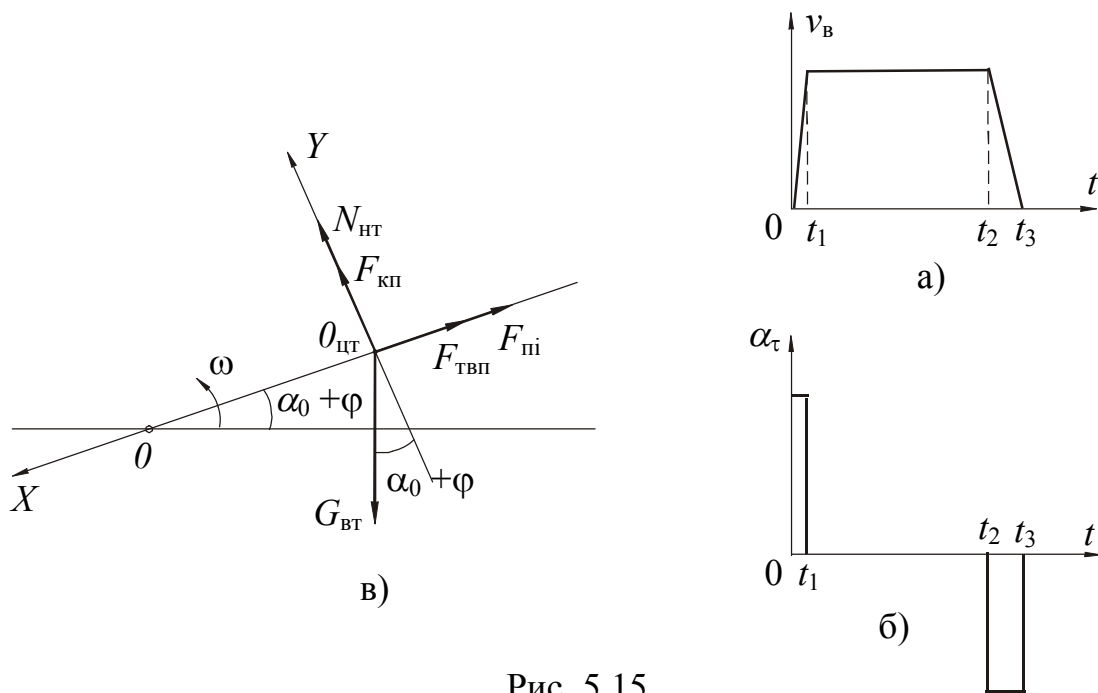


Рис. 5.15

У процесі повороту платформа на відріжку часу від $t = 0$ до $t = t_1$ рухається з прискоренням, що визначається пружністю амортизатора (гумова прокладка під стрілкою), масою вантажу та скидача, а також жорсткістю всієї конструкції. На відріжку часу $t_1 \dots t_2$ пластина здійснює обертальний рух з постійною кутовою швидкістю ω , тому що стрілка є прямолінійною та, як наслідок, з постійною окружною швидкістю точки $O_{\text{цт}}$ центра тяжіння скидача. В кінці повороту платформа миттєво зупиняється, тому на відріжку часу $t_2 \dots t_3$ на неї діє від'ємне прискорення.

Отже, час скидання вантажу визначається часом $t_{\text{пн}}$ обертального руху в стан повного повороту платформи та часом $t_{\text{кв}}$ ковзання вантажу за її межі у цьому стані. Для спрощення приймається, що у початковий момент повороту маса вантажу зосереджена в точці, яка збігається з центром тяжіння платформи. Ковзання вантажу розпочинається за повороту платформи на деякий кут α_0 , при досягненні якого вантаж під дією власної сили тяжіння починає рухатись у напрямі до центра, її обертання O (до накопичувача) рис. 5. 15, в.

У момент початку руху вантажу на нього діє: власна сила $G_{\text{вт}} = mg$ власного тяжіння (m – маса вантажу; g – прискорення вільного падіння); сила нормального тиску $N_{\text{нт}}$ з боку скидача; сила $F_{\text{твп}} = f_{\text{твп}} N_{\text{нт}}$ тертя вантажу до платформи ($f_{\text{твп}}$ – коефіцієнт тертя вантажу до платформи); переносна сила інерції $F_{\text{пн}} = m\omega^2 r$ (r – відстань від центра обертання до вантажу); сила інерції коріолісового прискорення $F_{\text{кп}} = m\omega v_{\text{зв}}$ ($v_{\text{зв}}$ – швидкість руху (зміщення) вантажу вздовж скидача).

Рівняння динаміки відносного руху вантажу по платформі в проекціях на зв'язані з нею осі xu мають вигляд [12]

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = G_{\text{HT}} \sin(\alpha_0 + \varphi) - F_{\text{ТВП}} - F_{\text{пі}}, \quad (5.2.33)$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = N_{\text{HT}} + F_{\text{кп}} + G_{\text{HT}} \cos(\alpha_0 + \varphi), \quad (5.2.34)$$

де t та $\varphi = \omega t$ – відповідно поточні значення часу та кута нахилу скидача.

З урахуванням, що при відносному русі вантажу по платформі він не зміщується у перпендикулярному до неї напрямі, тобто $\frac{d^2 y}{dt^2} = 0$ та у відповідності з (5.2.34) вираз для визначення N_{HT} набуває виду

$$N_{\text{HT}} = G_{\text{HT}} \cos(\alpha_0 + \varphi) - F_{\text{кп}} \quad (5.2.35)$$

за підстановки якого у вираз (5.2.33) та конкретних значень інших величин диференціальне рівняння руху вантажу вздовж вісі x визначається у вигляді [42]

$$\frac{d^2 x}{dt^2} - 2f_{\text{ТВП}} \omega \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = g[\sin(\alpha_0 + \omega t) - f_{\text{ТВП}} \cos(\alpha_0 + \omega t)]. \quad (5.2.36)$$

Рух вантажу вздовж платформи у процесі її повороту (нахилу) починається в момент, коли проекція $G_{\text{вТ}}$ на вісь x стає більшою за суму сил тертя N_{HT} та інерції $F_{\text{пі}}$, тобто за виконання умови

$$G_{\text{HT}} \sin \alpha_0 > F_{\text{ТВП}} + F_{\text{пі}}, \quad (5.2.37)$$

або

$$g \sin \alpha_0 > f_{\text{ТВП}} g \cos \alpha_0 + \omega^2 r_0, \quad (5.2.38)$$

де α_0 – поточне значення кута нахилу платформи до початку ковзання вантажу (при $t = 0$, $\varphi = 0$, $\frac{dx}{dt} = 0$).

Ковзання вантажу по платформі починається при невеликих значеннях кута її нахилу, тому для спрощення практичних розрахунків приймається $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1$ та за відповідних підстановок і перетворень виразу (5.2.38) значення критичного щодо початку руху кута α_0 визначається у вигляді

$$\alpha_0 = (f_{\text{ТВП}} g + \omega^2 r_0) / g. \quad (5.2.39)$$

Кутова швидкість ω обертання платформи визначається як відношення значень кута $\beta_{\text{пп}}$ та часу $t_{\text{пп}}$ її повного повороту у виді

$$\varpi = v_{\text{пп}} / t_{\text{пп}} \quad (5.2.40)$$

та за підстановки значення

$$t_{\text{пп}} = S_{\text{шк}} / v_{\text{тр}}, \quad (5.2.41)$$

– у виді

$$\varpi = v_{\text{пп}} v_{\text{тр}} / l_{\text{вс}} \cos \gamma, \quad (5.2.42)$$

де $S_{\text{шк}} = l_{\text{вс}} \cos \gamma$ – шлях, який проходить конвеєр за час $t_{\text{п}}$ ($l_{\text{вс}}$ та γ – відповідно значення активної довжини стрілки та кут її відхилення).

За визначених значень α_0 та ω повне розв'язання неоднорідного диференціального рівняння (5.2.36) з постійними коефіцієнтами виконується як сума загального розв'язання відповідного однорідного рівняння [12]

$$k^2 - 2f_{\text{твп}} \varpi k + \varpi^2 = 0 \quad (5.2.43)$$

з коренями

$$k_1 = f_{\text{твс}} \varpi + i \varpi [1 - f_{\text{твп}}]^{1/2},$$

$$k_2 = f_{\text{твс}} \varpi - i \varpi [1 - f_{\text{твп}}]^{1/2}$$

у вигляді (загального розв'язання диференціального рівняння)

$$x = e^{\rho t} (C_1 \sin \delta t + C_2 \cos \delta t), \quad (5.2.44)$$

з урахуванням, що корені характеристичного рівняння є уявними і різними, а $\rho = f_{\text{твс}} \omega$, $\delta = \omega [1 - f_{\text{твп}}]^{1/2}$ та частинного розв'язання неоднорідного рівняння.

Частинне розв'язання знаходиться з урахуванням, що $i\omega$ не є коренем характеристичного рівняння у виді [12]

$$x = A \cos \varpi t + B \sin \varpi t, \quad (5.2.45)$$

шляхом подання правої частини (4.2.36) у виді

$$f_{\text{твп}}(t) = M \cos \varpi t + N \sin \varpi t, \quad (5.2.46)$$

де

$$M = g(\sin \bar{\alpha}_0 - f_{\text{твп}} \cos \bar{\alpha}_0), \quad (5.2.47)$$

$$N = g(\cos \bar{\alpha}_0 + f_{\text{твп}} \sin \bar{\alpha}_0). \quad (5.2.48)$$

Систему рівнянь для визначення A та B отримують шляхом підстановки виразу (5.2.45) і його першої та другої похідних відповідно

$$x' = -A\omega \sin \omega t + B\omega \cos \omega t \quad (5.2.49)$$

та

$$x'' = -A\omega^2 \cos \omega t - B\omega^2 \sin \omega t \quad (5.2.50)$$

в (5.2.36) у виді

$$-A\omega^2 - 2f_{\text{твп}}\omega^2 B + A\omega^2 = M, \quad (5.2.51)$$

$$-B\omega^2 + 2f_{\text{твп}}\omega^2 A + \omega^2 B = N, \quad (5.2.52)$$

за розв'язання якої вирази для A та B мають відповідно вид

$$A = N/2f_{\text{твп}}\omega^2 \quad (5.2.53)$$

та

$$B = -M/2f_{\text{твп}}\omega^2. \quad (5.2.54)$$

Отже розв'язання неоднорідного диференціального рівняння руху вантажу вздовж осі x визначається у вигляді суми рівнянь (5.2.44) та (5.2.45) за відповідної підстановки в останнє правих частин виразів (5.2.53) та (5.2.54), тобто

$$x = e^{\rho t} (C_1 \sin \delta t + C_2 \cos \delta t) + (N/2f_{\text{твп}}\omega^2) \cos \omega t - (M/2f_{\text{твп}}\omega^2) \sin \omega t. \quad (5.2.55)$$

Постійні інтегрування C_1 , C_2 визначаються шляхом сумісного розв'язання виразу (5.2.55) та виразу його першої похідної

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} = & e^{\rho t} (C_1 \sin \delta t + C_2 \cos \delta t) + \delta e^{\rho t} (C_1 \sin \delta t - C_2 \cos \delta t) - \\ & - (N/2f_{\text{твп}}\omega) \sin \omega t - (M/2f_{\text{твп}}\omega) \cos \omega t \end{aligned} \quad (5.2.56)$$

при $t = 0, x = 0, dx/dt = 0$ відповідно у вигляді

$$C_1 = (1/\delta)(M/2f_{\text{ТВП}}\omega + N\rho/2f_{\text{ТВП}}\omega^2), \quad (5.2.57)$$

$$C_2 = -N/2f_{\text{ТВП}}\omega^2. \quad (5.2.58)$$

При підстановці правих частин виразів (5.2.57), (5.2.58) у (5.2.55), (5.2.56) останні набувають вигляду

$$x = (1/2f_{\text{ТВП}}\omega^2) \{ [(M\omega + Nc)/\delta] \sin \delta t - N \cos \delta t \} e^{\rho t} + N \cos \omega t - M \sin \omega t, \quad (5.2.59)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} = (1/2f_{\text{ТВП}}\omega^2) \{ e^{\rho t} [((M\omega + Nc)/\delta)(c \sin \delta t + \delta \cos \delta t) - \\ - N(c \cos \delta t - \delta \sin \delta t)] - \omega(N \sin \omega t + M \cos \omega t) \}. \end{aligned} \quad (5.2.60)$$

Рівняння опису руху вантажу після повного повороту платформи на кут $\beta_{\text{ПП}}$ виводиться з рівняння (5.2.36) за прийняття $\omega = 0$ та $\omega t + \alpha_0 = \beta_{\text{ПП}}$ у вигляді

$$\frac{d^2 x_{\text{КВ}}}{dt_{\text{КВ}}^2} = g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}}), \quad (5.2.61)$$

а швидкість вантажу $dx_{\text{КВ}}/dt_{\text{КВ}}$ та його зміщення $x_{\text{КВ}}$, що дорівнює $r_0 - x$ визначаються відповідно у вигляді [12]

$$\frac{dx_{\text{КВ}}}{dt_{\text{КВ}}} = g t_{\text{КВ}} (\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}}) + C'_1, \quad (5.2.62)$$

$$x_{\text{КВ}} = r_0 - x = (g t_{\text{КВ}}^2 / 2)(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}}) + C'_1 t_{\text{КВ}} + C'_2. \quad (5.2.63)$$

Постійні інтегрування C'_1, C'_2 визначаються шляхом підстановки початкових умов в (5.2.62), (5.2.63) у вигляді значень

$$C'_1 = \frac{dx}{dt}, \quad (5.2.64)$$

$$C'_2 = 0, \quad (5.2.65)$$

які у свою чергу за підстановки у (5.2.63) і відповідних перетворень дозволяють отримати вираз подання відстані r_0 від точки центра тяжіння вантажу до краю платформи у вигляді

$$r_0 = \frac{g t_{\text{КВ}}^2}{2} (\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}}) + \frac{dx}{dt} t_{\text{КВ}} + x \quad (5.2.66)$$

для визначення часу $t_{\text{КВ}}$ ковзання вантажу по її нахиленій на кут $\beta_{\text{ПП}}$ поверхні. Як початкові умови приймаються, що в момент зупинки платформи (досягнення кута нахилу $\beta_{\text{ПП}}$) $t = 0$, зміщення $x_0 = 0$, а швидкість руху (ковзання) вантажу у відповідності з (5.2.60) дорівнює $v_0 = dx/dt$.

За відповідних перетворень (5.2.66) відносно $t_{\text{КВ}}$ набуває вигляду рівняння [12]

$$t_{\text{КВ}}^2 + 2 \frac{dx/dt}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} t_{\text{КВ}} - \frac{2(r_0 - x)}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} = 0 \quad (5.2.67)$$

та при

$$\frac{dx/dt}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} > 0, \quad \frac{2(r_0 - x)}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} > 0$$

має єдиний дійсний розв'язок

$$t_{\text{КВ}} = -\frac{dx/dt}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} + \left[\left(\frac{dx/dt}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} \right)^2 + \frac{2(r_0 - x)}{g(\sin \beta_{\text{ПП}} - f_{\text{ТВП}} \cos \beta_{\text{ПП}})} \right]^{1/2}. \quad (5.2.68)$$

Отже час $t_{\text{СВ}}$ скидання вантажу – зміщення сили тяжіння вантажу за межі поворотної платформи візкового скидача визначається як сума часу $t_{\text{ПП}}$ повороту платформи на кут $\beta_{\text{ПП}}$ та часу $t_{\text{КВ}}$ ковзання вантажу по нахиленій на кут $\beta_{\text{ПП}}$ платформі, тобто

$$t_{\text{СВ}} = t_{\text{ПП}} + t_{\text{КВ}}, \quad (5.2.69)$$

де $t_{\text{ПП}}$, $t_{\text{КВ}}$ відповідно визначаються виразами (5.2.41) та (5.2.68).

У практичних розрахунках часу $t_{\text{СВ}}$ скидання вантажу – швидкодії візкового скидача, наприклад, для визначення місця установлення накопичувача як вихідні дані приймаються значення наступних параметрів [12]: активна довжина $l_{\text{ВС}}$ та кут γ відхилення відхиляючої стрілки; повний кут $\beta_{\text{ПП}}$ нахилу платформи; коефіцієнт $f_{\text{ТВП}}$ тертя вантажу до платформи; відстань r_0 від центра тяжіння вантажу до краю платформи за прийняття наведеної вище умови зосередження маси вантажу в точці; швидкість руху (транспортування вантажів) конвеєра $v_{\text{ТР}}$.

Алгоритм розрахунку часу скидання вантажу включає наступні основні дії:

1. Визначення швидкості ω , 1/с обертання платформи за формулою (5.2.42).

2. Визначення початкового кута α_0 , рад платформи за якого починається рух вантажу по її площині за формулою (5.2.39).

3. Визначення зміщення x , м вантажу уздовж платформи з моменту її повороту на кут α_0 до моменту повороту на повний кут $\beta_{\text{ПП}}$ у відповідності з виразом (5.2.59).

4. Визначення швидкості $v_0 = dx/dt$, м/с руху (ковзання) вантажу вздовж платформи в момент її повороту на кут $\beta_{\text{пп}}$ у відповідності з виразом (5.2.60).

5. Визначення часу $t_{\text{кв}}$, ковзання вантажу по нахиленій на кут $\beta_{\text{пп}}$ платформі у відповідності з виразом (5.2.68).

6. Визначення часу $t_{\text{пп}}$, повного повороту платформи за формулою (5.2.41).

7. Визначення часу $t_{\text{св}}$ зміщення сили тяжіння вантажу за межі поворотної платформи візкового скидача за результатами, отриманими шляхом виконання дій 5, 6 алгоритму у відповідності з виразом (5.2.69).

За прийняття для наведених вище вихідних даних до розрахунку часу скидання значень наступних параметрів [12]: $l_{\text{вс}} = 0,2$ м; $\gamma = 25^\circ$; $\beta_{\text{пп}} = 35^\circ$; $f_{\text{твп}} = 0,3$; $r_0 = 0,3$ м; $v_{\text{тр}} = 0,33$ м/с час $t_{\text{св}}$ зміщення сили тяжіння вантажу за межі поворотної платформи візкового скидача складає 1с.

5.2.4 Накопичувачі поштових вантажів

Накопичувачі УСВП призначені для групування поштових вантажів у відповідності з їх адресними ознаками за напрямом сортування та тимчасового зберігання до початку наступних операцій їхнього оброблення (розвантажування поштових вантажів із накопичувачів, укладення їх в контейнери тощо). Внаслідок застосування різних видів матеріалу запакування, а також пересилання різних за масою та габаритами поштових вантажів конструкція накопичувача повинна забезпечувати його універсальність відносно умов функціонування у складі УСВП.

За способом монтажу (установлення) у складі УСВП накопичувачі поділяються на стаціонарні (жорстко поєднані з УСВП) та знімні (виконані у вигляді візків, мішків і т.п., які можуть замінюватись у процесі сортування і використовуватись для транспортування накопичених у них вантажів) [2, 4, 12, 32].

Стаціонарні накопичувачі забезпечують накопичення практично усіх видів поштових вантажів за рахунок використання необхідної геометрії та, як правило, одношарового розміщення вантажів, яке в свою чергу забезпечує необхідний рівень збереження вантажів.

Знімні накопичувачі мають менші габарити, вантажі у них накопичуються об'ємно, внаслідок чого для забезпечення необхідного рівня збереження вантажів та кількісної ємності накопичувача обмежуються габарити та маса вантажів.

Основними вимогами до накопичувачів є надійність роботи, ємність накопичення (частота розвантаження), схоронність тари та вкладення у процесі накопичення, трудові витрати на розвантаження та обслуговування, ефективність геометрії (форми) накопичувача, яка значною мірою визначає необхідну виробничу площу для експлуатації УСВП, види засобів для подальшого оброблення та транспортування поштових вантажів.

У залежності від способу переміщення вантажів у процесі їх завантаження, накопичення та розвантаження накопичувачі поділяються на наступні типи:

– *стаціонарні гравітаційні* з одношаровим площинним накопиченням (нахилені металеві жолоби, нахилені приводні рольганги, нахилені жолоби та рольганги з керованими роликами гальмування, вмонтованими в нахилену поверхність накопичення);

– *гравітаційні з об'ємним накопиченням*, стаціонарні та знімні;

– *стаціонарні механізовані* з нерухомою та рухомою поверхнями накопичення;

– *комбіновані*.

Конструкція та шаг установлення накопичувачів, напрямок скидання у них вантажів з розподільного конвеєра, способи розвантаження накопичувачів та транспортування вантажів на подальше оброблення значною мірою визначають компоновку УСВП. З урахуванням наведених факторів накопичувачі поділяються за своєю формою на прямі, поворотні та гвинтівні, а за своїм розміщенням відносно розподільного конвеєра – на безпосередньо примикаючі до конвеєра та виносні.

Найбільш широке застосування знайшли накопичувачі гравітаційного типу, виконані у вигляді нахилених до лінії горизонту під кутом $27 \dots 35^\circ$ жолобів зі сталеною робочою поверхнею. Для стабілізації швидкості руху вантажів, яка обмежується допустимими їх ударними навантаженнями, застосовуються гальмуючі еластичні пластини, що установлюються над жолобами на шляху руху вантажів.

Типовими накопичувачами такого типу є накопичувачі НПП-1 та НПП-2, призначені відповідно для підвісних (просторових) сортувальних конвеєрів, установок з конвеєрами змонтованими на висоті $3 \dots 4,25$ м та безпосередньо на підлозі з відстанню від останньої до стрічки $0,8$ м [31, 34].

Накопичувач НПП-1 (рис. 5.16), як основні функціональні елементи, включає головну (верхню) частину, поворотну та пряму секції гравітаційної поверхні накопичення поштових вантажів і приймальний лоток зі столом для розвантаження накопичувача.

Головна частина накопичувача виконана у вигляді рами 1 з чотирма стояками 2 для прикріплення до антресолі установки та привареного до неї (рами) вхідного лотка 3 і пристрою блокування (мікроперемикача з клапаном 4 натискування) скидання вантажів у накопичувач у випадку його заповнення (тривалого натискування вантажу на клапан).

Поворотна секція складається безпосередньо з гвинтівного сектора 5 з бортами та перехідного лотка 6, який розширює зону прямої секції накопичення 7 до 1000 мм. Приймальний лоток 8 закінчується відкидними дверцятами-столиком 9 з рухомою опорою 10. Для зменшення ударних навантажень застосовуються короткий та довгий гальмівні фартухи, виконані із конвеєрної стрічки шириною 800 мм, які зменшують та стабілізують швидкість ковзання вантажів і поліпшують безпеку оператора при розвантаженні накопичувача.

У вітчизняних УСВП з боковим скиданням вантажів застосовуються гравітаційні нахилені жолоби з гвинтівним поворотом на 90° та кутом нахилу 33° , а в установках зі скиданням під трасу конвеєра прямі гравітаційні жолоби з тим самим кутом нахилу. Ємність таких накопичувачів складає 30 ... 35 посилок середніх розмірів.

В установках з боковим примусовим скиданням (підлогового виконання) як накопичувачі застосовуються гравітаційні прямі лотки, які встановлюються перпендикулярно вісі транспортування розподільного конвеєра. В кінці лотків встановлюються висувні візки, що дозволяє збільшити ємність накопичувача та знизити необхідну висоту виробничого приміщення. Суттєвим недоліком таких накопичувачів є мала довжина поверхні накопичення вантажів (лотка), що потребує постійної присутності оператора для своєчасного розвантаження лотків.

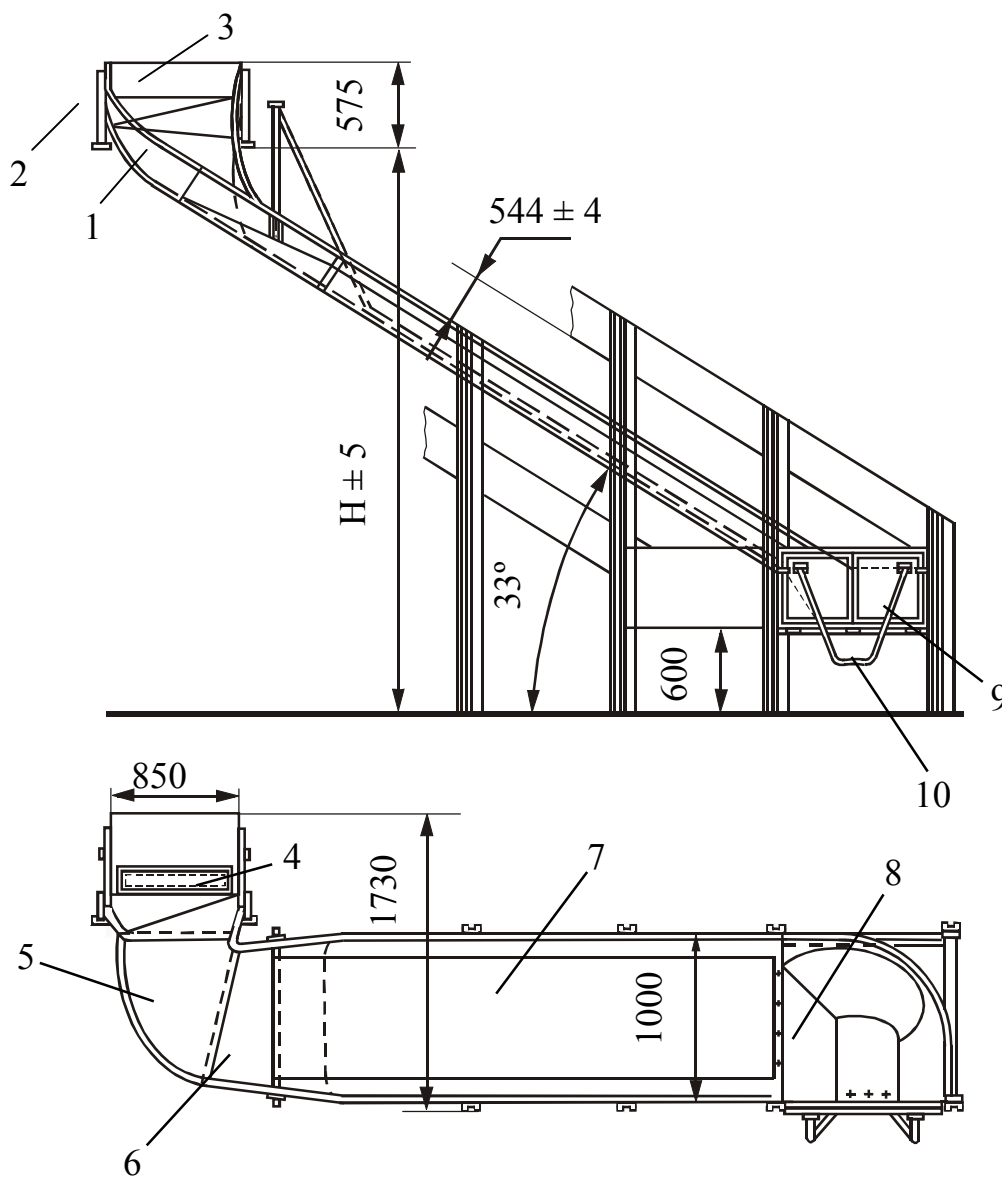


Рис. 5.16

У деяких УСВП (наприклад «Крістплант» (Данія) та американських установках з боковим скиданням вантажів) застосовуються накопичувачі,

виконані у вигляді гравітаційних гвинтівних спусків. Внаслідок великого шагу установлення таких накопичувачів довжина УСВП значно зростає. Перевагою таких накопичувачів є їх відносно велика ємність [11].

Як накопичувачі УСВП застосовуються також непривідні нахилені рольганги з установленням між ними та скидачами коротких лотків з великим кутом нахилу. Через невеликий кут нахилу такі накопичувачі займають більшу виробничу площу порівняно з гравітаційними спусками. В УСВП з боковим скиданням вантажів з великою масою як накопичувачі застосовуються нахилені рольганги прямого типу з неприводними роликками на всю ширину накопичувача.

Для обмеження швидкості руху вантажів у нахилених жолобах та рольгангах застосовують керовані гальмівні роликки, які на відміну від фартухів забезпечують керований процес руху вантажів, але не примусовий. Одним із недоліків застосування непривідних рольгангів є нестабільність процесу накопичення м'яко запакованих вантажів, які можуть застрягати між роликками та гальмувати проходження до місця розвантаження наступних вантажів.

Основними недоліками наведених гравітаційних накопичувачів з одношаровим площинним накопиченням є можливість зупинки вантажів під час їх руху по нахилених робочих площинах і, як наслідок, виникання заторів, а також ускладнення розвантажування накопичувачів внаслідок тиску верхніх вантажів на нижні.

У США, Англії, Австралії, Японії та деяких вітчизняних УСВП як накопичувачі, що установлюються безпосередньо у місці скидання вантажів з конвеєра, застосовуються візки, контейнери або мішки, до яких вантажі надходять зі скидачів через короткі гравітаційні лотки. Накопичення вантажів у такий спосіб не забезпечує належного їх збереження, тому що за вертикального їх падіння зі скидачів у наведені ємності виникають значні навантаження деформацій, внаслідок чого такий спосіб застосовується для оброблення вантажів малої маси та габаритів (вітчизняна установка для сортування постпакетів та бандеролей УСБ-М). Перевагою такого способу накопичення є суміщення накопичувача та транспортного засобу для доставляння вантажів до місць наступного оброблення без додаткових перевантажень. Разом з цим, необхідність оперативної заміни заповнених ємностей порожніми потребує додаткового їх числа, резерву виробничої площі для їх відстою, а також системи контролю та сигналізації для керування процесом оперативної заміни ємностей.

Надійність роботи гравітаційних накопичувачів значною мірою залежить від величини коефіцієнта тертя $f_{\text{ТВП}}$, матеріалу запакування вантажу до матеріалу нахиленої робочої площини накопичувача. Вантажі з малим значенням $f_{\text{ТВП}}$ набувають великого прискорення, яке за умови їх значної маси може призводити до не допустимих ударних навантажень, що призводять до пошкодження матеріалу запакування. Вантажі з великим значенням $f_{\text{ТВП}}$ рухаються з меншим прискоренням і потребують більшого значення кута нахилу робочої поверхні для запобігання можливої їх зупинки та створення затору. Отже, надійне ковзання вантажів залежить від коефіцієнта $f_{\text{ТВП}}$ тертя та

кута нахилу робочої поверхні накопичувача. Очевидно, що кут нахилу робочої поверхні певною мірою залежить від вибору значення її довжини l_n та висоти h_n накопичувача, які відповідно впливають на ємність накопичувача та необхідну висоту монтажу УСВП (висоту виробничого приміщення). Отже, задача розрахунку гравітаційного накопичувача розв'язується відносно таких основних параметрів, як надійність ковзання вантажів, висота накопичувача та довжина його робочої площини, а також ударні навантаження.

Ймовірність ковзання вантажів по робочій площині визначається з урахуванням, що розподіл коефіцієнтів тертя підкоряється нормальному закону розподілу

$$F(x) = \frac{1}{y_f \sqrt{2\sigma}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-m_f)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (5.2.70)$$

та з урахуванням, що $f_{\text{ТВП}} > 0$ – зі зрізом зліва [32]

$$F^*(x) = [F(x) - F(0)]/[1 - F(0)], \quad (5.2.71)$$

де m_f та σ_f – відповідно математичне очікування та середньоквадратичне відхилення коефіцієнта $f_{\text{ТВП}}$ тертя.

Ймовірність того, що вантажі будуть ковзати по нахиленій на кут α площині дорівнює ймовірності появи коефіцієнта тертя, меншого за $\text{tg } \alpha$, а ймовірність $P_{\text{вн}}$ появи відмови накопичувача – відсутності ковзання вантажу по нахиленій площині накопичувача дорівнює ймовірності появи вантажу з коефіцієнтом тертя, що перевищує значення $\text{tg } \alpha$ нахилу площини і визначається у вигляді

$$P_{\text{вн}} = P(f_{\text{ТВП}} > \text{tg } \alpha) = 1 - F^*(\text{tg } \alpha) \quad (5.2.72)$$

та за подання через нормовану функцію F_0 нормального розподілу у вигляді

$$P_{\text{вн}} = 1 - \frac{F_0[(\text{tg } \alpha - m_f)/y_f] - F_0[-m_f/y_f]}{1 - F_0[-m_f/y_f]}. \quad (5.2.73)$$

З урахуванням, що деякі вантажі після їх застрявання на робочій площині можуть підштовхуватись наступними вантажами та відновлювати рух вирази (5.2.72), (5.2.73) подають верхню границю значення ймовірності відмови накопичувача.

Кут нахилу робочої площини накопичувача під впливом різних технологічних, конструктивних та експлуатаційних факторів може змінюватись у деякому діапазоні і є випадковою величиною з нормальним законом розподілу (в основному), що ускладнює визначення ймовірності відмови

накопичувача для таких випадків їх застосування з урахуванням двовимірного нормального розподілу у вигляді [32]

$$P'_{вз} = 1 - F_0[(m_6 - m_f) / \sqrt{y_6^2 + y_f^2}], \quad (5.2.74)$$

де m_α та σ_α – відповідно математичне очікування та середньоквадратичне відхилення кута нахилу робочої площини накопичувача.

За вибраного з урахуванням необхідної ємності значення $l_{рп}$ довжини робочої площини накопичувача висота $h_{рп}$ її устанавлення шляхом нахилу на необхідний для надійного ковзання вантажів кут α дорівнює $h_{рп} = l_{рп} \sin \alpha$, а середня швидкість $v_{кв}$ ковзання вантажу у нижньому кінці робочої площини визначається за формулою [32]

$$v_{кв} = \sqrt{2gh_{рп}(1 - f_{твп} \operatorname{ctg} \delta) + v_0^2}, \quad (5.2.75)$$

де v_0 – початкова швидкість, з якою вантаж надходить у накопичувач зі скидача.

Кінетична енергія вантажу у процесі ковзання по робочій площині накопичувача при його зіткненні з іншим вантажем або бортом переходить в енергію деформації. Величина ударних навантажень, що виникають за таких умов, визначається шляхом обчислення еквівалентної висоти $h_e = v_0^2 / 2g$ падіння, при падінні вантажу з якої, наприклад, на бетонну плиту, він набуває такої самої кінетичної енергії. Значення еквівалентної висоти падіння не повинно перевищувати значення безпечної висоти $h_{доп}$ падіння для певного виду матеріалу запакування (з урахуванням маси вантажу) і використовується для визначення значення максимальної висоти $h_{рп \max}$ устанавлення робочої площини накопичувача за формулою

$$h_{рп \max} = (h_{доп} - v_0^2 / 2g) / (1 - f_{твп} \operatorname{ctg} \delta). \quad (5.2.76)$$

Для збільшення довжини та висоти (ємності) накопичувачів використовуються пристрої гальмування (фартухи або ролики) для зменшення швидкості ковзання вантажів по робочій площині та, як наслідок, зменшення ударних навантажень до допустимих їхніх значень. Зменшення ударних навантажень досягається шляхом застосування двоступеневих робочих поверхонь, за яких такі навантаження розподіляються по їх ланках або – криволінійних робочих поверхнях, за яких ударні навантаження зменшуються майже у 4 рази порівняно з прямолінійними, а середня швидкість ковзання вантажів має практично однакове значення.

Не гарантованість руху вантажів по гравітаційних спусках та рольгангах при їх накопиченні та розвантаженні, необхідність збереження тари та

вкладень, значні трудові витрати та важкі фізичні операції при розвантаженні гравітаційних пристроїв накопичення вимагають розв'язання задачі механізації процесу розвантаження накопичувачів, як найбільш трудомісткої ручної праці на сучасному етапі машинного сортування, та доставки вантажів до місць подальшого оброблення без ручного перевантаження від місця завантаження в УСВП до здавання вантажів на засоби зовнішнього транспортування.

Більш сучасними є накопичувачі, які виконуються на основі стрічкового конвеєра з механізацією процесів накопичення вантажів на рухому поверхню (стрічку), їх транспортування та розвантаження. У деяких УСВП для загального сортування застосовуються горизонтальні стрічкові конвеєри, як засоби накопичення та доставляння вантажів до місць підсортування, в яких вантажі потрапляють зі скидачів на такі конвеєри-накопичувачі через короткі прийомні гравітаційні лотки та накопичуються, як правило, в один ряд по ширині накопичувача. Такі накопичувачі мають значну довжину.

Більш раціональними з точки зору зменшення габаритів УСВП є застосування площинного та об'ємного накопичення вантажів на вантажонесучий робочий орган, що рухається в стартстопному режимі [2].

Кінематична схема нахиленого стрічкового накопичувача для посилок з площинним накопиченням вітчизняної розробки наведена на рис. 5.17.

Накопичувачі такого типу установлюються перпендикулярно осі транспортування розподільного конвеєра і складаються зі стрічкового конвеєра та гравітаційного лотка. На нахилений під кутом $36 \dots 43^\circ$ стрічці 1 конвеєра накопичувача закріплюється гребінка 2 для утримання посилок до моменту розвантаження. Посилки або інші поштові вантажі скидаються з конвеєра та накопичуються на гравітаційному лотку 3 з пристроєм (клапаном) 4 стартстопного вмикання та вимикання приводу конвеєра накопичувача.

При заповненні лотка вантажами пристрій 4 вмикає привод 9 конвеєра, стрічка разом з гребінкою переміщується на один крок за рахунок взаємодії кулачка 5 та вимикача 6 у напрямку збірного конвеєра 7, вантажі з лотка під дією сили тяжіння заповнюють частину робочого простору накопичувача. Процес стартстопного накопичення продовжується до повного його завантаження. Розвантаження накопичувача здійснюється групами вантажів між гребінками на збірний конвеєр.

Накопичувач для об'ємного накопичення вантажів з жорстким запакуванням (наприклад, пачок преси), виконаний у вигляді кармана з приводної вільно звисаючої на барабанах стрічки, привод якої здійснюється за допомогою притискної стрічки. Повне збереження вантажів в такій конструкції накопичувача забезпечує амортизуюча здатність вільнозависаючої стрічки. Вантажі надходять на круто нахилену верхню ланку кармана накопичувача зі скидача через лоток з пристроєм для стартстопного керування приводом стрічки подібному розглянутому вище.

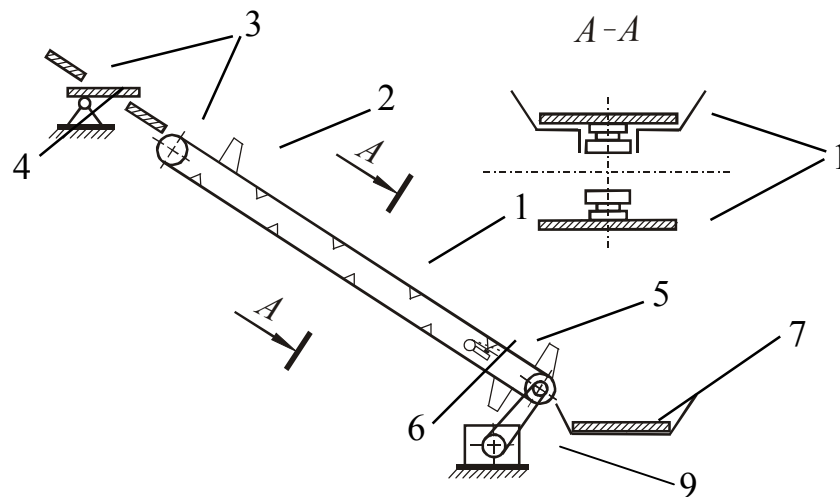


Рис. 5.17

На крутонахиленій ланці вантажі об'ємно накопичуються до моменту взаємодії з пристроєм стартстопного керування, після чого привод стрічки вмикається, вона переміщує вантажі на один шаг і процес надходження вантажів до накопичувача відновлюється. Розвантаження накопичувача здійснюється дозовано на конвеєр, установлений перпендикулярно накопичувачам. Такі накопичувачі мають велику ємність, однак накопичення в них вантажів з жорстким запакуванням не забезпечує їх належного зберігання [12].

Розглянуті конструкції накопичувачів з рухомою поверхнею накопичення мають значні розміри по висоті та довжині, що певною мірою ускладнює їх раціональне компонування у складі УСВП. Таких недоліків не мають механізовані накопичувачі з нерухомою поверхнею накопичення (рис. 5.18), які мають меншу висоту, що забезпечує можливість їх багатоярусної компоновки паралельно розподільному конвеєру [2]. Накопичувач такого типу складається із металевого нахиленого жолоба, по боках якого розташовані два безкінцевих ланцюги 1 з закріпленими до них штангами 2, 3. Штанга 2 затримує вантажі при накопиченні, а штанга 3 застосовується для примусового розвантаження вантажів та фіксування її (конвеєра) положення шляхом взаємодії з вимикачем 4, які не розвантажуються під дією сили тяжіння. У накопичувачі застосовується гравітаційне накопичення зі стартстопним пристроєм 5 регулювання шляху руху вантажів за рахунок стартстопного переміщення утримуючої штанги на допустимій для безпеки вантажів відстані. Штанга рухається за допомогою ланцюга, привод якого вмикається та вимикається пристроєм 5, змонтованим на прийомному гравітаційному лотку 6.

У нижній частині накопичувача змонтовані дозуючі ролики 7 для утримання вантажів при їх розвантаженні після переходу утримуючої штанги на холосту гілку та лоток 8 з керованим кутом нахилу, через який групи вантажів надходять на збірний конвеєр 9, розташований паралельно розподільному конвеєру УСВП.

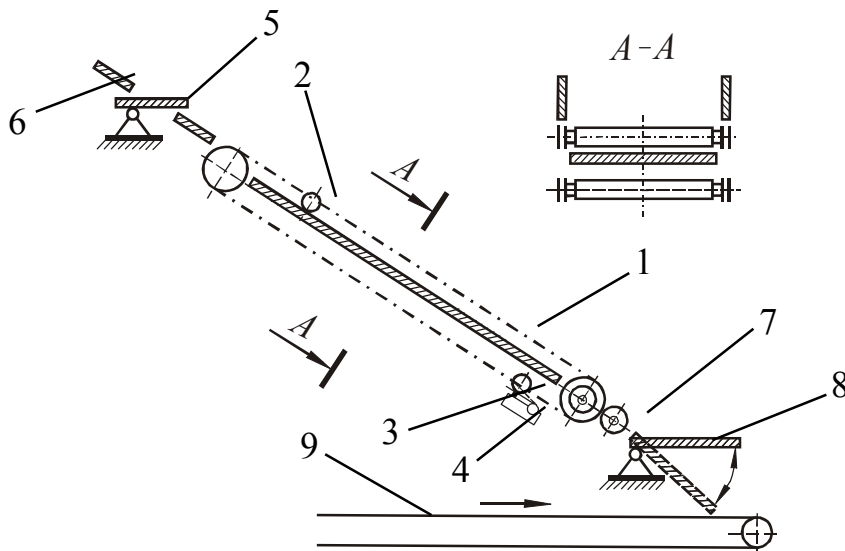


Рис. 5.18

Поряд з повністю механізованими накопичувачами, які накопичують та розвантажують вантажі на збірний конвеєр без застосування ручної праці в УСВП, застосовуються комбіновані накопичувачі, в яких механізовані операції суміщуються з ручними. Ефективність застосування комбінованих накопичувачів зростає за необхідності з різних технологічних причин застосовувати ручну працю (відсортування, збільшення об'єму накопичення та інше).

Вітчизняні комбіновані накопичувачі виконані у вигляді трьох основних частин – приймального лотка з пристроєм регулювання потоку вантажів, конвеєра та нахиленого гравітаційного спуску або неприводного рольганга. Конструкція таких накопичувачів дозволяє відводити вантажі із зони сортувального конвеєра, поліпшити операції з застосуванням ручного оброблення, виконувати транспортування вантажів у візках і контейнерах, у виробничих приміщеннях підприємств поштового зв'язку [12, 32].

Накопичувачі є важливою складовою частиною УСВП та значною мірою впливають на ефективність її застосування у технологічному процесі. Тому технологи та конструктори техніки поштового зв'язку приділяють значну увагу пошуку простих, надійних та економічних конструктивних рішень, що забезпечують високий рівень механізації та автоматизації процесів накопичення вантажів, їх розвантаження і транспортування до засобів зовнішнього транспортування.

Подальшим удосконаленням гравітаційних та механізованих накопичувачів є розробка накопичувачів на основі інерційних конвеєрів та робототехнічних засобів.

В інерційних накопичувачах застосовуються конвеєри з постійним або змінним тиском вантажів на несучу поверхню, яка здійснює коливання. В конвеєрах з постійним тиском вантажів вони рухаються в основному без

відриву, а в конвеєрах зі змінним тиском вантажів їх рух супроводжується відривами від несучої площини конвеєра.

В інерційних конвеєрах з постійним тиском вантажів на несучу площину (поверхні) вона установлюється горизонтально або під деяким кутом нахилу $\alpha < \rho$ до напрямку транспортування вантажів, де ρ – кут тертя вантажу до несучої площини. При $\alpha > \rho$ вантажі рухаються (ковзають) по несучій площині без застосування її вібрацій (коливань), тому ця умова використовується у конструкціях гравітаційних (не приводних) накопичувачів [12, 32].

Для приводу горизонтальних конвеєрів з постійним тиском застосовуються тільки асиметричні режими коливань. У нахилених конвеєрах для транспортування вантажів зверху до низу застосовуються крім асиметричних також гармонічні коливання несучої площини, конструктивна реалізація яких є більш простою.

Робота інерційних конвеєрів супроводжується виникненням динамічних навантажень на конструктивні елементи накопичувача та приміщення в якому здійснюється експлуатація УСВП. Це потребує вибору оптимальних режимів роботи інерційних конвеєрів.

При застосуванні гармонічних коливань несучої площини її прискорення α_n змінюється за косинусоїдальним законом [12]

$$b_n = 0,5 A_k \omega_k^2 \cos \omega_k t, \quad (5.2.77)$$

де A_k – розмах коливань, що дорівнює подвоєному значенню амплітуди коливань; ω_k – кутова частота коливань; t – час.

Швидкість v_{pn} руху (коливання) площини визначається за синусоїдальним законом

$$v_{pn} = 0,5 A_k \omega_k \sin \omega_k t, \quad (5.2.78)$$

швидкість v_{pv} руху вантажу вздовж площини пропорційна амплітуді швидкості площини, тобто

$$v_{pv} = k_{ш} v_{max} = k_{ш} A_k \omega_k / 2, \quad (5.2.79)$$

де $k_{ш}$ – коефіцієнт швидкості, який враховує наскільки середня швидкість вантажу наближається до максимальної швидкості коливань площини.

Для зменшення динамічних навантажень при русі вантажу в інерційному конвеєрі з деякою необхідною швидкістю v_{pv} необхідно вибрати режими

коливань несучої площини з найбільшим значенням амплітуди та найменшим значенням частоти коливань.

В інерційних конвеєрах з постійним тиском на несучу площину напрям коливань повинен співпадати з напрямом площини. Найбільш просту конструкцію інерційного конвеєра з гармонічними коливаннями несучої площини забезпечує застосування кривошипно-шатунного механізму, з закріпленням площини на катках або шарнірах (пружних) стояків, ортогональних до його площини.

У накопичувачі зі змінним тиском вантажів на несучу площину (рис. 5.19) напрямок її коливань за виконання умови для радіуса r_k кривошипа та довжини $l_{ш}$ його шатуна $r_k \ll l_{ш}$, як правило, приймається нормальним до стійок та складає кут β з напрямом площини, що дорівнює куту відхилення стояків від нормалі до площини (мінімальне значення кута $\beta_{\min} = \alpha$). Несуча площина вільно приєднується до стояків таким чином, що коливальна система знаходиться в урівноваженому стані протягом усього процесу завантаження накопичувача.

Найбільше додатне α_+ та найменше від'ємне α_- прискорення, яке надається вантажу на такій площині, визначається за формулами [12]:

$$b_+ = (F_{\text{твп}} + G_x) / m ; \quad (5.2.80)$$

$$b_- = (G_x - F_{\text{твп}}) / m , \quad (5.2.81)$$

а сила нормального тиску $N_{\text{нт}}$ – виразом

$$N_{\text{нт}} = (G_y \pm F_{\text{ін } y}) , \quad (5.2.82)$$

де G_x, G_y – сили, на які розкладається сила тяжіння $G_{\text{вт}}$; $F_{\text{ін } y}$ – складова сили інерції; «+» та «-» – знаки ковзання вантажу відповідно назад та вперед відносно площини.

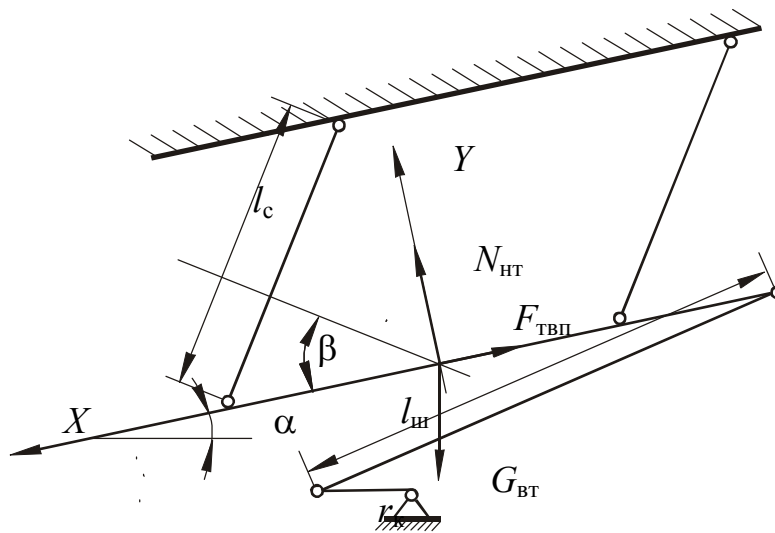


Рис. 5. 19

Умовою того, що вантаж залишається на площині є виконання нерівності $N_{HT} > 0$, а умова безвідривного режиму руху вантажу по площині згідно з урахуванням виразу (5.2.82) має вигляд

$$z_0 = 2g \cos \alpha / (A \omega^2 \sin \beta). \quad (5.2.83)$$

При виконанні умови (4.2.83) нормальна реакція завжди позитивна і вантаж, який потрапив на площину, що коливається з нульовою поперечною складовою $dy/dt = 0$, надалі залишається на ній у безвідривному стані в процесі коливань.

Середня швидкість руху вантажів по несучій площині визначається графоаналітичним способом, наприклад, за прийняття кута $\beta = 30^\circ$ із інтервалу його доцільних значень $25 \dots 35^\circ$, частоти $\omega = 2\pi$ та амплітуди швидкості площини $v_{x \max} = 0,25$ м/с із виразу для останньої

$$v_{x \max} = A_k \cos \beta / 2, \quad (5.2.84)$$

амплітуда коливань буде складати $A_k/2 = 0,045$ м, за виконання умови безвідривного руху вантажів $z_0 = 10 > 1$.

При відхиленні стійок на кут β рух вантажів стає більш стабільним, а швидкість їх руху при різних значеннях коефіцієнта тертя до площини є майже однаковою. Збільшення амплітуди коливань дозволяє зменшити їх частоту до значення близького 1 Гц і знизити динамічні навантаження на елементи конструкції накопичувача та приміщення. Додаткове зменшення таких навантажень досягається застосуванням гармонічних за законом коливань площини та амортизаційних пружин для урівноваження системи [12].

5.2.5 Розподільні конвеєри УСВП

5.2.5.1 Загальна характеристика розподільних конвеєрів

Розподільний конвеєр призначений для транспортування поштових вантажів від місця їх завантаження (робочого місця оператора-сортувальника) до накопичувачів, в які вони адресовані у відповідності з адресними ознаками, є найбільш важливою функціональною складовою УСВП і має вирішальний вплив на вибір конструкції інших вузлів установки, таких як скидачі вантажів та накопичувачі, системи синхронізації, адресування та інші [2, 4, 12, 31, 32].

У поштовому зв'язку експлуатується різноманітна кількість УСВП, виконаних на базі різного типу розподільних конвеєрів, які традиційно поділяються за типом тягового (несучого) органу – на стрічкові, ланцюгові та роликові, а за типом конфігурації вантажонесучого органу – на вертикально замкнуті, горизонтально замкнуті та просторові. Ланцюгові конвеєри поділяються також за типом індивідуального носія поштового вантажу на візкові, пластинчаті, ковшові та підвісні. Як тяговий орган можуть застосовуватись полістпаст та трос, а також монорейки з електропривідними носіями (як правило, у просторових конвеєрах).

Не дивлячись на значну кількість типів конвеєрів для їхньої конструкції, є характерні такі типові вузли, як вантажонесучий орган, приводна та натяжна (поворотна) станції; система виконуючих механізмів для приводу несучих пасивних скидачів у положення скидання вантажу та вихідне положення для його чергового завантаження.

Разом з наведеними загальними характеристиками щодо принципів побудови конструкція вузлів розподільного конвеєра значною мірою визначається також його вантажонесучим органом та має свої особливості для стрічкових, ланцюгових, просторових та роликових конвеєрів.

5.2.5.2 Стрічкові конвеєри

Типовою конструкцією стрічкового розподільного конвеєра УСВП є конвеєр установки типу УСП (див. рис. 5.3), на базі якого виконана розробка ряду УСВП [2, 4, 12, 31]. За своєю конструкцією він не має принципових відмін від звичайних транспортуючих стрічкових конвеєрів. Привідна станція складається з електродвигуна 13, редуктора 14, проміжної ланцюгової передачі 15 та привідного барабана 16. Натягування стрічки 10 конвеєра забезпечується станцією натягування за допомогою вільно закріплених на тросах 17, вантажів 18 відносно рухомих опор натяжного барабана 19. Для поліпшення режиму роботи натяжних тросів та стрічки конвеєра застосовуються відхиляючі барабани 20 та 21. Як рухомі опори застосовуються зірки 22, що входять у зачеплення своїми кінцями з горизонтально закріпленими до рами натяжної станції ланцюгами 23. Крім зірок 22 на кінцях натяжного барабана змонтовані два допоміжні барабани 25 (кожний між зіркою та натяжним барабаном), на які накручені троси 17. Один кінець кожного тросу закріплюється до вантажу 18, а

другий до барабана 25, тому під дією сили тяжіння вантажу 18 троси можуть розмотуватись та надавати обертального руху зіркам 22, за якого останні рухаючись по ланцюгах 23 забезпечують натяг стрічки 10 конвеєра з постійною силою, яка не залежить від кількості (маси) вантажів, що знаходяться у певний момент на робочій (верхній) частині поверхні стрічки конвеєра.

Ширина стрічки конвеєрів УСВП вибирається, як правило, у межах 600...800 мм, а її швидкість – у межах 1...2 м/с [2, 32].

5.2.5.3 Ланцюгові конвеєри

Основна відміна ланцюгових конвеєрів від стрічкових полягає у тому, що ланцюг конвеєра виконує функції тягового органу і називається тяговим ланцюгом, а функції перенесення вантажів виконують спеціальні несучі пристрої – платформи, візки, пластини. Найбільше поширення одержали вертикально замкнуті ланцюгові розподільні конвеєри УСВП, які виконуються на основі одного або двох паралельних (наприклад, відповідно установки типу УСГ та УСБ) тягових ланцюгів з великим кроком [2, 16, 31].

Узагальнена кінематична схема ланцюгового вертикально замкнутого конвеєра установок типу УСГ наведена на рис. 5 20. Тяговий ланцюг 1 з кроком 100 мм і руйнівним навантаженням 12 т натягнений між привідною 2 та натяжною 3 зірочками, діаметри яких складають 512 мм.

Візки (візкові поворотні скидачі) шарнірно закріплюються до тягового ланцюга та переміщуються ним на своїх опорних роликах по направляючих опорної конструкції, привідної та натяжної станцій.

Візкові поворотні скидачі (див. рис 5.13) 4 прикріплюються з кроком 1000 мм і рухаються на чотирьох опорних роликах 5 по направляючих 6 робочій (верхньої) гілці конвеєра. При надходженні скидачів у процесі руху тягового ланцюга на нижню (холосту) ланку вони повертаються на кут 180° і рухаються на додаткових двох роликах 8 по направляючих 7 холостої гілці конвеєра у положенні робочої площини платформи 9 вниз, а після повороту навколо зірочки 3 набувають знову робочого положення.

Розвантаження платформи може виконуватись на одну або обидві сторони конвеєра автоматично, шляхом її нахилу за допомогою механізму скидання.

Привідна станція складається з електродвигуна 10, запобіжної муфти 11, редуктора 12 та проміжної ланцюгової передачі, що складається у свою чергу з зірочок 13, 14 та ланцюга 15. Муфта призначена для розщеплення валів електродвигуна та редуктора у випадках зростання обертального моменту вище допустимого за різного роду аварійних ситуацій.

До складу натяжної станції входять два натяжні гвинти 16, які шляхом їх обертання переміщують підшипникові опори 17 в нерухомих направляючих 18 та забезпечують натяг тягового ланцюга (наприклад в міру його витягування у процесі експлуатації установки) до необхідного зусилля його натягу.

Підвісні конвеєри застосовуються в просторових сортувальних комплексах. Вони виконуються на основі тягового розбірного ланцюга з

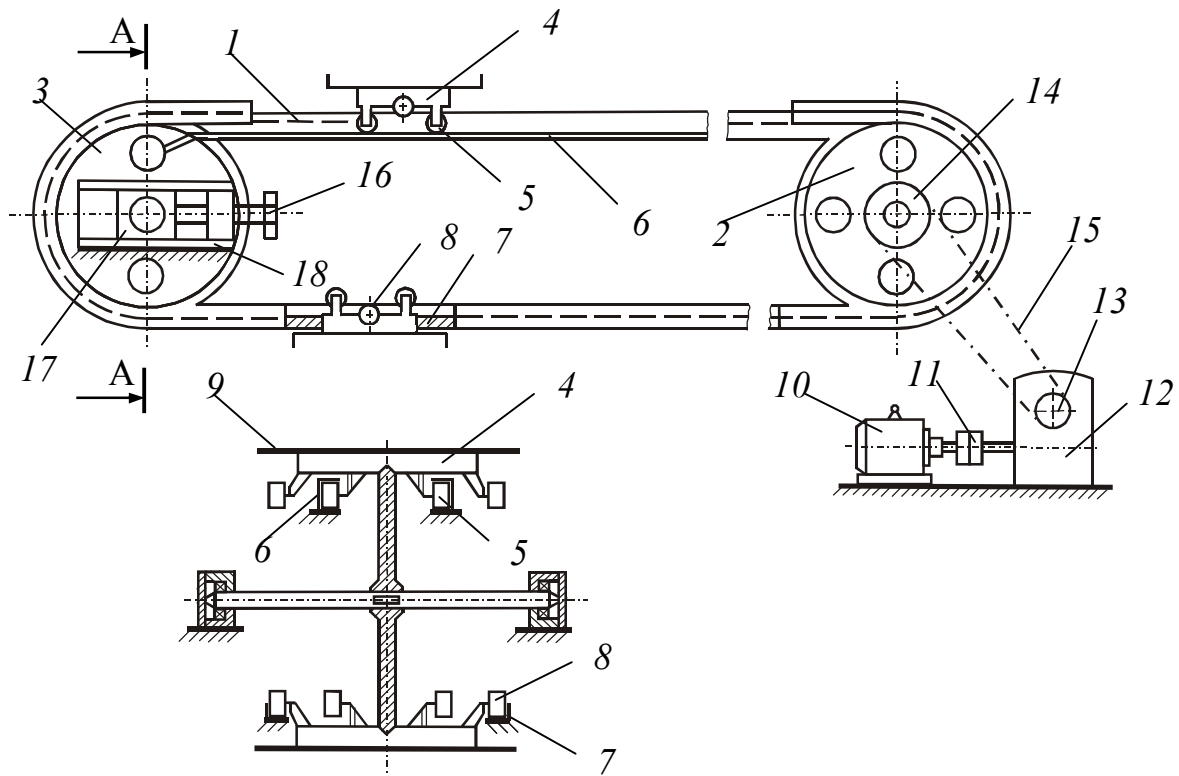


Рис. 5.20

великим кроком, натягнутого по трасі конвеєра між приводною поворотною та натяжною станціями. Траса конвеєра може складати декілька сотень метрів, мати повороти у горизонтальній та вертикальній площинах, число поворотних станцій залежить від конфігурації траси. Конвеєром такого типу є конвеєр КПС – конвеєр просторовий сортувальний та його модифікація – КПСМ. [2, 4, 12, 32]. Траса конвеєра довжиною до 450 м має повороти, що не перевищують 90° та 35° відповідно у горизонтальній та вертикальній площинах. По трасі конвеєра, за допомогою розбірного тягового ланцюга (з кроком 80 мм) переміщуються зі швидкістю 0,34 м/с з'єднані з ним через кожні 1120 мм каретки, до яких шарнірно прикріплені підвіски з вантажонесучими поворотними платформами (див. рис. 5.14) для транспортування вантажу (від місця завантаження – стартового столу) та розвантаження у відповідний накопичувач.

Приводна станція (рис. 5.21, а) виконана у вигляді окремої конструкції на рамі, до якої закріплені електродвигун 1, редуктор 2 з приводною зіркою 3 діаметром $D = 820$ мм та кутова частина направляючих 4 для кареток. Між електродвигуном та редуктором застосовується клиноремінна передача 5. Замість запобіжної муфти у приводній станції застосовується зрізувальний штифт, який зрізується при перевантаженні конвеєра, взаємодіє з кінцевим вимикачем та вимикає електродвигун зупиняючи конвеєр.

Поворотні станції є аналогічними за конструкцією приводній станції щодо таких складових, як зірочка та направляючі для кареток.

Для початкового та періодичного натягу тягового ланцюга застосовується натяжна станція вантажного типу (рис. 5.22), змонтована на нерухомій рамі 1 у вигляді візка 2 з натяжною зірочкою 3 конвеєра ($D = 1016$ мм), який переміщається на катках 4 в межах 700 мм у процесі витягування та натягування тягового ланцюга.

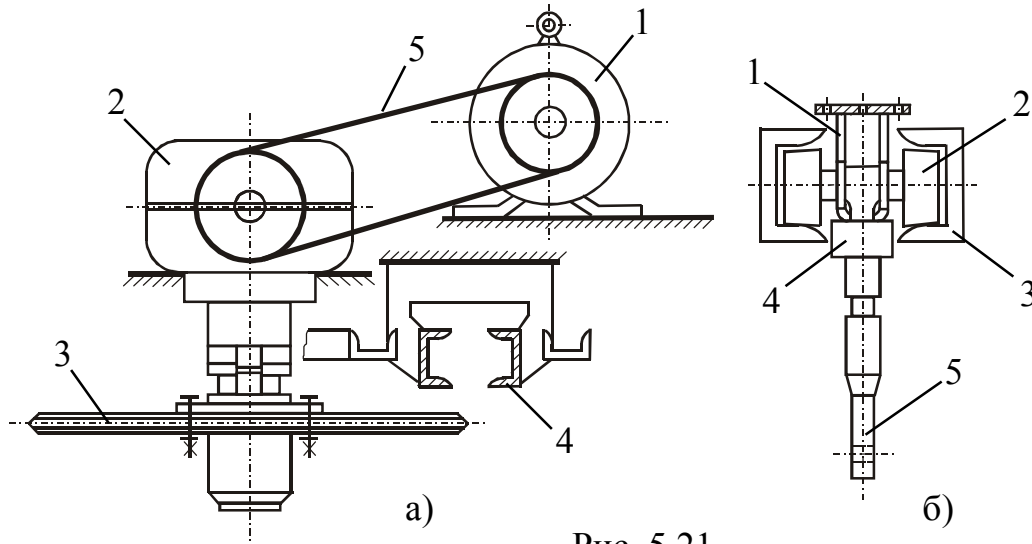


Рис. 5.21

Натяг ланцюга конвеєра та його постійність при змінюванні навантаження забезпечується дією урівноважуючих вантажів, прикріплених на тросах 5 до візка, який у положенні мінімального натягу взаємодіє з кінцевим вимикачем і вимикає конвеєр.

Каретка 1 рухаються разом з ланцюгом на чотирьох роликах 2 по швелерних направляючих 3 (рис. 5.21, б) і разом з ним повертаються навколо натяжної зірочки на 180° .

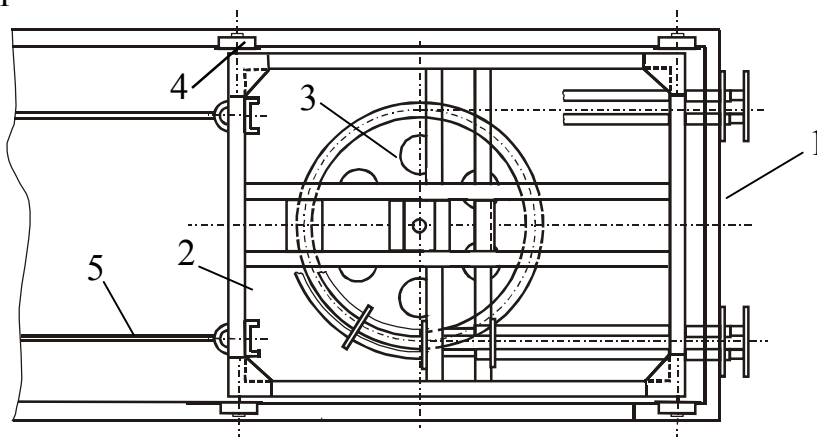


Рис. 5.22

Для бокової фіксації положення каретки відносно осі транспортування застосовуються два ролики 4 на вертикальній осі, паралельній повздовжній осі шарніра 5 закріплення підвіски розглянутого вище скидача вантажів просторового конвеєра (див. рис. 5.14).

5.3 Типові установки та комплекси сортування важкої пошти

5.3.1 Просторовий сортувальний конвеєр КПС

Конвеєр просторовий сортувальний КПС (КПСМ) за принципом дії відноситься до сортувальних машин поточної дії з магнітною системою адресування несучого типу (з адресоносіями) і призначений для сортування та внутрішньовиробничого транспортування посилок, пачок преси, мішків з письмовою кореспонденцією у межах одного поверху або між поверхами [2, 4, 32, 36].

Основні функціональні вузли просторового конвеєра, їх конструктивні рішення та значення окремих параметрів (діаметри привідної та натяжної зірочок, крок тягового ланцюга та закріплення підвісок скидачів, кут нахилу платформ останніх, швидкість транспортування вантажів) розглянуті вище. Загальне компонування, склад та взаємодія основних складових конвеєра: привідна та натяжна станції, поворотні пристрої, вантажонесучі підвіски, стіл оператора та стартовий стіл, виконуючі підсистеми, системи адресування та накопичувачі ілюструються схемою рис. 5.23. Траса конвеєра 1 виконується у вигляді замкнутого у просторі шляху із двох швелерів з поворотами на 90° та 35° відповідно у горизонтальній та вертикальній площинах, з урахуванням необхідного числа напрямів сортування (накопичувачів) і місць завантаження (робочих місць оператора-сортувальника) та вибраної схеми компоновки.

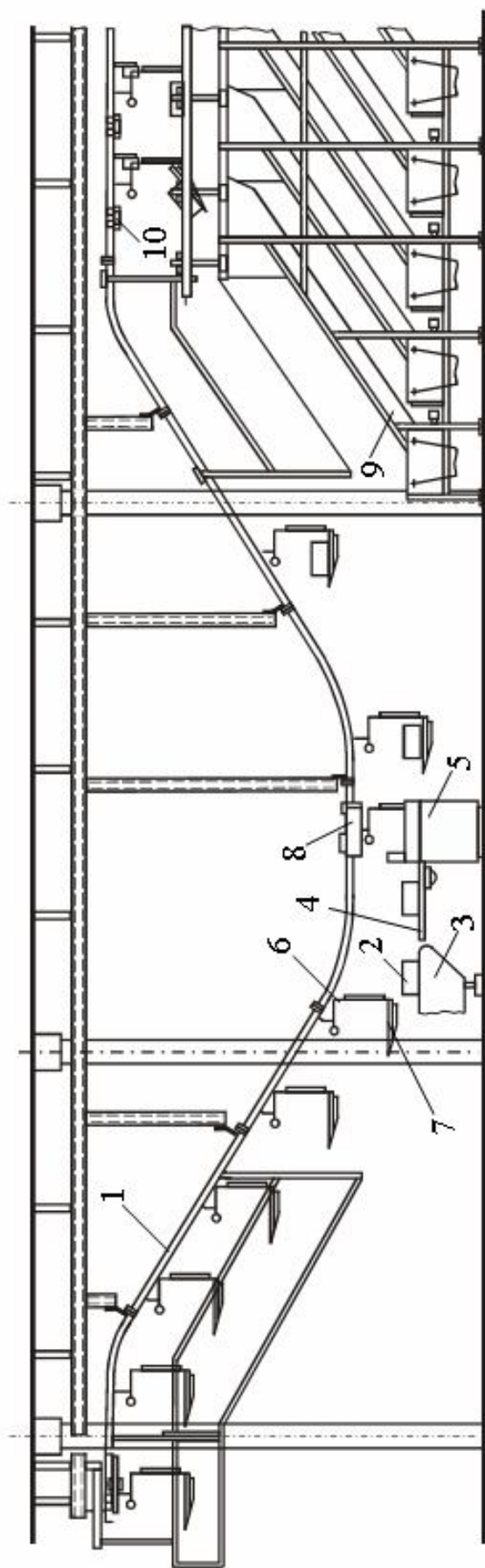


Рис. 5.23

Поштові вантажі 2, що підлягають сортуванню, надходять з комплексу попереднього накопичення 3 до столу оператора 4, з якого після візуального зчитування та уведення адресних ознак з пульта оператора вони переміщуються на стартовий стіл 5 і завантажуються пристроєм завантаження при підході чергової підвіски 6 до стартового столу на її поворотну платформу 7. У процесі завантаження пристрій запису 8 системи адресування записує код накопичувача у відповідності з адресними ознаками вантажу на адресоносій, що розміщується на каретці (в просторових конвеєрах, як правило, застосовуються системи адресування з адресоносіями).

Під час руху платформи з вантажем над накопичувачами 9, розміщеними під трасою конвеєра, інформація з адресоносія зчитується їх індивідуальними адресоприймачами 10. При збігу коду, записаного на адресоносії, з кодом накопичувача вмикається електромагніт і платформа автоматично опускається (нахиляється), скидаючи вантаж в накопичувач (конструкція скидача підвісного конвеєра розглянута вище).

Після скидання вантажу платформа рухається в нахиленому стані і після проходження повз останнього накопичувача повертається у вихідне (горизонтальне) положення за допомогою устанавленого на шляху руху платформи спеціального пристрою ("лижі") для наступного завантаження.

Максимальний кут нахилу платформи підвісного конвеєра під час скидання може складати 90° і вибирається з урахуванням забезпечення необхідної надійності скидання у накопичувачі вантажів з різними видами матеріалу запакування. Гравітаційні накопичувачі виконані у вигляді нахилених жолобів з фартухами для зменшення ударних навантажень вантажів у процесі їх накопичення та змонтованими на нижньому кінці дверцятами-столиками для розвантаження накопичувача, яке виконується за візуальним сигналом пристрою сигналізації, що устанавлюється на рамі накопичувача.

Вантажі, які за певних умов не адресовані до накопичувачів напрямів сортування, надходять (розвантажуються) у довідковий накопичувач, при заповненні якого привод конвеєра автоматично вмикається.

Основні вузли систем керування та живлення – стійка керування (СК), пульт оператора (ПО), секція шляху з пристроєм адресування (ПА), стійка живлення (СЖ), силовий пульт (СП) розміщуються поряд з основним робочим місцем оператора, а також поряд з іншими робочими місцями операторів (у випадку їх застосування) – стійка керування, пульт оператора (ПО), секція шляху з пристроєм адресування та силовий пульт [36].

Структурна схема системи керування сортувального конвеєра типу КПСМ наведена на рис. 5.24. Адресоносії (АН) проходять активну зону пристроєм адресування ПА1 (ПА2, ПА3), яка включає проходження адресоносієм зони дії вузлів ПА – адресоприймача (АП1), блока дроселів (БД), адресоприймача (АП2) та наступні два режими інформаційної взаємодії ПА та АН:

1. Зчитування інформації в зоні дії АП1 з АН та при виявленні відсутності наявності інформації в останньому, запису інформації (на АН) в зоні дії БД за умови попереднього уведення з пульта оператора коду напряму сортування чергового поштового вантажу і далі, в зоні дії АП2 зчитування інформації з АН та надсилання сигналів ініціалізації в СК для підготовки наступного циклу запису інформації на адресоносій, устанавлений на іншій каретці підвіски.

2. Зчитування інформації в зоні дії АП1 з АН та при виявленні наявності інформації в останньому, блокування запису інформації (на АН) в зоні дії БД, адресоносій проходить зону дії ПА без запису інформації, підвіска з даним АН на її каретці проходить повз стартовий стіл без завантаження на її платформу поштового вантажу (такий режим взаємодії ПЗ та АН використовується у випадку застосування декількох робочих місць операторів або у випадках не задовільного стирання інформації з АН в зоні дії БД).

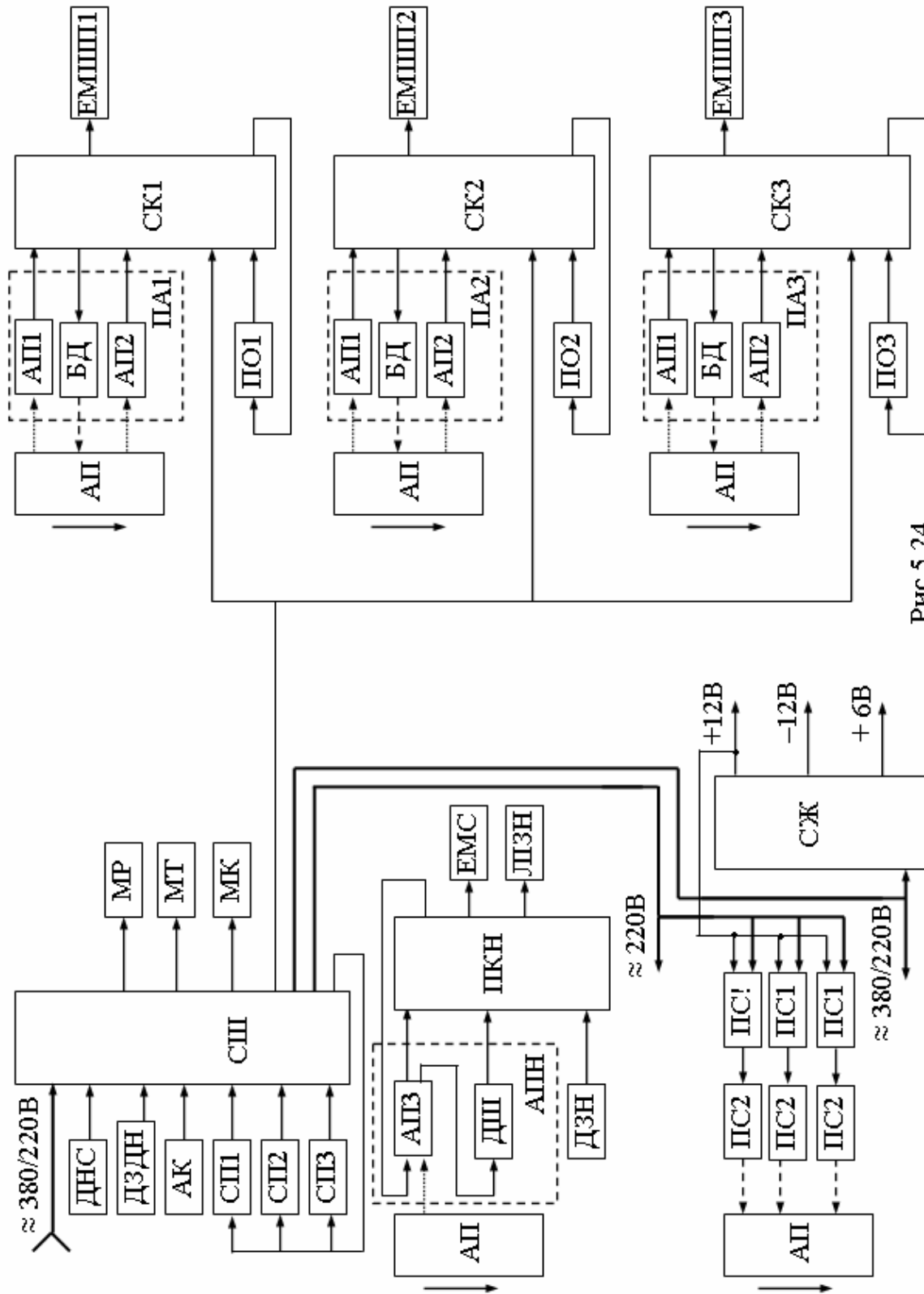


Рис.5.24

Стирання інформації з АН виконується пристроями стирання ПС1 за допомогою дроселів стирання – ПС2, які встановлюються безпосередньо перед ПА за останнім накопичувачем.

Для забезпечення можливості сортування поштових вантажів на 200 напрямів накопичувачів у зоні кожного прийомного лотка (вікна) гравітаційного накопичувача встановлюється секція шляху з адресоприймачем АПЗ, дешифратором ДШ та упором (див. рис. 5.14) з електромагнітом скидача (ЕМС). Для запобігання скиданню вантажів у заповнений накопичувач та формування візуального сигналу його заповнення застосовується пристрій керування накопичувачем (ПКН) відповідно з датчиком заповнення (ДЗН) та лампою (накалювання) індикації заповнення накопичувача (ЛІЗН). Записана на магнітний адресоносій кодова комбінація напряму сортування ідентифікується, зчитується адресоприймачами АПЗ та ідентифікується дешифратором відповідного із накопичувачів з формуванням сигналу вмикання на час 1 ... 1,5 с ЕМС підйому штока упора для приводу шарнірного механізму скидання вантажу з поворотної платформи підвіски.

За сигналом з ДЗН ПКН вимикає напругу живлення АПЗ блокуючи даний напрям сортування (накопичувач) та періодично вмикає ЛІЗН, яка випромінює імпульси червоного світла до розвантаження накопичувача та його розблокування внаслідок звільнення клапана ДЗН.

Для запобігання аварійних ситуацій та поліпшення безпеки й охорони праці обслуговуючого персоналу система керування конвеєра контролює сигнали датчика натяжної станції (ДНС) для контролю аварійного витягу тягового ланцюга та датчика заповнення довідкового накопичувача ДЗДН, а також – сигнали натискання аварійних кнопок (АК), що розміщуються через кожні 10 м уздовж траси конвеєра, в СШ і на силових пультах у зоні досягнення руки оператора. При увімкненні приводу конвеєра на декілька секунд вмикається звукова сигналізація уваги, по закінченні якої конвеєр вмикається і набуває руху з робочою швидкістю.

Основними функціями оператора сортувальника є вмикання живлення системи керування, приводів конвеєра з двигуном МК, стартового столу з двигунами роликів (МР), муфти штовхаючого пристрою (МШ) та підштовхування вантажів з приймального столу на стартову позицію, а також набір кодів адрес напрямів сортування (накопичувачів) з десятичної клавіатури пульта оператора [36].

Технічна продуктивність сортувального конвеєра типу КПСМ – 1100 вантажів/год., максимальне число накопичувачів – 200, ємність одного накопичувача – 30 ... 40 посилок, максимальна маса вантажів – 20 кг, максимальні розміри вантажів – 500 × 500 × 400, максимальне число стартових столів 1 ... 3, мінімальний шаг вантажонесучих підвісок – 1120 мм, максимальна протяжність траси – 450 м.

5.3.2 Напівавтоматична установка УСГ-К

Напівавтоматична установка УСГ-К призначена для сортування нестандартних поштових вантажів (посилок, пачок преси, бандеролей, поштових мішків і т.п.), маса та розміри яких не перевищують відповідно

значень 20 кг та $450 \times 450 \times 450$ мм по накопичувачах, число яких може дорівнювати 70 при двобічному розміщенні (рис. 5.25) і визначає відповідне число напрямів сортування. [2, 4, 32].

Установка побудована за електромеханічним принципом дії на основі вертикально замкненого візкового конвеєра 1 з завантаженням поштових вантажів зі стартового столу 2 на вантажонесучі візки 3, транспортуванням вантажів уздовж розміщених по обидва боки гравітаційних накопичувачів 4 відповідно правого та лівого виконання та скиданням у них вантажів з поворотних платформ скидачів за адресними ознаками напрямів сортування. Принципи дії та конструкція наведених основних вузлів установки розглянуті вище (див. рис. 5.20, 5.3, 5.13, 5.16).

Стартовий стіл зі світловим табло 5 індикації, конвеєр та головні (верхні) частини накопичувачів змонтовані на антресолі 6, на якій також змонтовані стійка керування 7 з шафою реле 8 та блок живлення 9.

Несучим органом конвеєра є змонтована на візку поворотна платформа (див. рис. 5.13), який рухається по направляючих змонтованих на опорній фермі за рахунок шарнірного з'єднання з пластинчатим тяговим ланцюгом. Для фіксування напрямку руху візка на ланках охоплення ланцюгом приводної та натяжної зірок застосовуються криволінійні направляючі (див. рис. 5.20).

Конструкція візкового скидача забезпечує надійне завантаження поштового вантажу на поворотну платформу розмірами 600×700 мм, стійке його положення під час транспортування та надійне скидання у накопичувач зі швидкодією, що забезпечує шаг установлення (закріплення до ланцюга) візків (накопичувачів) 1000 мм, а також скорочення довжини розподільного конвеєра (установки) порівняно зі стрічковими розподільними конвеєрами (наприклад в установці УСП-К шаг установлення скидачів складає 2800 мм).

Як накопичувачі застосовуються гравітаційні накопичувачі з кутом нахилу 33° до лінії горизонту, який забезпечує накопичення максимального числа вантажів за певної висоти виробничого приміщення, прийнятної надійності їх ковзання та значень ударних навантажень, тому модифікації установок УСГ-К розраховані для монтування на збірних антресолях з відстанню від робочої площини скидачів до підлоги 3000, 4000 та 4250 мм.

Напрямок руху вантажів по секціях (лотках) накопичувачів може співпадати з напрямом руху візків або бути протилежним йому. Для забезпечення можливості проїзду засобів внутрішнього транспортування між стояками антресолі застосовується віялоподібне відносно середини конвеєра монтування накопичувачів з протилежними напрямками ковзання вантажів.

Завантаження вантажу на платформу виконується автоматично в момент їх виходу з-під поверхні стартового столу, штовхаючий пристрій якого має електромеханічний привод [2, 31]. Протягом першої половини такту роботи установки, що дорівнює 3 с, оператор сортувальник установлює посылку (вантаж) на стільницю стартового столу, а протягом другої половини такту штовхаючий пристрій зіштовхує її на поворотну платформу візкового скидача, яка за рахунок синхронізації тактових імпульсів з рухом візків конвеєра у цей момент виходить з-під стартового столу і займає положення по горизонталі, що майже співпадає з положенням стільниці, але не перевищує положення останньої.

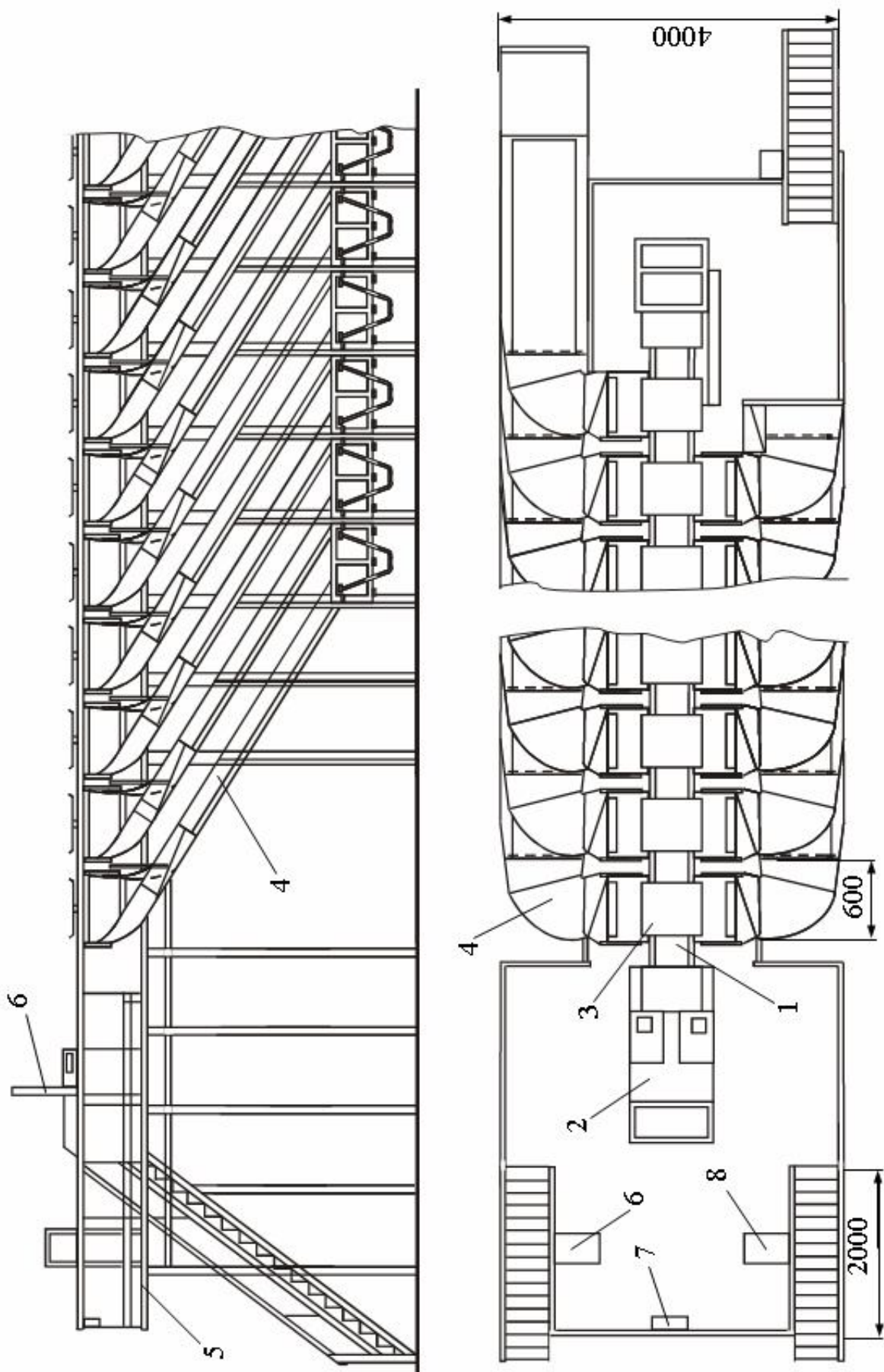


Рис. 5.25

Привод конвеєра здійснюється від електродвигуна з потужністю 3,0 або 5,5 кВт, через черв'ячний редуктор ЧРМ-4,5 з передавальним відношенням 1:40 та проміжну ланцюгову передачу (див. рис. 5.20). Вал електродвигуна з'єднаний з редуктором регульованою запобіжною муфтою для зупинки конвеєра при його аварійних перевантаженнях за яких момент опору перевищує допустимий, що визначається зусиллям стискання пружин силового замикання напівмуфт.

Керуючий пристрій установки забезпечує [31]: реалізацію поточного принципу сортування шляхом застосування блока лінії затримки, в якій кодова комбінація сигналів напряму сортування поштового вантажу після його завантаження на платформу скидача переміщується з кожним тактом завантаження; виконання набору команд оператором; синхронізацію моменту уведення кодової комбінації з рухом конвеєра; блокування з сигналізацією заповнених накопичувачів; пуск, передбачену та аварійну зупинку конвеєра; підрахунок вантажів, що надходять на конвеєр.

Команди в керуючий пристрій вводяться за допомогою розміщеної на пульті оператора прямої клавіатури з 70-ти кнопками, кожна з яких відповідає певному напряму сортування, на якому також змонтовані тумблер та сигнальна лампа вмикання блока живлення та кнопки «Пуск» і «Стоп» електродвигуна приводу конвеєра, а також кнопка «Довідка».

Штовхаючий пристрій стартового столу спрацьовує після натискання кнопки на пульті та надходження стартового імпульсу в блок керування, який також виконує перезапис кодової комбінації із нульового блока лінії затримки в який він записується при черговому натисканні кнопки пульта в перший блок для подальшого його зсуву через наступні блоки лінії затримки за кожного тактового імпульсу в моменти часу, коли візковий скидач (відхиляючий важіль скидача) надходить до механізму скидання (відхиляючої стрілки).

Ідентифікація збігу кодової комбінації у динамічному запам'ятовуючому пристрої – лінії затримки з кодом накопичувача виконується селекторами (дешифраторами) в моменти перезапису (зсуву) кодів у лінії затримки. У випадку наявності такого збігу на виході відповідного селектора формується сигнал за яким вмикається електромагніт механізму скидання (див. рис. 5.13), платформа візкового скидача повертається і вантаж скидається у накопичувач напряму сортування, що відповідає ідентифікованому коду сформованому при натисканні кнопки адресування вантажу в даний накопичувач. Застосування коду з виявленням помилок (завад) та логічної схеми селектора практично виключають помилки ідентифікації кодів напряму сортування і, як наслідок, засортування поштових вантажів.

5.3.3 Напівавтоматична установка УСБ

Напівавтоматична установка сортування бандеролей типу УСБ побудована за електромеханічним принципом дії на основі розподільного візкового конвеєра і призначена для сортування відносно невеликих за розмірами штуч-

них вантажів масою до 8 кг з обмеженнями за довжиною, шириною та висотою, відповідно 350, 170 мм та від 10 до 100 мм [2, 4, 11, 30, 34].

Схема компоновки та розміщення обладнання установки УСБ наведена на рис. 5.26. Розподільний візковий двоконтурний вертикальнозамкнений конвеєр установки забезпечує можливість сортування різних за формою, розмірами та масою вантажів за рахунок переміщення шарнірно зв'язаних з втулочно-роликівими тяговими ланцюгами 1, 2 візкових поворотних скидачів 3, подібних за принципом дії та конструкцією скидачам установки УСГ-К.

Застосування двоконтурного вертикально замкненого конвеєра з об'єднанням ланцюгів литими рамами візків через дві осі 4, 5 з опорними роликами і зміщенням приводних 6, 7 та натяжних 8, 9 зірочок (контурів) у напрямі транспортування на відстань, що дорівнює відстані між осями 4, 5 прикріплення ланцюгів до візків (рис. 5.26, а), забезпечує на відміну від одноконтурного конвеєра установки УСГ-К горизонтальне положення поворотних платформ у режимі транспортування вантажів уздовж усього контура конвеєра. Це дає можливість використання його нижньої ланки для завантаження і сортування вантажів у розміщенні по обидва боки накопичувачі 10 та 11 відповідно верхнього та нижнього ярусів (рис. 5.26, в), а також дозволяє скоротити у два рази довжину конвеєра.

Контур конвеєра охоплює секції завантаження, розподілу, а також приводну та натяжну секції (станції). Два робочих місця 12,13 зі столами 14, 15 операторів розміщуються безпосередньо біля секції завантаження, яка конструктивно суміщується з натяжною секцією (станцією) гвинтового типу і включає два пристрої завантаження і привод датчика імпульсів синхронізації.

Пристрої завантаження виконані у вигляді коротких стрічкових конвеєрів з приводом від тягових ланцюгів розподільного конвеєра, через електромагнітну муфту і розміщуються на відстані 1220 мм один від одного, тобто на два кроки візкових скидачів (накопичувачів). Муфта вмикається після натискання кнопок уведення коду напряму сортування з клавіатури пульта оператора за умови надходження стартового імпульсу від датчика синхронізації [2].

По обидва боки розподільного конвеєра до секції завантаження примикають два стрічкових конвеєри живлення 16, 17 та два робочих столи 14, 15 операторів на кожному з яких установлені пульт керування розподільним конвеєром з кодовою клавіатурою на 32 кнопки, панель керування транспортером живлення та лічильник розсортованих вантажів. Перед столом оператора на секції розподільного конвеєра змонтоване світлове табло індикації заповнення накопичувачів, які на верхньому ярусі є стаціонарними з розвантаженням у порожні змінні візки-накопичувачі, а на нижньому – змінні пересувні візки, що забезпечують тимчасове зберігання та внутрішнє транспортування поштових вантажів для їх подальшого оброблення.

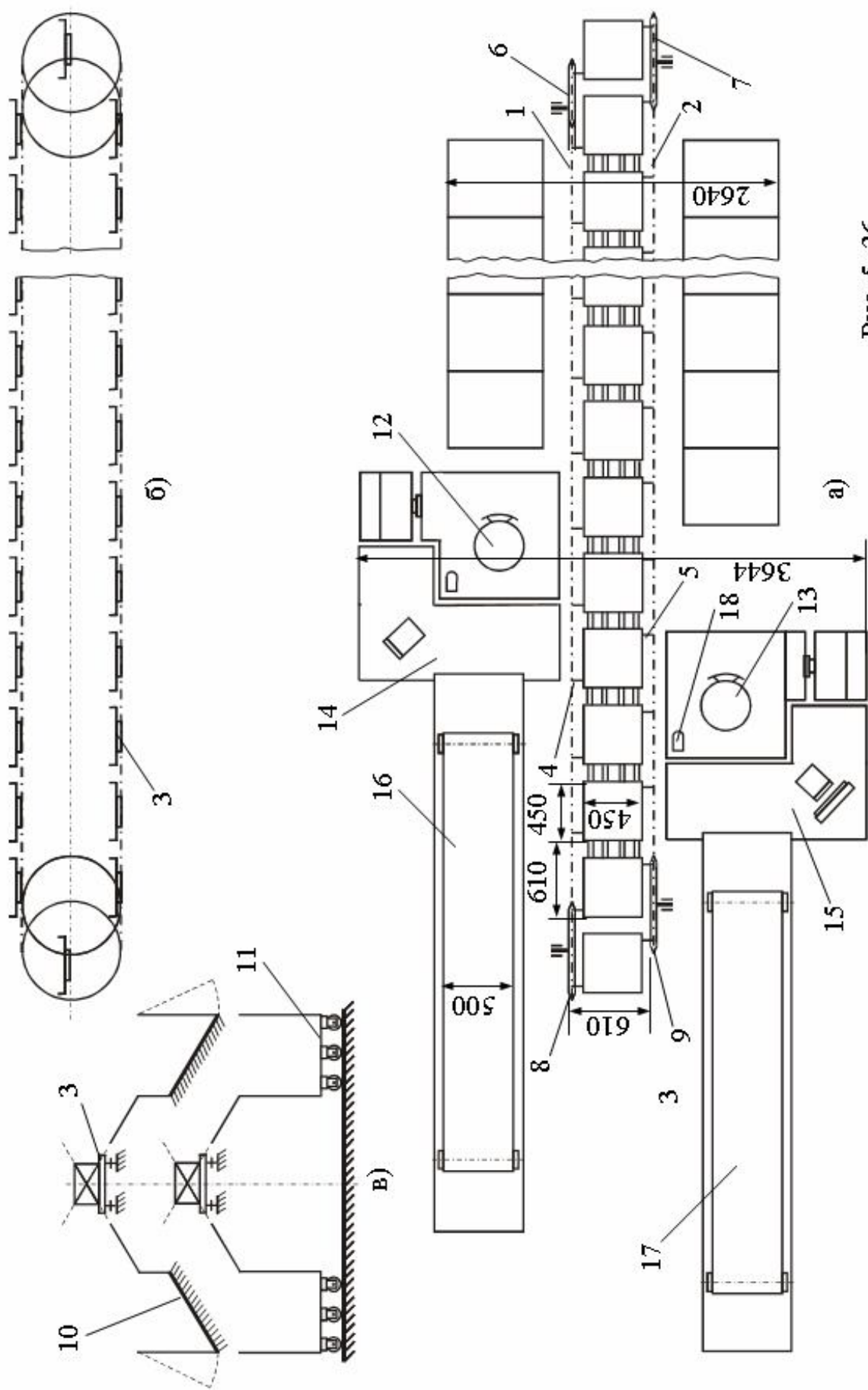


Рис. 5. 26

Число типових розподільних секцій у складі установки визначається необхідним для даного сортувального центра (поштового вузла) числом напрямів сортування і впливає на довжину тягових ланцюгів та установки в цілому.

У процесі сортування оператор-сортувальник за допомогою педалі 18 вмикає конвеєр живлення для подачі поштового вантажу (частки вантажів) до столу оператора, візуально зчитує його адресні ознаки, після чого однією рукою зіштовхує його на стрічку пристрою завантаження, а іншою – уводить з клавіатури пульта керування відповідно до адресних ознак код напрямку сортування – інформацію щодо увімкнення електромагніту керування відхиляючою стрілкою у зоні відповідного накопичувача для скидання в нього даного вантажу. Уведення адреси здійснюється натисканням на клавіатурі двох кнопок: однієї – з 20-ти кнопок групи кнопок десятків, а іншої – з 10-ти кнопок групи кнопок одиниць (послідовність натискання кнопок не регламентується). Сигнали натиснутих кнопок надходять у керуючий пристрій та перетворюються відповідно шифратором десятків у 6-розрядний код, а шифратором одиниць у 5-розрядний код, які (коди) записуються в реєстр пам'яті.

Після уведення оператором інформації коду напрямку сортування в керуючий пристрій та переміщення вантажу на стрічку завантажуючого пристрою наступні операції завантаження візка, транспортування вантажу до відповідного накопичувача та скидання в нього даного вантажу виконуються автоматично. Вантаж (наприклад, бандероль) зі стрічки конвеєра пристрою завантаження через лоток надходить на поворотну платформу чергового візка і на ній транспортується уздовж накопичувачів (візків) 11 нижнього ярусу і далі – уздовж стаціонарних накопичувачів 10 верхнього ярусу до автоматичного повороту (нахилу) платформи на 40° та скидання вантажу у відповідний накопичувач.

Поштові вантажі, що підлягають сортуванню, можуть завантажуватись на поворотні платформи візкових скидачів розподільного конвеєра з тактом 1,5 с за умови роботи у синхронному режимі. Для безперервної роботи розподільного конвеєра застосовується система затримки (система слідкування), що здійснює затримку вмикання виконуючих органів на час, необхідний для транспортування вантажів від пристрою завантаження до відповідних накопичувачів.

Система затримки виконана у вигляді 11-ти ланцюжків ферит-транзисторних кліток пам'яті, що утворюють реєстр зсуву з об'єднанням однойменних кліток для паралельного запису та зсуву 11-розрядного двійкового коду напрямку сортування (накопичувача) за тактовими імпульсами, синхронними з переміщенням візків з вантажами на один крок. Ідентифікація кодів накопичувачів здійснюється відповідними селекторами (дешифраторами), які при збігу коду у відповідних даному накопичувачу однойменних клітках з кодом накопичувача формують сигнал вмикання електромагніту відхиляючої стрілки скидання вантажу в даний накопичувач.

Помилкове натискання кнопки адреси оператором ліквідується натисканням кнопки «Скид», з наступним вірним натисканням відповідної іншої кнопки клавіатури. У випадку неможливості візуального визначення

(зчитування) адресних ознак вантажу або їх невідповідності наявним напрямом сортування даної установки оператор натискає кнопку «Довідка» і такий вантаж надходить у довідковий накопичувач, в який також надходять вантажі у випадку заповнення накопичувачів, а також деякі інші вантажі, що за технічних причин не розвантажені у відповідний їх адресним ознакам («свій») накопичувач.

5.3.4 Напівавтоматична установка УСП-К

Напівавтоматична установка УСП-К – побудований на основі стрічкового розподільного конвеєра за електрогідравлічним принципом, комплекс безперервної дії призначений для сортування поштових вантажів з обмеженнями їх розмірів від $200 \times 100 \times 100$ мм до $500 \times 500 \times 500$ мм та маси до 20 кг [2, 4, 30, 34].

Для поліпшення умов пристосування висоти установлення транспортуючої стрічки розподільного конвеєра до висоти виробничого приміщення передбачені три модифікації установки – УСП-К-4,0 та УСП-К-4,25 з поворотними гравітаційними накопичувачами відповідно для установлення на антресолі висотою 4 та 4,25 м подібно установці УСГ-К (рис. 4.25), а також установка УСГ-К-0,87 з гравітаційними прямими накопичувачами НПГ-3 для установлення на висоті 0,87 м (рис. 5.27).

Функціональна структура установки включає дві взаємопов'язані за взаємодією керуючу та виконуючу системи. Виконуюча система складається з розподільного стрічкового конвеєра 1 зі скидачами вантажів 2 поворотного типу (шлюзові дверцята – див. рис. 5.8) з гідравлічним приводом від насосної станції 3, накопичувачів 4 вантажів за напрямками сортування, комплексу живлення 5 типу КПУ-5 (див. рис. 5.2), стартового столу 6 з пристроєм завантаження (див. рис. 5.3) та робочим місцем 7 оператора, а керуюча система об'єднує у собі стійку керування 8, датчик синхронізації, лічильний пристрій, електромагніти скидачів, магнітний пускач електродвигуна приводу розподільного конвеєра.

Стрічка розподільного конвеєра рухається зі швидкістю 1,32 м/с, тому для його завантаження вантажами з відповідним шагом останні зіштовхуються з плити стартового столу на стрічку через інтервали часу 2,12 с за сигналом пристрою синхронізації, що фіксує кінець цього інтервалу за умови уведення з клавіатури у систему керування оператором- сортувальником коду напрямку сортування чергового вантажу.

Привод датчика синхронізації від натяжного барабана розподільного конвеєра (див. рис. 5.3) забезпечує поворот вала датчика на один оберт за час переміщення вантажу стрічкою конвеєра на відстань 2800 мм. Розподіл вантажів по накопичувачах забезпечується шляхом їх транспортування

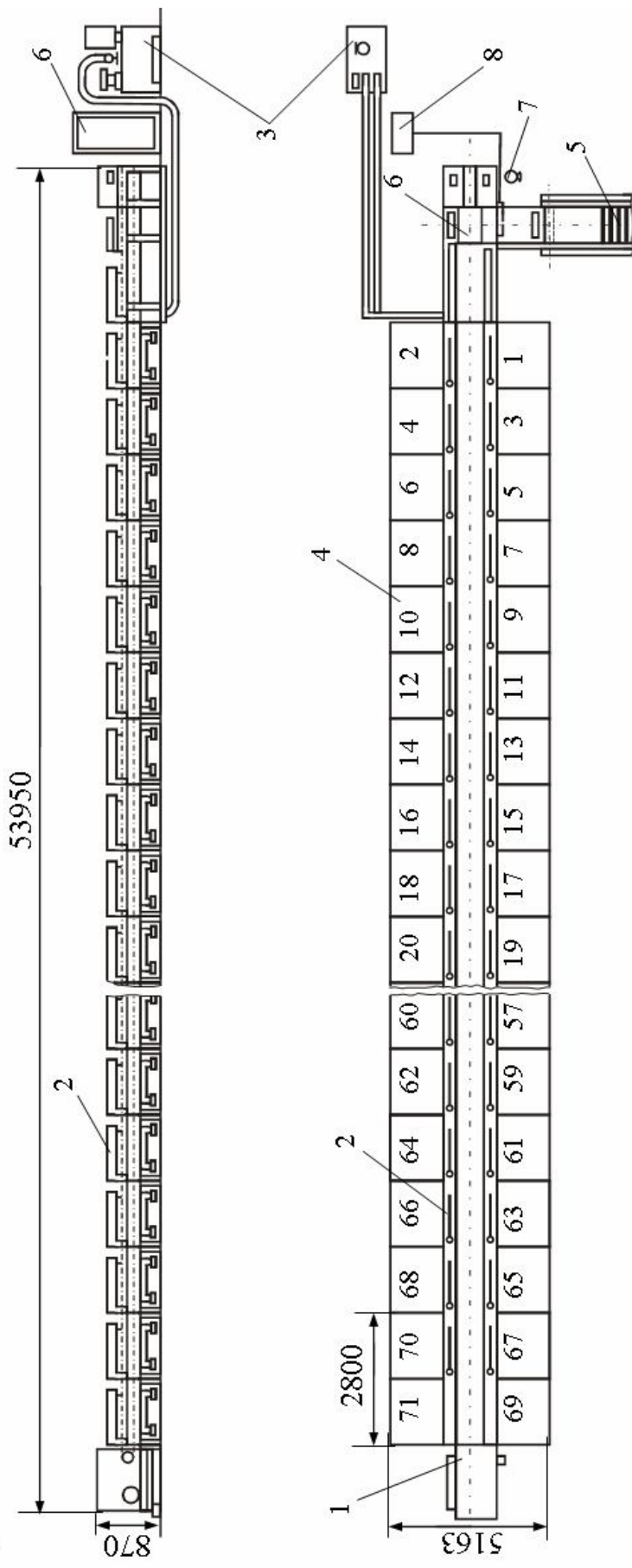


Рис. 5.27

розподільним конвеєром уздовж останніх та скидання у відповідні із них за адресними ознаками (напрямами сортування).

Кожний скидач має індивідуальний гідравлічний привод, який повертає стрілу (робочу площину скидача) над рухомою стрічкою у момент часу, що безпосередньо передує надходженню вантажу в дану зону його скидання і після досягнення вантажем стріли остання повертається у вихідне положення, штовхаючи його за межі стрічки в накопичувач.

Наявність кроку руху вантажів, що дорівнює кроку устанавлення накопичувачів забезпечує можливість одночасного скидання вантажів у різні накопичувачі. Лівий останній накопичувач кінцевої (останньої) секції устанавки використовується як довідковий для (накопичення) вантажів, які за технічних причин не надійшли в певні накопичувачі або були адресовані оператором сортувальником у цей накопичувач за сумнівних адресних ознак вантажів.

Функцію затримки виконання команди скидачем уведеної оператором натисканням кнопки на час руху вантажу від стартового столу до відповідної зони розвантаження виконують регістри зсуву керуючої системи з синхронізацією імпульсами датчика синхронізації, за числом яких визначається число кроків (накопичувачів) пройдених вантажем та позиція (скидач) для його розвантаження. Отже, при натисканні на пульті оператора-сортувальника однієї з кнопок клавіатури прямого типу для адресування вантажів її сигнал-команда кодується й уводиться в регістр зсуву. Після надходження чергового тактового імпульсу синхронізації в керуючу систему автоматично вмикається механізм пристрою завантаження, вантаж завантажується зі стартового столу на стрічку конвеєра, а в регістрі зсуву стартового столу розпочинається зсув коду адресування, синфазний з кроками просування вантажів, його декодування та ідентифікація на кожній з позицій розвантаження. У випадку збігу коду адресування з кодом накопичувача формується сигнал вмикання електромагніту, який забезпечує спрацьовування гідравлічного приводу скидача даної позиції розвантаження та скидання вантажу у накопичувач.

Для послідовного скидання декількох вантажів в один і той самий накопичувач оператор після одноразового натискання відповідної кнопки адресування натискає на кнопку стартового столу для завантаження кожного чергового вантажу. Система керування забезпечує контроль заповнення накопичувачів та їх блокування у випадку заповнення.

Продуктивність устанавок типу УСП-К складає 1700 поштових відправлень за годину, ємність накопичувача (посилок) – 5 ... 12, 29 ... 32, 32 ... 35 відповідно для модифікацій УСП-К-0,87, УСП-К-4,0 та УСП-К-4,25, швидкість несучої площини роликowego конвеєра комплексу живлення – 0,4 м/с, шаг накопичувачів – (кратний) 1400 мм, потужність живлення від мережі змінного струму напругою 380/220 В – не більше 10 кВт, максимальні габаритні розміри (довжина та ширина) – 53960 × 5163, 568180 × 4026 та 568430 × 4026 відповідно для модифікацій УСП-К-0,87, УСП-К-4,0 і УСП-К-4,25, маса – не більше 38 т [30].

5.3.5 Специфіка конструктивних та конпонувальних рішень установок та комплексів сортування важкої пошти

5.3.5.1 Стрічкові УСВП

У США застосовують стрічкові сортувальні установки з розвантаженням вантажів за допомогою індивідуальних пневматичних штовхаючих скидачів на одну сторону або на обидві сторони за допомогою індивідуальних пневматичних скидачів з одним штовхаючим органом, установленими над трасою конвеєра. Як привод пневматичного штовхаючого виконуючого органу скидача застосовується пневмоциліндр, а як привод пневматичних скидачів – індивідуальні електродвигуни з редукторами та гальмуванням за рахунок протиувімкнення обмоток двигуна. Сортування вантажів на цих установках здійснюється аритмічно та не пов'язане з жорстким циклом, а продуктивність залежить тільки від мінімально допустимого інтервалу між вантажами. Як транспортуючий орган в обох типах установок застосовується стрічковий конвеєр, а як накопичувачі – лотки з візками.

Комплекси сортування важкої пошти виконуються на основі декількох наведених вище установок з кривошипними скидачами або комбіновані двоступінчаті комплекси з однократним адресуванням, в яких на першому ступені застосовуються стрічкові установки з пневматичними скидачами, а на другому – установки з кривошипними скидачами, розташованими над стрічкою конвеєра. Перевантаження вантажів з першого ступеня на другий виконується через спеціальні тріступінчаті пристрої. Для сортування штучних поштових вантажів використовуються також стрічкові установки для сортування авіабагажу, який на відміну від поштових вантажів має, як правило, більшу масу та габарити [2].

Фірма "Фромме" (Германія) розробила та випускає стрічкові установки "Варіосортер" з двостороннім скиданням для сортування авіабагажу, особливістю яких є супроводження вантажів скидачами протягом усього шляху їх руху на конвеєрі. Робочий орган скидача виконаний у вигляді вертикальних роликів, висота яких перевищує максимальну висоту вантажів. Ролики з'єднанні повзунами з двома штангами, кожна з яких закріплена до одного із двох вертикально замкнених ланцюгів, змонтованих уздовж стрічки конвеєра. Шаг роликів є постійним і складає 150 мм. У вихідному положенні ролики в залежності від сторони, на яку вони скидають вантажі, рухаються на повзунах по направляючих над краями стрічок зі швидкістю, яка дорівнює швидкості стрічки. При скиданні вантажу шлях ролика по направляючій опорі перекидається комутуючою стрілкою певного напрямку сортування (накопичувача), після чого ковзани роликів переміщуються по штангах та направляються в канал направляючих даного напрямку сортування. Рухаючись у відповідному каналі під кутом 45° відносно осі транспортування конвеєра, ролики поступово зміщують вантаж по стрічці до установленого під тим же кутом накопичувача.

Стартові конвеєри завантаження з двох робочих місць операторів сортувальників також установлюються під кутом 45° до осі транспортування розподільного конвеєра. Максимальна продуктивність установки складає 3000 вантажів на годину. Вільний режим завантаження установки (роботи операторів-сортувальників) забезпечується завдяки малому кроку розміщення роликів та можливості адаптивної зміни кількості діючих на вантаж роликів у залежності від його довжини.

До проблематики експлуатації цієї установки слід віднести складність конструкції системи розвантаження (скидачів) та значну висоту через необхідність розміщення уздовж розподільного конвеєра вертикальних роликів, проте її конструкція в цілому забезпечує високе збереження вантажів при їх сортуванні порівняно з іншими відомими УСВП [2].

У Польщі розроблені та експлуатуються стрічкові УСВП з триелементними протидійними скидачами, що установлюються над стрічкою та скидають вантажі на обидві сторони відносно осі їх транспортування. Перетин верхньої частини конвеєра за рахунок настилу має форму жолоба, у відповідності з траєкторією руху лопастей скидача. Кожний скидач має індивідуальний привод від електродвигуна через редуктор та забезпечує можливість скидання вантажів у два із установлених по обидва боки конвеєра накопичувачі. Необхідна точність зупинки ротора скидача після $1/3$ оберту при скиданні вантажу досягається за рахунок використання протиувімкнення.

Завантаження розподільного конвеєра виконується з одного робочого місця у вільному режимі з автоматичним забезпеченням мінімального інтервалу руху вантажів відносно скидачів за допомогою фотодатчика змонтованого у зоні робочого місця оператора.

Технічна продуктивність установки залежить від габаритів вантажів (уздовж осі транспортування), тому що вона працює в аритмічному режимі і може складати 4000 пос/год, швидкість стрічки розподільного конвеєра складає 0,88 м/с, а шаг установлення накопичувачів – 1100 мм і більше [2].

В Англії, Австралії, Японії та інших країнах знайшли широке застосування УСВП, несучий орган розподільного конвеєра яких виконаний у вигляді нахиленої стрічки шириною до 650 мм зі швидкістю руху по нахиленому (як правило, на кут 37°) настилу до 1,2 м/с. Уздовж такої нахиленої стрічки конвеєра під прямим кутом установлені панельні затвори довжиною 1100 мм, які можуть спускатися і підніматися у вихідне положення за допомогою індивідуальних електропневматичних пристроїв. Для скидання вантажу зі стрічки конвеєра панель опускається за рівень її нижнього краю у прийомний лоток, а після ковзання вантажу у накопичувач повертається у вихідне положення.

Стрічка конвеєра нахилена на один бік, тому скидання вантажів та розміщення накопичувачів є одностороннім. Продуктивність сортувального конвеєра при вільному режимі завантаження з одного робочого місця складає 3000 пос/год.

Установка фірми «Соляной» (Франція) зі скиданням штучних вантажів з вантажонесучого органу струменем повітря виконана на базі стрічкового конвеєра, по обидва боки якого напроти накопичувачів установлені повітряні сопла, з'єднанні через відповідні пневмопристрої з мережею постачання. Установка призначена для сортування пакетів (бандеролей) масою до 3 кг за 105-ма напрямками (накопичувачами), обладнана двома робочими місцями операторів-сортувальників, її середня продуктивність складає 3600 пак/год.

5.3.5.2 Візкові та пластинчаті УСВП

У США та Японії експлуатуються УСВП фірми "Вебб", виконані на основі одноланцюгового візкового горизонтально-замкненого конвеєра з одностороннім скиданням вантажів. Візки з вантажонесучими платформами закріплюються до тягового ланцюга. Кожна платформа шарнірно закріплюється до рами візка та утримується в горизонтальному положенні рухомим фіксатором.

При надходженні візка до накопичувача, в який адресовано вантаж, що знаходиться на платформі, траєкторія руху фіксатора перекривається керованим електромагнітом рухомим упором, змонтованим на рамі конвеєра. Під дією упора фіксатор зміщується, внаслідок чого платформа під дією маси вантажу та пружини кручення нахилиється, скидаючи вантаж у гравітаційний накопичувач. Повернення розвантажених платформ у вихідне положення здійснюється в кінці траси (перед місцем завантаження) при проходженні їх по спеціальному копіру. Завантаження розподільного конвеєра здійснюється з одного робочого місця з буферним триступінчатим пристроєм завантаження. Два перші ступені використовуються як буферні накопичувачі, а останній третій ступінь – у режимі стартового пристрою завантаження синхронізованого з переміщенням візків розподільного конвеєра. Технічна продуктивність установки складає близько 1800 посилок/год. [2].

В Англії фірмою «Совекс» розроблена УСВП виконана на базі вертикально-замкненого візкового конвеєра зі скиданням вантажів під його трасу. Конструкція вантажонесучого візка виконана у вигляді ковша з виконаним у вигляді відкидних дверцят дном, розвантаження якого (ковша) при підході його до відповідного накопичувача виконується за допомогою рухомого упору з електромагнітним приводом. Упор під дією електромагніту відкриває замок, що утримує дверцята ковша у вихідному (горизонтальному) положенні, внаслідок чого вантаж попадає в накопичувач або на стрічковий конвеєр, осі транспортування яких перпендикулярні вісі розподільного конвеєра. Повернення дверцят у вихідне положення виконується при переході ковшів з робочої гілки розподільного конвеєра на холосту.

Конвеєри виконуються як у однорядному, так і дворядному варіантах. Завантаження ковша здійснюється зверху на робочому місці, через дверцята, які опускаються при адресуванні, посилкою, що потрапляє у пристрій завантаження і далі, згідно з циклом роботи конвеєра завантажується у черговий ківш, що переміщується у зоні завантаження.

На базі декількох таких розподільних конвеєрів створюються комплекси з розвантаженням на загальні для одного напрямку збірні конвеєри-накопичувачі, що установлюються перпендикулярно розподільним конвеєрам.

Установка для сортування пакетів та бандеролей ІТТ Canapost (Канада) виконана на базі високошвидкісного візкового конвеєра з платформами зі скиданням вантажів на обидва боки конвеєра. Оператор-сортувальник виконує кодування вантажів та подає їх до пристрою завантаження, який рухається з прискоренням до тих пір, поки його швидкість не зрівняється зі швидкістю розподільного конвеєра, після чого вантаж з пристрою завантаження скидається на вантажонесучу платформу. Після операції кодування оператор виконує уведення закодованої інформації в керуючий пристрій, виконаний на основі ЕОМ. У процесі транспортування вантажу розподільним конвеєром інформація оброблюється моделюючою системою адресування доки вантаж не досягне накопичувача, в який його адресовано. Після цього керуючий пристрій формує та передає сигнал на відповідний керуючий орган, платформа з вантажем нахилиється і він потрапляє на гравітаційний спуск накопичувача. Число накопичувачів в установці може бути змінним і досягати 100. Вихід гравітаційного спуску може з'єднуватись з різними видами внутрішньовиробничих транспортуючих засобів, що забезпечує універсальність установки.

Продуктивність установки складає 1500 посилок/год. на один завантажуючий пристрій, загальна кількість яких може дорівнювати чотирьом, максимальна маса і довжина посилки складає відповідно 30 кг та 430 мм, швидкість розподільного конвеєра – 1,8 м/с, відстань між платформами – 700 мм, час безперервної роботи – 20 год.

Перевагами установок, виконаних на базі візкових конвеєрів з боковим скиданням, є простота конструкції, можливість сортування посилок з малими значеннями висоти, зручність компонування та розміщення УСВП у приміщенні при використанні горизонтально-замкнених розподільних конвеєрів, довговічність вантажонесучого органу, використання для скидання електромагнітів замість складних приводів.

До недоліків таких конвеєрів слід віднести у першу чергу залежність надійності роботи візкового скидача від коефіцієнта тертя та стану матеріалу запакування при обмеженому куті повороту несучої платформи, наявність значної кількості виконуючих механізмів на нерухомих частинах конвеєра, внаслідок чого зростає ймовірність виникнення аварійних ситуацій. До недоліків установок з ковшовими конвеєрами відносяться: значні перепади висоти при розвантаженні вантажів із ковшів, що знижує ступінь збереження вантажів; складність конструкції через наявність значної кількості елементів на рухомих частинах конвеєра.

Різноманітністю розподільних конвеєрів УСВП є планочні конвеєри, в яких вантажонесучий орган складається з окремих вузьких ланок-візків, закріплених на ланцюговому (як правило) тяговому органі з інтервалами до 100 мм. Скидання вантажів з таких конвеєрів здійснюється шляхом розфіксування замків, що установлюються на кожній ланці, або шляхом повороту важелів,

зв'язаних шарнірно з кожною ланкою, при наїзді на відхилені електромагнітами відповідні стрілки, розташовані у зоні накопичувачів. Послідовний віялоподібний поворот планок порушує площинний контакт вантажу з несучими його планками, що поліпшує розвантаження вантажу з конвеєра порівняно з візковими скидачами, в яких вантаж контактує з площиною платформи.

До таких установок відноситься установка фірми «Cristplant» (Данія) для сортування посилок, виконана на базі вертикально-замкнутого одноланцюгового конвеєра з двостороннім скиданням. Несучий орган розподільного конвеєра виконується у вигляді пластин 200 x 800 мм, шарнірно закріплених на каретках спеціального тягового ланцюга. Посередині кожної пластини зі спеціальним покриттям закріплено важіль, нижній кінець якого рухається по направляючих опорах. При наближенні пластини з вантажем до накопичувача, в який адресовано вантаж, швидкодіюча стрілка перекриває магістральну направляючу і відводить важіль до бокової направляючої. У залежності від довжини вантажу до бокової направляючої відводиться відповідне число важелів, що повертають (нахиляють) планки, на яких транспортується вантаж. Після скидання вантажу у накопичувач, пластини рухаються в нахиленому стані до кінця зони розміщення накопичувачів, після чого їх важелі переводяться стрілкою з бокової направляючої у магістральну і пластини повертаються у вихідне горизонтальне положення для чергового завантаження.

Стрілки протилежних накопичувачів зсунуті на деяку відстань одна від одної. Електромагніти вмикаються керуючим пристроєм таким чином, щоб забезпечити вхід важелів у праву та ліву бокові направляючі, які зміщені з метою спрощення конструкції вузла стрілок.

Безперервність вантажонесучого органу (несучої площини) відносно вантажів дозволяє застосовувати вільний режим завантаження розподільного конвеєра установки без спеціальних пристроїв синхронізації та обумовлює залежність її продуктивності тільки від довжини вантажів, що підлягають сортуванню, та мінімального інтервалу завантаження між ними. При швидкості вантажонесучого органу 1 м/с продуктивність установки може складати 3000...4000 посилок/год. у залежності від довжини вантажів.

Завантаження одного розподільного конвеєра може виконуватись з чотирьох паралельних робочих місць з примусовим режимом роботи (див. рис. 5.5), для запобігання одночасного завантаження вантажів з різних робочих місць застосовуються пристрої блокування. Як накопичувачі використовуються гравітаційні прямі та поворотні накопичувачі, а також механізовані накопичувачі, розвантаження яких виконується ручним способом [2].

Система для сортування посилок Tilt-Flex фірми «Cristplant» забезпечує можливість сортування на декілька сотень напрямів у режимах автоматичного та ручного уведення адресних ознак відповідно з застосуванням оптичного пристрою розпізнавання, виконаного на базі ЕОМ та клавіатури пульта оператора сортувальника [9].

Розподільний високошвидкісний конвеєр виконаний на основі тягового ланцюга з шарнірно закріпленими до нього поворотними вантажонесучими візками, нахил яких та скидання вантажів виконується м'яко без ударів з високою надійністю роботи. Приводна станція розподільного конвеєра розміщується всередині його тягового ланцюга, складається з електродвигуна та черв'ячного редуктора зі спеціальним покриттям його зубчатих коліс для зменшення рівня шумів. Конструктивною особливістю розподільного конвеєра є відсутність натяжної станції, функції натягу ланцюга якої забезпечуються застосуванням модульної конструкції розподільного конвеєра, що забезпечує також можливість узгодження модульної структури (геометрії) розподільного конвеєра з внутрішньою структурою виробничого приміщення.

Продуктивність системи *Tilt-Flex* складає 10000 посилок/год., максимальна вага поштового вантажу – 20 кг, мінімальний радіус вигону розподільного конвеєра – 1500 мм [9].

Система для сортування посилок Tilt-Slat фірми «Cristplant» розрахована на завантаження пластинчатого ланцюгового розподільного конвеєра з чотирьох робочих місць операторів та розвантаження у накопичувачі, що розміщуються по обидва його боки з групуванням за наступними видами сортування: сортування у мішки з відстанню між ними 800 мм; сортування в ящики по нахиленому спуску; сортування з застосуванням гальмівної стрічки на роликівий транспортер; сортування безпосередньо на стрічковий транспортер без застосування перехідного гравітаційного спуску; сортування на роликівий транспортер з діагональним розміщенням роликів; сортування на один довідковий накопичувач.

Конструкція розглянутого вище пластинчатого несучого органу конвеєра забезпечує за рахунок радіального повороту несучих пластин при скиданні поштових вантажів невелику кривизну їх траєкторії та, як наслідок, можливість розвантаження довгих поштових вантажів у вузькі накопичувачі.

Продуктивність системи *Tilt-Slat* складає 5000 посилок/год., максимальна вага поштового вантажу – 20 кг, швидкість пластинчатого конвеєра – 1,1 м/с [9].

На базі одноланцюгового планочного конвеєра з одностороннім скиданням виконана УСВП фірми "Аероджет" (США). До тягового ланцюга планки закріплені шарнірним способом та утримуються у вихідному положенні замками, що відкриваються рухомими упорами зі швидкодіючими електромагнітами. Кількість планок, в яких відкриваються замки, залежить від довжини вантажу. Повернення планок у вихідне положення відбувається в кінці конвеєра за допомогою спеціального копіра або диска. Завантаження конвеєра установки та адресування вантажів здійснюється з одного робочого місця у вільному режимі роботи оператора-сортувальника. Як накопичувачі застосовуються гравітаційні лотки [2].

До позитивних конструктивних рішень установок з планочними розподільними конвеєрами слід віднести: можливість аритмічної роботи без застосування спеціальних завантажуючих пристроїв (з одного робочого місця), за рахунок безперервного відносно довжини вантажу несучого органу; високу

продуктивність при невеликій швидкості конвеєра, за рахунок можливості руху вантажів з мінімальним інтервалом, високу надійність скидання вантажів віялоподібним поворотом планок.

До недоліків слід віднести: значно більшу швидкість вантажонесучих елементів порівняно зі звичайними візковими конвеєрами (в 4...5 разів), внаслідок чого ускладнюється керуючий пристрій установки; вертикально замкнена схема конвеєра є менш пристосованою для ефективного використання площі виробничого приміщення; труднощі доступу до стрілок та важелів планок при технічному обслуговуванні; залежність показників надійності скидання від властивостей упаковки через обмеження кута нахилу планок.

До недоліків установок з ковшовими носіями відносяться: великі перепади при завантаженні та розвантаженні вантажів з ковшів, що знижує показники збереження вантажів і складність конструкції.

5.3.5.3 Просторові УСВП

У підвісних сортувальних конвеєрах на відміну від візкових вантажонесучі платформи шарнірно зв'язані не з візками, розташованими під платформами, а з підвісками, що рухаються над трасою розподільного конвеєра (див. рис. 5.23). Як тяговий орган застосовується розбірний або двохарнірний ланцюг, який дозволяє прокладати трасу у різних площинах, а як механізми фіксування у вихідному (горизонтальному) положенні шарнірно з'єднаних з підвісками вантажонесучих платформ застосовуються поворотні упори та запори різної конструкції, які відкриваються при скиданні вантажів стаціонарно установленими на рамі рухомими упорами з електромагнітними приводами.

Підвісні конвеєри виконуються як з однорядними, так і дворядним розміщенням платформ відносно підвісок, тобто з однією або двома платформами на одній підвісці, кожна з яких (платформ) має свій пристрій фіксації вихідного положення для транспортування вантажу та його скидання в накопичувач певного напрямку сортування.

В США та Японії для сортування мішків та посилок використовується установка фірми FNC, виконана на основі просторового ланцюгового конвеєра, до ланцюга якого з великим шагом закріплені підвіски, на кожній з яких по боках змонтовані дві платформи з адресоносцями, що утримуються у вихідному положенні індивідуальними замками. При скиданні вантажу замок відкривається упором з електромагнітним приводом. Для плавного нахилу платформи застосовуються спеціальні демпфери. Завантаження розподільного конвеєра здійснюється зверху через триступінчаті буферні камери, окремі для кожного ряду платформ. Останній ступінь камери функціонує у режимі, синхронізованому з циклом роботи розподільного конвеєра.

На базі такого розподільного конвеєра може створюватись комплекс з декількох розподільних конвеєрів, у якому забезпечується перевантаження вантажів через відповідні буферні камери будь-якого ряду платформ одного конвеєра на будь-який ряд платформ інших розподільних конвеєрів з перезаписом адресних ознак вантажу.

Скидання вантажів здійснюється у гравітаційні накопичувачі або контейнери, розташовані під трасою розподільного конвеєра.

Фірмою "Телефакс" розроблені та експлуатуються установки "Діплодокс" виконані на основі просторового конвеєра з несучою поверхнею у вигляді пластин, що перекривають одна одну в напрямку їх руху та шарнірно закріплюються до тягового ланцюга. Така конструкція дозволяє повертати несучу поверхню у різних площинах, проводити сортування на різних рівнях та ефективно використовувати площу приміщення для розміщення накопичувачів. Як скидачі використовуються поворотні шлюзові дверцята з приводною стрічкою натягнутою по їх довжині, а як накопичувачі – роликові або стрічкові конвеєри.

У залежності від типу керуючого пристрою сортування може виконуватись у вільному або примусовому режимі завантаження. Максимальна швидкість транспортування вантажів складає 1,3 м/с при довжині траси до 210 м [2].

Позитивною якістю комплексів сортування важкої пошти, виконаних на базі підвісних просторових конвеєрів, є можливість розміщення їх вузлів, наприклад, секції з відповідною кількістю накопичувачів на різних поверхнях виробничого приміщення; скидання вантажів у накопичувачі розташовані під трасою конвеєра, що знижує необхідну площу виробничого приміщення; висока надійність скидання вантажів з платформ під трасу конвеєра, тому що кут нахилу платформ може складати до 90°. До недоліків слід віднести відносно невисоку продуктивність (вітчизняна установка КПСМ – 900 пос/год.) та складність конструкції підвіски з платформою при забезпеченні «м'якого» скидання вантажів.

Установка сортування невеликих посилок та бандеролей фірми "Elsag" (Італія) (рис. 5.28) виконана на базі просторового конвеєра з касетними носіями вантажів, в які вони завантажуються з попереднім кодуванням (оператором або автоматично) [9].

Кожна касета 1 має два шків, один з яких приводиться електродвигуном та рухає касету вздовж монорейки (траси конвеєра). У касеті розміщується багаторівневий контейнер з двома рядами вертикальних кліток 2, у кожен з яких завантажуються одне поштове відправлення 3.

Верхня частина клітки відкрита для завантаження поштового, відправлення, а нижня частина відкривається автоматично при його розвантаженні у накопичувач. Монорейка прокладається по замкненій траєкторії та проходить уздовж робочих місць операторів, на яких відправлення кодуються та завантажуються у касети. Після місць завантаження монорейка піднімається вгору для транспортування касет над поштовими мішками. При досягненні касетою відповідного мішка, дно клітки автоматично відкривається і, відправлення розвантажуються у мішок.

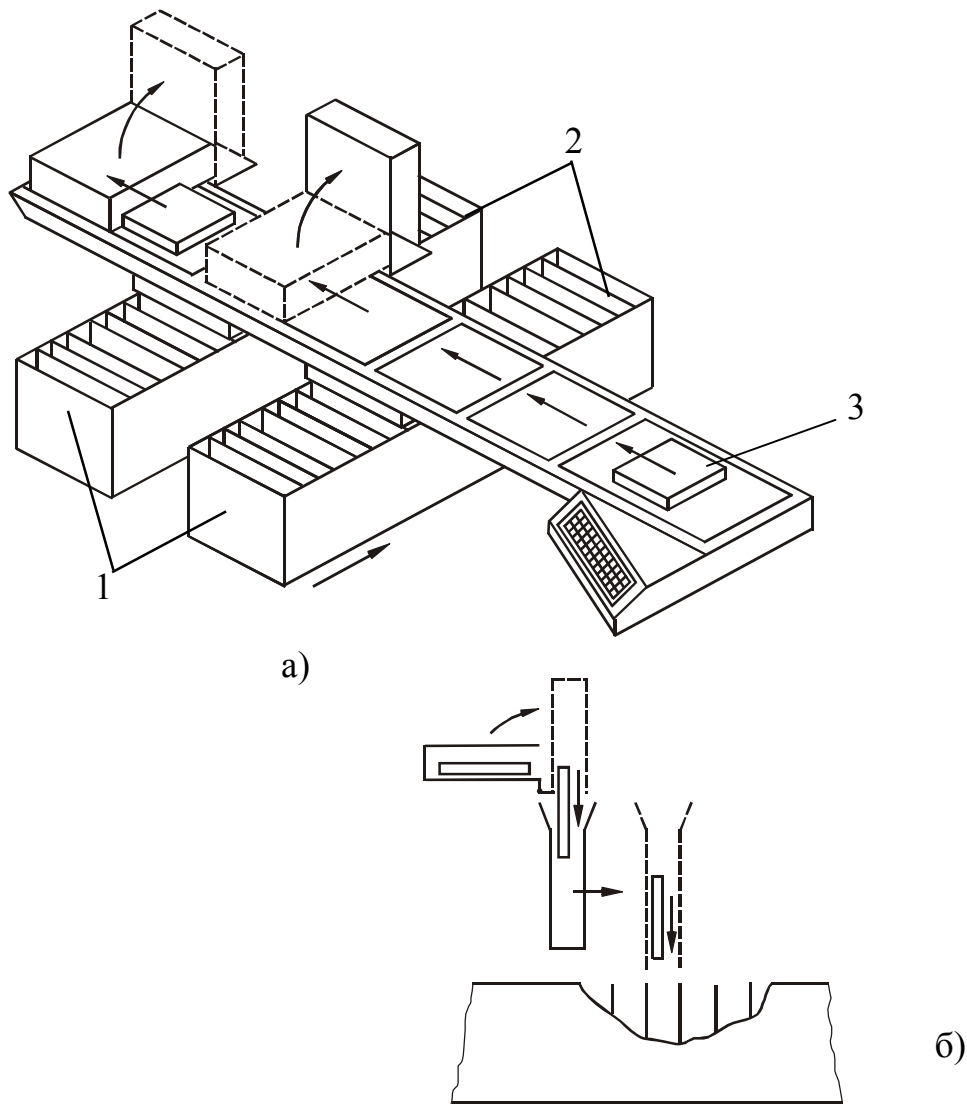


Рис. 5.28

Після проходження над мішками-накопичувачами монорейка знижується та замикає трасу біля робочих місць (пультів кодування) операторів. Установка дозволяє сортувати поштові відправлення (газети, книги, постпакели, бандеролі) за великим числом напрямів (накопичувачів) на відносно невеликій площі виробничого приміщення за рахунок того, що траєкторія падіння відправлень у мішок має невеликі відхилення та оптимального розміщення, як самої траси монорейки, так і траси підсистем уздовж траси.

Продуктивність установки складає 21000 відправлень/год., кількість пультів кодування – 12, кількість накопичувачів – 400 [9].

5.3.5.4 УСВП на основі роликів конвеєрів

До оригінальних конструктивних рішень слід віднести УСВП на основі роликів конвеєра (Польща) [2]. В установці з вантажонесучим роликів конвеєром застосовані несучі площини роликів таким чином, що при скиданні робочі органи скидачів (лопасті) входять в зазори між роликів та взаємодіють з вантажами, які транспортуються роликів. Всі роликів вантажонесучого органу є приводними й обертаються за допомогою загального приводу.

В якості приводу трилопасних скидачів, виконаних у вигляді гребенів, застосовується реверсивний електродвигун з редуктором. У вихідному положенні гребені знаходяться нижче несучої площини роликів, а при скиданні вантажів повертаються на кут 120° , входять в зазор між роликками та, виступаючи над ними, взаємодіють з вантажами, штовхуючи їх за межі несучої площини (роликів) в накопичувачі, які можуть розміщуватись по обидва боки конвеєра. Точність установки гребенів у вихідне положення забезпечується противмиканням обмоток реверсивного електродвигуна.

Установка обладнана одним робочим місцем оператора-сортувальника з вільним режимом завантаження за умови забезпечення мінімального інтервалу руху вантажів на конвеєрі. Технічна продуктивність складає близько 3000 посилок/год. при швидкості транспортування вантажів 0,87 м/с.

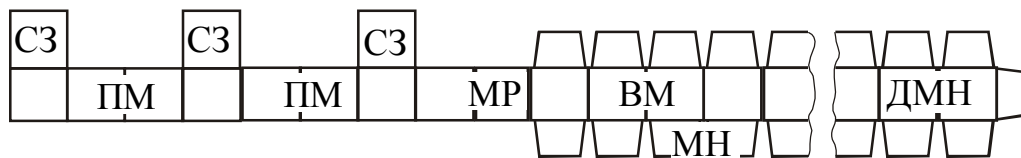
До недоліків установок такого типу слід віднести: показники установки залежать від властивостей матеріалу запакування вантажів; недостатній контакт вантажонесучого органу з вантажем при його транспортуванні, внаслідок чого порушується стабільність швидкості транспортування та режим сортування; значна кількість приводних роликів та можливість притискування вантажів гребенем до транспортуючих роликів, що призводить до виникнення заторів при сортуванні [2].

Сортувальна система (комплекс) CPS (Італія) виконана у вигляді модульної конструкції з гнучкою конфігурацією, що дозволяє оптимально установлювати її у виробничі приміщення. Система керування виконана на базі ЕОМ. Кодочитальний пристрій може зчитувати 5-значні коди [9].

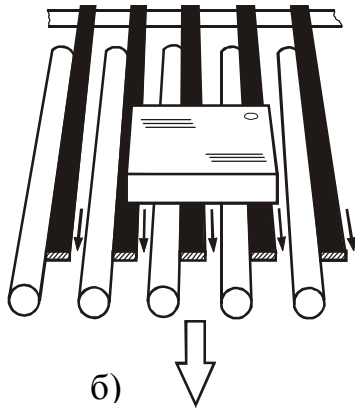
У простому варіанті система CPS складається з трьох завантажуючих пристроїв, 18-ти адресних накопичувачів та одного довідкового і конструктивно виконана у вигляді шести модулів (рис. 5.29, а): станція завантаження (СЗ); передавальний модуль (ПМ), виконаний у вигляді однієї або двох груп роликів транспортерів; модуль розширення (МР); вісім вихідних модулів (ВМ), кожний з яких виконаний у вигляді чотирьох груп роликів транспортерів; модулі-накопичувачі (МН), які можуть узгоджуватись для розвантаження з контейнерами, візками, мішками та іншою поштовою тарою; два довідкові модулі-накопичувачі (ДМН).

Відмінною особливістю установки CPS є конструкція пристрою скидання вантажів з розподільного конвеєра у накопичувачі, виконаного у вигляді роликів транспортера, розміщеного перпендикулярно ремінному транспортеру розподільного конвеєра.

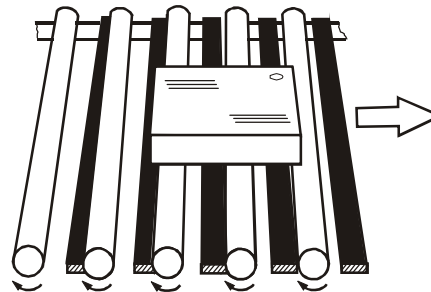
У вихідному положенні роликів транспортера скидача знаходяться нижче рівня несучої площини ремінного розподільного конвеєра (рис. 5.29, б), забезпечуючи транспортування ним вантажів уздовж накопичувачів, в процесі якого система адресування виконує аналіз збігу коду вантажу з кодом накопичувачів. У випадку збігу коду вантажу та накопичувача, пристрій керування вмикає механізм підймання роликів транспортера скидача та привод його роликів, внаслідок чого вантаж розвантажується роликів транспортером з ремінного конвеєра у накопичувач (рис. 5.29, в).



а)



б)



в)

Рис. 5.29

Продуктивність комплексу CPS складає 6000 посилок/год., кількість станцій завантаження – 1 ... 3, кількість накопичувачів 8 ... 150. Модуль розширення дозволяє узгоджувати передавальний та вихідний модулі з застосуванням ортогонального напрямку транспортування вантажів при їх адресуванні у гілки конфігурації розподільної системи [9].

5.3.5.5 Вантажоведучі конвеєри

Автоматизація процесів транспортування та накопичення поштових контейнерів і візків виконується з застосуванням горизонтально-замкнених конвеєрів, тягові ланцюги яких з шарнірно закріпленими до них каретками, що рухаються на опорних катках по направляючих рейках, розміщуються під підлогою у вузьких повздовжніх відносно осі транспортування щілинах. Контейнери та візки переміщуються по підлозі ланцюгом розподільного конвеєра на власних коліщатах за рахунок взаємодії устанавленого на них (контейнерах та візках) захвата та упора на каретці конвеєра. Направляючі рейки можуть утворювати відгалуження відносно основної траси конвеєра, перехід на які виконується за допомогою автоматично керованих стрілок на яких контейнери взаємодіють з кулачками допоміжного приводного ланцюга та переміщуються останнім у відповідному напрямку відгалуження.

Вантажоведучий конвеєр змонтований фірмою SI Handling Systems Inc. (США) у поштовому центрі м. Чикаго (США) має загальну довжину 4267 м та 42 відгалуження накопичення [9]. Завантаження контейнерів посылками, їх направлення за необхідним маршрутом та розвантаження виконується автоматично за сигналами із ЕОМ керуючого комплексу з контролюванням проходження запланованого маршруту шляхом оброблення інформації від 10-ти оптичних пристроїв зчитування штрихового коду з карток, що устанавлюються у спеціальний карман на боковій поверхні кожного

контейнера. Система контролю включає також функції контролю заповнення (перевантаження) відгалужень та значення інтервалу між контейнерами, який у відповідності з вимогами техніки безпеки повинен бути не менше 4,6 м [9].

5.3.6 Оптимізація тягового зусилля розподільного конвеєра УСВП

Специфічною особливістю розподільних конвеєрів на відміну від більшості звичайних транспортуючих конвеєрів є робота в умовах змінного навантаження, значення якого носить статистичний характер у зв'язку зі статистичним характером значення кількості вантажів, що знаходяться у будь-який момент часу на конвеєрі та значення маси, як самих вантажів, так і їх загальної маси. За таких умов, тягове навантаження та потужність приводу, що є вихідними параметрами для кінематичного розрахунку розподільного конвеєра УСВП, визначається шляхом пошуку деякого оптимального навантаження, відносно прийнятної ймовірності перевантаження між значеннями середнього та максимального навантаження [2, 31].

Очевидно, що при наближенні вибраного для розрахунку конвеєра навантаження до середнього навантаження потужність приводу буде зменшуватись, а ймовірність перевантаження – зростати і навпаки – при наближенні до максимального значення потужність приводу буде зростати, а ймовірність перевантаження – зменшуватись. Отже розробка ефективного щодо конструктивних параметрів та експлуатації конвеєра потребує урахування статистичних характеристик потоку вантажів, що надходять та розподіляються конвеєром. До таких характеристик у першу чергу, відносяться математичне очікування та дисперсія кількості вантажів і їх маси, а також закон розподілу щільності ймовірності числа поштових вантажів та інтегральний закон розподілу їх маси у розподільному конвеєрі УСВП за яких ймовірність перевантаження конвеєра визначається як добуток ймовірності певного числа вантажів та ймовірності того що, за такого числа вантажів їх маса не буде перевищувати деяке заздалегідь прийняте значення, наприклад, подвоєне значення середнього навантаження.

У випадку, коли число напрямів сортування УСВП дорівнює числу її n накопичувачів з одностороннім і рівномірним розміщенням останніх, ймовірність P_j надходження (скидання) вантажу в будь-який накопичувач визначається у вигляді [2]

$$P_j = 1/n. \quad (5.3.1)$$

У такому разі, за припущення, що всі скидачі вантажів у накопичувачі функціонують безвідмовно (ймовірність надходження будь-якого вантажу з конвеєра в один із накопичувачів дорівнює одиниці) впливає справедливість

$$\sum_{j=1}^n p_j = 1. \quad (5.3.2)$$

За час t_{TM} такту УСВП, що у даному разі визначається як переміщення вантажу конвеєром від одного накопичувача до іншого, виконується переміщення вантажу протягом часу $t_{\text{ПВ}}$ на один крок та його скидання в накопичувач протягом часу $t_{\text{СВ}}$, тобто $t_{\text{TM}} = t_{\text{ПВ}} + t_{\text{СВ}}$. Отже навантаження конвеєра протягом часу $t_{\text{ПВ}} = t_{\text{TM}} - t_{\text{СВ}}$ є постійним, а протягом часу $t_{\text{СВ}}$ – змінним за рахунок скидання вантажів у накопичувачі. У випадку застосування пасивних скидачів навантаження конвеєра під час скидання може зростати і до початку наступного такту може приймати значення менше або більше порівняно зі значенням попереднього такту.

Ймовірність скидання та не скидання вантажу у перший накопичувач відповідно дорівнює $p_1 = p_{(1)} = 1/n$ та $q_{(1)} = 1 - p_1$, а ймовірність того, що вантаж залишиться на конвеєрі до кінця другого такту дорівнює $q_{(2)} = 1 - (p_1 + p_2)$, тобто ймовірність відсутності вантажу на i -му кроці його транспортування розподільним конвеєром УСВП визначається у вигляді [2]

$$P_i = \sum_{j=1}^i p_j, \quad (5.3.3)$$

а ймовірність наявності вантажу на i -му кроці в зоні приймального вікна i -го накопичувача – у вигляді

$$q_i = 1 - p_i = 1 - \sum_{j=1}^i p_j = \sum_{j=i+1}^n p_j. \quad (5.3.4)$$

Ймовірність знаходження вантажу на конвеєрі в кінці такту після його проходження повз n -й (останній) накопичувач за прийнятої вище умови безвідмовності скидачів дорівнює нулю.

Наявність на конвеєрі деякого числа вантажів протягом кожного такту визначається як випадкова величина S_n у вигляді суми n незалежних випадкових подій наявності або відсутності вантажів в зоні їх скидання у кожний із накопичувачів у вигляді [2]

$$S_n = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (5.3.5)$$

де x_i – випадкова подія, що може приймати значення 0 та 1 з ймовірностями відповідно r_i та q_i .

Математичне очікування наявності вантажу в зоні скидання його у i -й накопичувач визначається у вигляді

$$M(x_i) = 0 \times q_i + 1 \times r_i = 1 - \sum_{j=1}^i p_j, \quad (5.3.6)$$

з урахуванням якого математичне очікування $M(S_n)$ та дисперсія $D(S_n)$ величини S_n – середнього ймовірнісного навантаження конвеєра визначаються відповідно у вигляді

$$M(S_n) = \sum_{i=1}^n (1 - \sum_{j=1}^i p_j) \quad (5.3.7)$$

та

$$D(S_n) = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^i p_j (1 - \sum_{j=1}^i p_j) \right\}. \quad (5.3.8)$$

Максимальне корисне навантаження конвеєра на початку такту дорівнює масі n вантажів, наприкінці такту – масі $n - 1$ вантажів через скидання одного з них у відповідний накопичувач, а на початку наступного такту – знову масі n вантажів, внаслідок завантаження на конвеєр чергового вантажу. Мінімальне корисне навантаження дорівнює нулю за відсутності вантажів на конвеєрі в кінці такту та одному вантажу на початку наступного такту (до моменту можливого скидання вантажу).

Ймовірність появи максимального навантаження – наявності вантажів у зоні розвантаження всіх n накопичувачів визначається у вигляді

$$P(n) = \prod_{i=1}^{n-1} r_i, \quad (5.3.9)$$

де $r_i = 1 - \sum_{j=1}^i p_j$ – ймовірність наявності вантажу в зоні скидання i -го накопичувача, а ймовірність наявності на конвеєрі $n - m$ вантажів – у вигляді [2]

$$P(n - m) = P(n) \sum_{i_1, i_2, \dots, i_m=1}^{n-1} (q_{i_1} / r_{i_1}) (q_{i_2} / r_{i_2}) \dots (q_{i_m} / r_{i_m}), \quad (5.3.10)$$

де $i_1 \neq i_2 \neq i_3 \neq \dots$ (число членів в сумі дорівнює числу комбінацій із $n - 1$ елементів по $n - 1 - m$).

Отже випадкова подія S_n наявності на конвеєрі $n - m$ вантажів визначається як сума u незалежних подій x_i наявності або відсутності вантажів у зоні їх скидання в накопичувачі (напроти накопичувачів). Якщо серед членів суми випадкових подія нема таких, що впливають на результат суттєво більше за інші, то згідно з центральною граничною теоремою [12] при $n \rightarrow \infty$ закон розподілу наближається до нормального, тому останній використовується для розрахунків ймовірності навантаження конвеєрів УСВП (при достатньо значному значенні n стосовно точності таких розрахунків) [2, 31].

Для спрощення у практичних розрахунках розподіл вантажів по накопичувачах приймають рівномірним, тобто $p_j = 1/n = \text{const}$, ймовірність наявності та відсутності вантажу в зоні скидання його у i -й накопичувач в кінці такту відповідно $r_i = 1 - i/n$ та $q_i = i/n$. За таких умов середнє ймовірнісне

навантаження визначається як його (навантаження) математичне очікування у вигляді [2]

$$M(S_n) = \sum_{i=1}^n (1 - i/n) = (n-1)/2, \quad (5.3.11)$$

а його дисперсія – у вигляді

$$D(S_n) = \sum_{i=1}^n i n^{-1} (1 - i n^{-n}) = (n^2 - 1)/6n. \quad (5.3.12)$$

Ймовірність появи максимального навантаження відповідного n вантажам з урахуванням (5.3.9) визначається у вигляді

$$P(n) = \prod_{i=1}^{n-1} (1 - i n^{-1}) = (n-1)!(n-1)^{-1} \quad (5.3.13)$$

та відповідного $n - m$ вантажам – у вигляді

$$P(n-m) = P(n) \sum_{i_1, i_2, \dots, i_m=1} (i_1/n - i_1)(i_2/n - i_2) \dots (i_m/n - i_m) \quad (5.3.14)$$

за умов для i аналогічних (5.3.10).

При використанні закону нормального розподілу і підстановки відповідних значень математичного очікування та дисперсії вираз (5.3.14) набуває відповідно вигляду [2]

$$P(n-m) = (\sigma_{n-m} \sqrt{2\pi})^{-1} e^{-[n-m-M(S_n)]^2 / 2\sigma_{n-m}^2} \quad (5.3.15)$$

та

$$P(n-m) = \sqrt{3n / \pi(n^2 - 1)} e^{-3n[(n-1)/(n+1)][-m/(n-1)+0,5(n+1)/(n-1)]^2}. \quad (5.3.16)$$

Згідно з [31] застосування нормального розподілу забезпечує прийнятні результати практичних розрахунків для значень $n \geq 9$.

Мінімальне число m_{\min} вантажів на конвеєрі, що створюють його розрахункове навантаження A_k визначається прийнятим максимальним значенням вантажу a_{\max} як відношення $m_{\min} = A_k/a_{\max}$, а максимальне їх число m_{\max} приймається таким, що дорівнює n . Для кожного числа m вантажів при $m_{\min} < m < m_{\max}$ сумарна їх маса є випадковою величиною x_A , яка визначається у вигляді суми m незалежних випадкових величин x_i – мас окремих вантажів

$$x_A = \sum_{i=1}^m x_i = m x_i. \quad (5.3.17)$$

Математичне очікування $M(x) = a_c$, середньоквадратичне відхилення $\sigma(x) = \sigma_a$ та закон розподілу $F(x)$ випадкової величини x_i визначаються шляхом статистичних досліджень реального потоку поштових вантажів i , в свою чергу,

визначають ті ж самі характеристики випадкової величини x_A відповідно $M(x_A) = ma_c$, $\sigma(x_A) = m\sigma_a$ та $F(x_A)$.

Ймовірність появи навантаження більшого за A_k визначається у вигляді

$$P(mx > A_k) = 1 - F(mx = A_k), \quad (5.3.18)$$

а ймовірність перевантаження конвеєра при m вантажах – у вигляді добутку ймовірності появи m вантажів та ймовірності появи сумарної їх маси більшої за A_k , тобто

$$P(mx > A_k | m) = P(m) P(mx > A_k). \quad (5.3.19)$$

Узагальнене значення ймовірності перевантаження визначається як сума ймовірностей перевантаження для усіх значень m із інтервалу $m_{\min} < m < m_{\max}$ у вигляді [31]

$$P(x_A > A_k) = \sum_{m_{\min}}^{m_{\max}} P(mx > A_k / m) \quad (5.3.20)$$

і використовується для пошуку оптимального корисного розрахункового навантаження конвеєра за заданою ймовірністю його перевантаження.

Сила опору, що виникає при транспортуванні вантажів та визначає необхідну потужність приводу, залежить як від числа та маси вантажів, так і від конструкції конвеєра і визначається у вигляді

$$W_{\text{тр}} = g\omega_0 x_A, \quad (5.3.21)$$

де ω_0 – коефіцієнт опору на робочій гілці конвеєра.

Ймовірність перевантаження за рахунок виникнення сили опору, що перевищує розрахункове значення $W_{\text{трр}} = g\omega_0 A_k$, визначається аналогічно (5.3.20) у вигляді

$$P(W_{\text{тр}} > W_{\text{трр}}) = \sum_{m_{\min}}^{m_{\max}} P(W_{\text{тр}} > W_{\text{трр}} / m). \quad (5.3.22)$$

При застосуванні пасивних скидачів (наприклад, візкових скидачів в УСВП типу УСГ-К та УСБ-М) вся необхідна потужність для скидання вантажу відбирається від приводу конвеєра, тому розрахунок навантаження конвеєра виконується з урахуванням сили опору, що виникає при скиданні вантажів [11, 31].

Сила опору при скиданні вантажу визначається у вигляді

$$W_{\text{ск}} = kgm_b, \quad (5.3.23)$$

де k – коефіцієнт опору; m_b – маса вантажу, що скидається.

За відомих значень математичного очікування, дисперсії та закону розподілу маси вантажу в потоці сила опору також буде випадковою величиною y_0 з таким самим законом розподілу, математичним очікуванням $M(y_0) = (kx_a)$ та середньоквадратичним відхиленням $\sigma(y_0) = \sigma(kx_a)$.

Ймовірність появи сили опору, що перевищує максимальне значення $A_{кр\ max}$ розрахункового навантаження визначається з урахуванням можливості одночасного спрацьовування скидачів: від $i_{max} = n$ до $i_{min} = A_{кр\ max} / W_{ск\ max}$, де $W_{ск\ max} = kgm_{b\ max}$ – найбільше значення сили опору, що виникає при скиданні вантажу з максимальною масою $m_{b\ max}$.

Сила опору при одночасному скиданні i вантажів буде ймовірною величиною Y_0 з законом розподілу $F(Y_0)$, математичним очікуванням $M(Y_0) = iM(y_0)$ та середньоквадратичним відхиленням $\sigma(Y_0) = i\sigma(y_0)$ і дорівнює сумі i однакових імовірних величин y_0 – сили опору, що виникає при скиданні одного вантажу, тобто $Y_0 = iy_0$.

Ймовірність появи навантаження, що перевищує $A_{кр\ max}$ визначається у вигляді [31]

$$P(iy_0 > A_{кр\ max}) = 1 - F(iy_0 = A_{кр\ max}), \quad (5.3.24)$$

а ймовірність перевантаження при спрацьовуванні i скидачів та при розрахунковій силі опору $A_{кр\ max}$ – відповідно у вигляді добутку ймовірності одночасного спрацьовування i скидачів та ймовірності появи навантаження, що перевищує $A_{кр\ max}$, тобто

$$P(iy_0 > iA_{кр\ max}) = P(i)P(iy_0 > A_{кр\ max}) \quad (5.3.25)$$

та суми ймовірностей при одночасному скиданні від i_{max} до i_{min} вантажів:

$$P(Y_0 > A_{кр\ max}) = \sum_{i=i_{min}}^n P(iy_0 > A_{кр\ max} / i). \quad (5.3.26)$$

Розрахунок ймовірностей перевантаження певного типу конвеєра для різних значень $A_{кр\ max}$ дозволяє шляхом прийняття необхідного значення ймовірності перевантаження визначити відповідну йому силу опору та у відповідності зі значенням останньої визначити необхідну потужність приводу, що забезпечує задану ймовірність безвідмовної роботи конвеєра.

Число вантажів на конвеєрі та максимально можливе число скидачів, що спрацьовують одночасно є взаємообумовленими, тому якщо на конвеєрі знаходяться m вантажів, то можливе одночасне спрацьовування m скидачів. Із вантажів, що знаходяться на конвеєрі в кінці поточного такту, в наступному такті скидаються такі, що досягли зони дії скидачів для накопичувачів відповідного їх адресним ознакам напряму сортування, а із усіх комбінацій адрес, що призводять до наявності вантажу в зоні дії скидача i -го накопичувача

з ймовірністю $\sum_{j=i+1}^n p_j$, тільки одна адреса (з ймовірністю $p_{j=i+1}$), що відповідає $i+1$ -му накопичувачу призводить до спрацьовування скидача.

При ймовірності наявності вантажу в зоні дії скидача i -го накопичувача $r_j = \sum_{j=i+1}^n p_j$, ймовірність його відсутності у цій зоні дорівнює $q_j = 1 - r_i$, а ймовірність спрацьовування скидача в зоні його дії, що відповідає $i+1$ -му накопичувачу $- p_{j=i+1} = r_i - r_{i+1}$.

Ймовірність появи будь-якої ситуації (комбінації адрес) наявності $n - m$ вантажів та одночасного спрацьовування k скидачів на наступному такті визначається як добуток ймовірностей наявності або відсутності вантажу та спрацьовування скидача по всіх накопичувачах у вигляді [31]

$$p_{ка} = r_1 r_2 (1 - r_3) r_4 (1 - r_5) r_6 r_7 (r_8 - r_9) r_9 r_{10} \dots r_{n-1} r_n, \quad (5.3.27)$$

що включає $n - m - k$ співмножників r_i , m співмножників $1 - r_i$ та k співмножників $r_i - r_{i+1}$.

Ймовірність наявності на конвеєрі $n - m$ вантажів та одночасного спрацьовування k скидачів для наступного такту визначається як сума ймовірностей (4.3.27) появи комбінацій адрес вантажів у вигляді

$$P[k | (n - m)] = \prod_{i=1}^n r_i \sum_{i_1, i_2, \dots, i_m=1}^{n-1} (1 - r_{i_1}) r_{i_1}^{-1} (1 - r_{i_2}) r_{i_2}^{-1} \dots (1 - r_{i_m}) r_{i_m}^{-1} \times \\ \times (r_{i, m+1} - r_{i, m+2}) r_{i, m+1}^{-1} \dots (r_{i, m+k-1} - r_{i, m+k}) r_{i, m+k}^{-1}, \quad (5.3.28)$$

при $i_1 \neq i_2 \neq i_3 \neq \dots \neq i_m \neq i_m + 1 \neq \dots$, тобто у кожному доданку всі індекси набувають різного значення, а число всіх доданків у сумі дорівнює числу комбінацій із $n - 1$ по $n - m + k - 1$.

Вираз (5.3.28) визначає умовну ймовірність одночасного скидання k вантажів за умови знаходження на конвеєрі $n - m$ вантажів. Незалежно від певного числа вантажів на конвеєрі значення безумовної ймовірності одночасного скидання k вантажів визначається як сума умовних ймовірностей за наявності на конвеєрі від k до n вантажів у вигляді [2]

$$P(k) = \sum_{m=0}^{n-k} P[k | (n - m)]. \quad (5.3.29)$$

Із виразу (5.3.29) випливає, що для будь-якої умовної ймовірності та безумовної ймовірності виконується нерівність

$$P[k | (n - m)] < P(k). \quad (5.3.30)$$

Аналогічно ймовірність одночасного скидання k вантажів за умови наявності на конвеєрі корисного навантаження x_A меншого за розрахункове значення $A_{кр}$ буде меншою порівняно з безумовною ймовірністю такого скидання, тобто

$$P(k) = p[k|(x_A \leq A_{кр})] + p[k|(x_A > A_{кр})], \quad (5.3.31)$$

звідки випливає виконання нерівності

$$P[k|(x_A \leq A_{кр})] < P(k). \quad (5.3.32)$$

Нерівності (5.3.30), (5.3.32) дозволяють виконувати розрахунок корисного навантаження з урахуванням опору, що виникає при скиданні вантажів за відносно нескладними формулами безумовних ймовірностей.

Ймовірність появи сили опору більшої за розрахункову $W_p = W_{тр} + W_{ск}$ з деяким запасом визначається у вигляді [2]

$$P[W_p > g(\omega_p A_{кр} + A_{кр \max})] \leq P(W_p > g\omega_o A_{кр}) P(W_p > g A_{кр \max}), \quad (5.3.33)$$

при прийнятті відповідних подій незалежними та визначення сил, що виникають при транспортуванні та скиданні вантажів відповідно у вигляді

$$W_{тр} = gA_k(\omega_o + g\nu_{тр}\omega_p) \quad (5.3.34)$$

та

$$W_{ск} = g A_{кр \max}. \quad (5.3.35)$$

Розрахунок потужності приводу за заданою ймовірністю перевантаження $P_{тр}$ виконується шляхом розгляду різних комбінацій сил опору, що виникають при транспортуванні і скиданні, ймовірність яких при одночасній їх появі дорівнює або є меншою $P_{тр}$, та вибору комбінації за найменшим значенням суми $W_p = W_{тр} + W_{ск}$, яка визначає пошукове розрахункове навантаження для розрахунку необхідної потужності приводу.

Як приклад, нижче наводиться методика розрахунку оптимальної потужності приводу установки типу УСГ-К за заданою ймовірністю перевантаження, яка включає наступні етапи [2, 31].

Як наводилось вище пошук оптимального навантаження виконується в межах середнього та гранично можливого навантаження за якого відповідна потужність приводу забезпечує безмежно мале значення ймовірності перевантаження – теоретично безвідмовну роботу конвеєра, тому на першому етапі виконується розрахунок середнього та граничного навантаження і відповідної їм потужності приводу методом обходу по контуру вертикально-замкненого конвеєра УСГ-К (рис. 4.30).

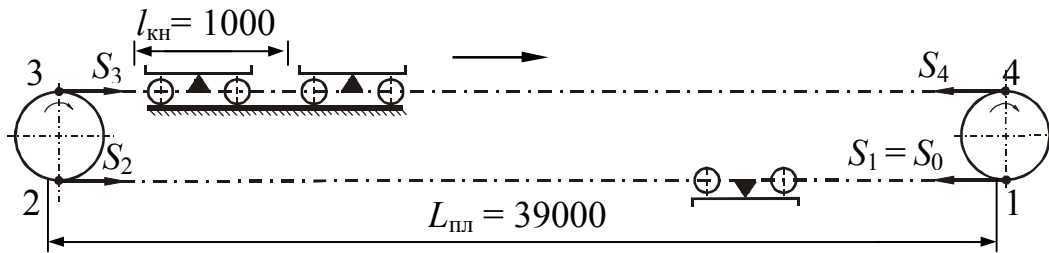


Рис. 5.30

При прийнятті числа напрямків сортування по один бік конвеєра $n = 35$ з двобічним розміщенням накопичувачів та кроком 1 м їх розміщення, що дорівнює кроку $l_{\text{кн}}$ закріплення візкових скидачів до тягового ланцюга, довжина холостої (робочої) гілки дорівнює довжині прямолінійної ланки $L_{\text{плл}}$ конвеєра

$$L_{\text{плл}} \approx 4 + n l_{\text{кн}} \approx 39 \text{ м.} \quad (5.3.36)$$

У випадку прийняття рівномірного розподілу вантажів по накопичувачах, що створюють навантаження x_A , середнє та граничне навантаження відповідно дорівнюють

$$M(x_A) = x_{A \text{ с}} = a_{\text{с}}(n - 1)/2 = 103,7 \text{ кг} \quad (5.3.37)$$

та

$$x_{A \text{ гр}} = a_{\text{макс}} n = 700 \text{ кг,} \quad (5.3.38)$$

де $a_{\text{с}}$ та $a_{\text{макс}}$ – математичне очікування та максимальне значення маси вантажу (у даному випадку – посилки, що дорівнює $6,1$ кг за статистичними обстеженнями згідно з [11, 20]); $a_{\text{макс}}$ – максимальна маса вантажу (посилки – 20 кг).

Натяг S_1 ланцюга в початковій точці 1 контуру – в точці збігання ланцюга з приводної зірочки приймається як початковий натяг S_0 , наприклад, $S_1 = S_0 \approx 1000$ Н, а натяг S_2 у точці 2 визначається як сума натягу S_1 у початковій точці 1 та сили опору $W_{\text{хг}}$ на холостій гілці конвеєра, тобто

$$S_2 = S_1 + W_{\text{хг}}. \quad (5.3.39)$$

Сила опору на холостій гілці конвеєра визначається у вигляді

$$W_{\text{хг}} = q_{\text{хг}} g L_{\text{плл}} \omega_{\text{хг}}, \quad (5.3.40)$$

де $q_{\text{хг}}$ – погонне навантаження на холостій гілці конвеєра, що дорівнює погонній масі рухомих частин конвеєра (маса візкового скидача складає $20,4$ кг) та масі ланцюга приведених до 1 м довжини останнього (погонна маса ланцюга ВР-1-100-12,5-5,32 ГОСТ 588 – 74 складає $5,8$ кг/м, а його довжина між візками – $0,9$ м); $\omega_{\text{хг}}$ – коефіцієнт опору руху візкового скидача на

циліндричних опорних роликах по холостій гілці конвеєра, що визначається у вигляді

$$\omega_{\text{хг}} = (\mu_{\text{тр}} d_{\text{ц}} + 2k)/D_{\text{р}}$$

з урахуванням наступних конструктивних параметрів: $\mu_{\text{тр}} = 0,2$ – коефіцієнт тертя ковзання ролика по сталі направляючих опор (матеріал ролика – поліамід 68); $k_{\text{тр}} = 0,06$ см – коефіцієнт тертя гойдання ролика по сталі; $D_{\text{р}} = 36$ мм – діаметр ролика; $d_{\text{ц}} = 15$ мм – діаметр цапфи (конкретні значення параметрів наводяться для установки типу УСГ-К, за яких $q_{\text{хг}} = 25,62$ кг/м, $\omega_{\text{хг}} = 0,117$, $W_{\text{хг}} = 1170$ Н, $S_2 = 2170$ Н [11, 20]).

Натяг S_3 у точці 3 за спрощення для практичних розрахунків визначається як сума натягу S_2 в точці 2 та сили опору на натяжній зірочці конвеєра у вигляді

$$S_3 = k_{\text{нз}} S_2 + W_{\text{см}}, \quad (5.3.41)$$

де коефіцієнт запасу $k_{\text{нз}} = 1,05 \dots 1,07$ при куті охоплення зірочки 180° ; $W_{\text{см}} \approx 40$ Н – опір, що виникає при роботі стартового механізму. При підстановці значення $k_{\text{нз}} = 1,06$ у вираз (5.3.41) натяг S_3 у точці 3 дорівнює 2340 Н.

Натяг S_4 у точці 4 визначається як сума натягу S_3 в точці 3 та сили опору на робочій гілці конвеєра

$$S_4 = S_3 + W_{\text{рг}}, \quad (5.3.42)$$

при визначенні сили опору $W_{\text{рг}}$ на робочій гілці у свою чергу як суми сили опору $W_{\text{чрг}} = q_{\text{хг}} g L_{\text{пл}} \omega_{\text{рг}}$ транспортування маси рухомих частин конвеєра на робочій гілці, сили опору $W_{\text{тв}}$ транспортування вантажів та сили опору $W_{\text{св}}$, що виникає при скиданні вантажів, тобто

$$S_4 = S_3 + W_{\text{чрг}} + W_{\text{тв}} + W_{\text{св}}, \quad (5.3.43).$$

Матеріал та розміри роликів візка, що застосовуються на холостій і робочій гілках конвеєра є однаковими, тому коефіцієнт опору $\omega_{\text{рг}}$ руху візка по робочій гілці визначається у відповідності з визначенням цього коефіцієнта $\omega_{\text{хг}}$ для холостої гілки з додаванням додаткового опору $\omega_{\text{рг}} = \omega_{\text{хв}} + \Delta\omega_{\text{рг}}$, що виникає за рахунок конусності роликів і визначається у вигляді

$$\Delta\omega_{\text{рг}} = 4b_{\text{р}}\mu_{\text{тр}} \sin \beta_{\text{к}}/3D_{\text{р}}, \quad (5.3.44)$$

де $b_{\text{р}} = 20$ мм та $\beta_{\text{к}} = 12^\circ$ – відповідно значення ширини та кута конусності ролика за яких $\omega_{\text{рг}} = 0,131$, $W_{\text{чрг}} = 1308,9$ Н.

За наявності на конвеєрі вантажів з масою, що дорівнює x_A , сила опору при їх транспортуванні визначається у вигляді

$$W_{\text{тр}} = \omega_{\text{рг}} g x_A \quad (5.3.45)$$

і при підстановці відповідних виразам (5.3.37) та (5.3.38) значень навантаження дорівнює $W_{\text{тр сн}} = 136 \text{ Н}$ та $W_{\text{тр гн}} = 916 \text{ Н}$ для середнього та граничного навантаження.

Сила опору $W_{\text{св}}$, що виникає при скиданні вантажів залежить від їх маси, числа одночасного їх скидання та конструктивних параметрів скидачів і визначається для середнього навантаження з урахуванням скидання одного вантажу з середньою масою a_c при його розміщенні у центрі поворотної платформи, а для граничного навантаження – скидання n вантажів з максимальною масою a_{max} при їх найбільш віддаленому розміщенні від центра платформи у вигляді [2]

$$W_{\text{св}} = k_{\text{вш}} g(a_{\text{в}} + a_{\text{п}})l_{\text{цв}} \text{tg } \gamma_c(1 - \omega \text{tg } \gamma_c)/l_{\text{цп}}(1 - \omega_{\text{оп}} \text{tg } \gamma_c) \quad (5.3.46)$$

або [31]

$$W_{\text{св}} = (a_{\text{в}} l_{\text{цв}} + a_{\text{п}} l_{\text{цп}})(\text{tg } \gamma_c + \omega_{\text{оп}})/r_{\text{в}}, \quad (5.3.47)$$

де $k_{\text{вш}} = 1,1$ – коефіцієнт урахування втрат у шарнірі; $a_{\text{в}}$ та $a_{\text{п}} = 9 \text{ кг}$ – маса вантажу та платформи; $l_{\text{цв}}$ та $l_{\text{цп}} = 140 \text{ мм}$ – відстань центрів тяжіння вантажу та поворотної платформи до оісі обертання; $\omega_{\text{оп}} = 0,131$ – коефіцієнт опору руху ролика відхиляючого важеля по стрілці; $\gamma_c = 20^\circ$ – кут відхилення стрілки при скиданні вантажу; $r_{\text{в}} = 130 \text{ мм}$ – довжина відхиляючого важеля.

При підстановці відповідних значень в (5.3.46) для середнього та граничного навантаження сила опору $W_{\text{св сн}}$ та $W_{\text{св гн}}$ при скиданні одного вантажу відповідно складає 91 Н та 296 Н , а для граничного навантаження при одночасному скиданні 35 вантажів – 10361 Н .

Натяг S_4 у точці 4 при середньому навантаженні та граничному навантаженні за одночасного скидання 35 вантажів визначається шляхом підстановки відповідних значень у вираз (5.3.43) і відповідно складає $3876,1 \text{ Н}$ та $14305,9 \text{ Н}$, а за відсутності навантаження (холостий хід) – $S_{\text{хх}} = S_3 + W_{\text{рг}} = 2340 + 1308,9 = 3648,9 \text{ Н}$.

Втрати S_{4-1} на ланках від точки 4 до точки 1 визначаються опором на приводній зірочці у вигляді

$$S_{4-1} = k_{\text{пз}} S_4 \quad (5.3.48)$$

при підстановці коефіцієнта втрат $k_{\text{пз}} = 1,06$ і у свою чергу визначають необхідне тягове зусилля конвеєра у вигляді

$$W_{\text{т}} = k_{\text{пз}} S_4 - S_1, \quad (5.3.49)$$

яке при підстановці відповідних значень в (4.3.49) дорівнює: за середнього навантаження – $3108,6 \text{ Н}$; за граничного навантаження – $14163,3 \text{ Н}$; за відсутності навантаження – $2867,8 \text{ Н}$.

Потужність $N_{\text{п}}$ приводу, що забезпечує необхідне тягове зусилля $W_{\text{т}}$ визначається за формулою

$$N_{\text{п}} = W_{\text{т}} v_{\text{тр}}/1000\eta \quad (5.3.50)$$

і при підстановці відповідних значень тягового зусилля дорівнює 1,35 кВт за відсутності навантаження, 1,5 та 6,7 кВт при середньому та граничному навантаженні ($v_{\text{тр}} = 0,33$ м/с – швидкість руху конвеєра установки типу УСГ-К, $\eta = 0,7$ – ККД редуктора).

Значна різниця між значеннями потужності приводу при середньому та граничному (5,2 кВт) навантаженні вказує на доцільність розрахунку деякого оптимального значення тягового зусилля в межах його середнього та граничного значень, наприклад – тягового зусилля та відповідної потужності приводу, що забезпечує практичну ймовірність перевантаження $1 \cdot 10^{-6}$. При розрахунках по середньому навантаженні, ймовірність перевантаження буде дорівнювати 0,5, тобто незадовільною з практичної точки зору, а при розрахунках по граничному навантаженні ймовірність появи одного граничного випадку одночасного спрацьовування всіх n накопичувачів буде дорівнювати $1/n^n$, що при $n = 35$ складає $\approx 10^{-54}$ і забезпечує теоретично безвідмовну роботу конвеєра.

Основними етапами розрахунку оптимального значення тягового зусилля та потужності приводу розподільного конвеєра є розрахунок розподілу числа та маси вантажів на конвеєрі для визначення ймовірності перевантаження конвеєра для ряду значень навантаження в межах його середнього та граничного значень, побудова графіка залежності ймовірності перевантаження від значень навантаження, визначення із графіка відповідного заданій ймовірності перевантаження пошукового навантаження та розрахунок відповідного йому оптимального тягового зусилля і потужності приводу [2, 31].

Розподіл числа вантажів – ймовірність наявності (одночасного знаходження) на конвеєрі m при $m = 0 \dots 35$ визначається за законом нормального розподілу, у відповідності з виразом (5.3.15) у вигляді

$$P(n - m) = (\sqrt{2\pi}\sigma_1)^{-1} e^{-(m-M)^2/2\sigma_1^2}, \quad (5.3.51)$$

що визначає ймовірність наявності на конвеєрі $n - m$ вантажів при їх математичному очікуванні

$$M = (n - 1)/2 \quad (5.3.52)$$

та дисперсії

$$\sigma_1 = [(n^2 - 1)/\sigma n]^{-1/2} \quad (5.3.53)$$

де $\sigma = 3,05$ – середньоквадратичне відхилення маси посылки) [20].

Для зручності практичних розрахунків використовується функція нормованої щільності нормального розподілу [37], за якої вираз (5.3.51) набуває вигляду

$$P(n - m) = (1/\sigma_1) \varphi_0(S_1) = (1/\sigma_1) \varphi_0[(m - M)/\sigma_1]. \quad (5.3.54)$$

Ймовірність появи навантаження від 0 до $n - m$ до вантажів визначається як сума

$$\sum_{k=m}^n P(n - k) \quad (5.3.55)$$

та від $n - m$ до n вантажів – як сума

$$\sum_{k=0}^m P(n - k). \quad (5.3.56)$$

Для зручності виконання подальших розрахунків результати обчислення значень $P(n - m)$ зводяться в таблицю розподілу числа вантажів з колонками m , S_1 , $\varphi(S_1)$ та $P(m) = P(n - m)$. Значення першої колонки m від 0 або 1 до 34 або 35 відповідають числу вантажів на конвеєрі в кінці поточного та на початку наступного тактів. Для спрощення розрахунків до такої таблиці заносяться відповідні значення для $P(m) \geq 1 \cdot 10^{-6}$ [2, 31].

Ймовірність перевантаження конвеєра визначається у відповідності з виразом (5.3.19), тобто

$$P(mx > A_k | m) = P(m) P(mx > A_k) \quad (5.3.57)$$

для значень $A_k = 2x_{Ac}, 3x_{Ac}, \dots$, з урахуванням одержання значень $P(mx > A_k | m)$ для побудови інформативного графіка стосовно пошукового значення навантаження, що відповідає заданій ймовірності перевантаження конвеєра [31].

Для спрощення розрахунків розподілу ймовірності наявності конвеєра використовується нормована функція нормованого розподілу [37] за якої ймовірність появи навантаження конвеєра, що перевищує деяке значення A_k , визначається у вигляді [31]

$$P(mx > A_k) = 1 - F_0[(S_2) \approx 1,03[F_0(S_2) - F_0(-a_c)/\sigma]], \quad (5.3.57)$$

де $S_2 = (A_k - ma_c)/\sigma$.

Наприклад, при $A_k = 200$ кг та ймовірності надходження на конвеєрі 28 із $n = 35$ (для установки типу УСГ-К) можливих вантажів $P(m) = P(28) = 0,000012$, розрахованої у відповідності з виразом (5.3.54), ймовірність перевантаження конвеєра визначається за наступних обчислень:

$$S_2 = (A_k - ma_c)/\sigma_1 = (200 - 28 \cdot 6,1)/3,05 = 0,346;$$

$$P(mx > A_k) \approx 1,03[F_0(S_2) - F_0(-a_c)/\sigma] = 1,03[-F_0(0,346) - F_0(-6,1)/3,05] = 1,03 \cdot 0,612580;$$

$$P(mx > A_k | m) = P(28x > 200 | 28) = 0,000012 \cdot 1,03 \cdot 0,612580 = 0,000004.$$

Для зручності визначення, необхідного для побудови графіка сумарного значення перевантаження за усіма попередньо розрахованими суттєвими з практичної точки зору значеннями $P(m)$, відповідні значення розрахунку значень перевантаження при $A_k = 2x_{Ac}, 3x_{Ac}, \dots$, для окремого числа знаходження m вантажів на конвеєрі заносяться у відповідні таблиці з наступними колонками; m ; $P(m)$; S_2 ; $P(mx > A_k)$; $P(mx > A_k | m)$ [20].

За отриманими по кожній із таких таблиць значеннями сумарного значення ймовірності перевантаження $P_{\Sigma}(mx > A_k | m)$ будується графік залежності ймовірності перевантаження конвеєра від коефіцієнта k_{Π} перевантаження

$$k_{\Pi} = A_k / x_{Ac} = A_k / na_c. \quad (5.3.58)$$

Для компактності графіка значення $P_{\Sigma}(mx > A_k | m)$ доцільно прологарифмувати. Розрахункові точки графіка добре накладаються на пряму [20], тому для даного розгляду апроксимація лінії графіка для значень коефіцієнта перевантаження $2 < k_{\Pi} < 4$ відповідає наступній залежності [2]

$$\lg P[A_k / M(x_A) > k_{\Pi}] = -2,62k_{\Pi} + 4,5, \quad (5.3.59)$$

при потенціюванні якої вираз залежності ймовірності перевантаження конвеєра від коефіцієнта k_{Π} перевантаження набуває вигляду

$$P(A_k / M(x_A) > k_{\Pi}) = 10^{-2,62k_{\Pi} + 4,5}, \quad (5.3.60)$$

який дозволяє за заданою ймовірністю перевантаження визначити значення відповідного їй максимального навантаження конвеєра та необхідне оптимальне тягове зусилля і потужність приводу конвеєра.

Вираз (5.3.60) залежності між ймовірністю перевантаження конвеєра та його максимальним розрахунковим навантаженням є справедливим для будь-якого сортувального конвеєра незалежно від конструкції при $n = 35$ та рівноймовірного розподілу вантажів по накопичувачах [11]. Як зазначалось вище, сила опору, що виникає при транспортуванні вантажів, залежить від конструкції конвеєра і для конвеєра установки УСГ-К у відповідності з формулою $W_{\text{тр}} = \omega_p x_A$ складає при середньому навантаженні 136 Н та при граничному навантаженні – 916 Н.

Ймовірність перевантаження конвеєра в залежності від розрахункової сили $W_{\text{оп}}$ опору визначається при виконанні умови $272 \leq W_{\text{оп}} \leq 544$ Н у вигляді [2]

$$P(W_{\text{тр}} > W_{\text{оп}}) = 10^{-0,0192W_{\text{оп}} + 4,5}, \quad (5.3.61)$$

при прийнятті

$$W_{\text{op}} = k_{\text{п}} W_{\text{тр}}. \quad (5.3.62)$$

Ймовірність одночасної появи перевантаження за максимальної розрахункової сили W_{op} опору при транспортуванні та максимальної розрахункової сили $W_{\text{ор ск}}$ опору при скиданні визначається у вигляді

$$P(W_{\text{сн}} > W_{\text{op}} + W_{\text{ор ск}}) \leq P(W_{\text{сн}} > W_{\text{op}})P(W_{\text{сн}} > W_{\text{ор ск}}) = 10^{-0,0192W_{\text{op}} - 0,054W_{\text{ор ск}} + 4,5}. \quad (5.3.63)$$

Співвідношення між сумарним $W_{\text{сн}}$ та розрахунковим W_{op} навантаженням (силами опору) для розрахунку відповідної останньому потужності приводу при заданій ймовірності перевантаження визначається шляхом прирівнювання виразу (5.3.63) і необхідного значення ймовірності перевантаження у вигляді $0,0192W_{\text{op}} + 0,054W_{\text{ор ск}} + 4,5 = -6$ або після перетворення – у вигляді $3,55W_{\text{op}} + W_{\text{ор ск}} = 1950$ та з урахуванням, що $W_{\text{сн}} = W_{\text{op}} + W_{\text{ор ск}}$, остаточно – у вигляді [2]

$$W_{\text{сн}} = 1950 - 2,55W_{\text{op}}. \quad (5.3.64)$$

При прийнятті значення коефіцієнта $k_{\text{п}} = 2$ сумарне навантаження $W_{\text{сн}}$ дорівнює $W_{\text{сн}} = 1950 - 2,55 \cdot 272 = 12564,4$ Н. Натяг на ланці між точками 4 – 1 конвеєра з урахуванням виразу (4.3.48) визначається у вигляді

$$\begin{aligned} S_{4-1} &= 1,06[S_3 + g\omega_{\text{р}}q_{\text{хг}}L_{\text{пл}} + W_{\text{сн}}] = \\ &= 1,06[2340 + 10 \cdot 0,131 \cdot 25,62 \cdot 39 + 1256,4] = 5200 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Відповідне розрахунковій силі W_{op} опору тягове зусилля буде дорівнювати $W_{\text{т}} = 5200 - 1000 = 4200$ Н, а необхідна оптимальна потужність приводу для забезпечення ймовірності перевантаження $1 \cdot 10^{-6}$ у відповідності з виразом (5.3.50), буде дорівнювати $N_{\text{п}} = 4200 \cdot 0,33 / 0,7 \cdot 1000 \approx 2$ кВт, тобто буде значно меншою порівняно з визначеним вище значенням $N_{\text{пт}} = 6,7$ кВт для граничного максимального навантаження.

Контрольні питання до розділу 5

1. Наведіть основні елементи функціональної структури УСВП.
2. Поясніть принципи дії та конструктивні вузли комплексу живлення УСВП.
3. Поясніть принципи дії та наведіть основні конструкції пристроїв завантаження УСВП.
4. Наведіть типи розподільних конвеєрів УСВП, та поясніть їх основні конструктивні рішення.
5. Наведіть основні типи пристроїв розвантаження розподільних конвеєрів УСВП, та поясніть їх конструктивні відмінності.
6. Наведіть основні типи накопичувачів та параметри, що визначають їх надійність та ударні навантаження.
8. Наведіть етапи розрахунків щодо оптимізації тягового зусилля та потужності приводу УСВП

РОЗДІЛ ШОСТИЙ

КОМПЛЕКСИ ОБЛАДНАННЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ ЛІНІЇ ОБРОБЛЕННЯ ПИСЬМОВОЇ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ

6.1 Класифікація та способи компонування автоматизованих ліній

Автоматизовані лінії мають різноманітну структуру та конструктивне виконання в залежності від їх призначення, рівня автоматизації та конкретних умов застосування.

Вибір взаємного розположення та способів зв'язку окремих машин вирішується *задачами компонування ліній*. Однією з найважливіших задач компоновки лінії є забезпечення високої продуктивності, як окремих машин, так і лінії в цілому.

За характером транспортних зв'язків між окремими машинами та розподілу між ними запасів поштових відправлень, що оброблюються, *автоматизовані лінії* поділяються на три групи [4]:

- лінії з жорстким зв'язком між усіма робочими позиціями (машинами);
- лінії з гнучким зв'язком між усіма робочими позиціями;
- лінії з напівгнучким зв'язком, в яких гнучко зв'язані окремі ланки машин.

У *лініях з жорстким зв'язком* при зупинці однієї з машин, усі інші також зупиняються, тому що між ними відсутні проміжні накопичувачі запасу поштових відправлень, які у необхідний час можуть уводитись у машину.

У *лініях з гнучким зв'язком* за рахунок установаження проміжних (буферних) накопичувачів між усіма робочими позиціями, зупинка будь-якої машини не призводить до зупинки лінії через несвоєчасне подання відправлень до того часу, поки не вичерпаються або переповняться відповідні накопичувачі.

У *лініях з напівгнучким зв'язком* застосовують ланки машин з жорстким зв'язком, між якими установажені проміжні накопичувачі. У випадку зупинки попередньої ланки, наступна ланка отримує відправлення з проміжного накопичувача. Якщо попередня ланка працює, а наступна зупиняється, то відправлення з попередньої ланки надходять до проміжного накопичувача, що знаходиться між ланками.

Наявність проміжних накопичувачів між окремими машинами або ланками зменшує позациклові втрати та підвищує продуктивність лінії [2, 4, 5, 35]. На рис. 6.1 наведені схеми агрегатування (з'єднання) машин в лінії. В залежності від трудомісткості оброблення поштових відправлень на окремих операційних ланках, продуктивності обладнання та програми оброблення застосовуються однопоточні та багатопоточні автоматизовані лінії з *послідовним, паралельним або паралельно-послідовним агрегатуванням* машин.

При *послідовному агрегатуванні (однопоточна лінія)* кожна машина виконує окрему операцію або декілька операцій, які не виконуються іншими машинами (рис. 6.1, а). Зупинка машини за відсутності проміжних накопичувачів викликає зупинку всієї лінії. У разі застосування в такій

однопоточній лінії машин з різною продуктивністю, ефективність лінії обмежується тактом подачі відправлень машини з найменшою продуктивністю, внаслідок чого інші машини будуть працювати у недовантаженому режимі. За такого компоновання значно скорочується міжопераційна транспортна система за рахунок відсутності потреби розподілу відправлень між проміжними накопичувачами та узгодження останніх з машинами.

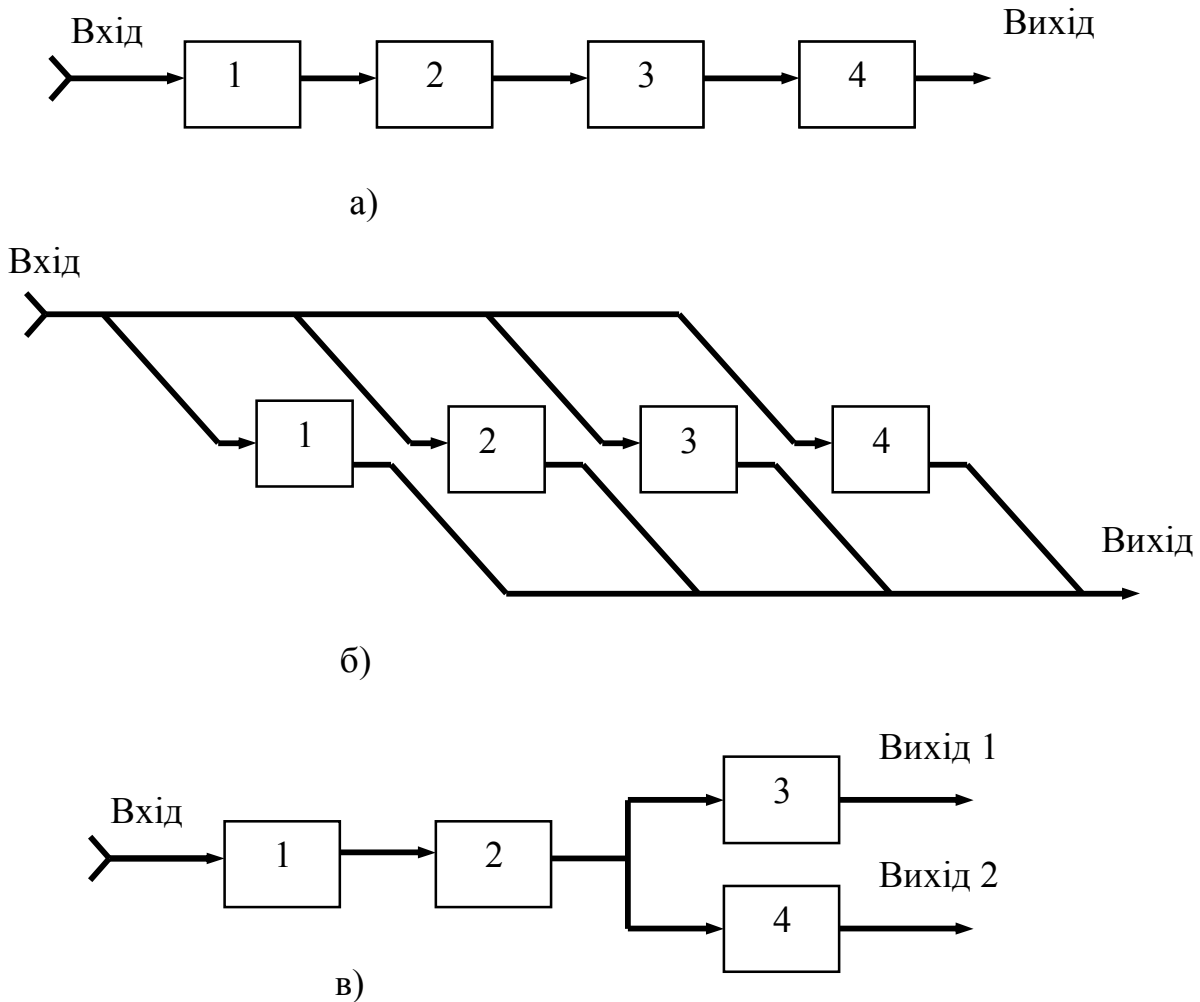


Рис. 6.1

На рис. 6.2 наведена структурна схема однопоточної лінії оброблення письмової кореспонденції фірми “Telefunken” [4]. Рівень автоматизації цієї лінії є невисоким внаслідок застосування операції напівавтоматичного кодування кореспонденції на робочих місцях операторів. На вході лінії машина розбирання МРЛ виконує селекцію нестандартних за розмірами та жорсткістю листів. Стандартні листи через буферний накопичувач (БН1) надходять до лицювально-штемпелювальної машини ЛШМ, яка забезпечує селекцію листів без поштових марок, лицювання та штемпелювання стандартної кореспонденції, її накопичення в буферному накопичувачі БН2. Із БН2 кореспонденція надходить по транспортних каналах (ТК) до робочих місць кодування (РМК). На робочих місцях кодування оператори за допомогою

клавішних пультів виконують кодування листів у відповідності з нанесеним на нього відправником цифровим адресним кодом (індексом).

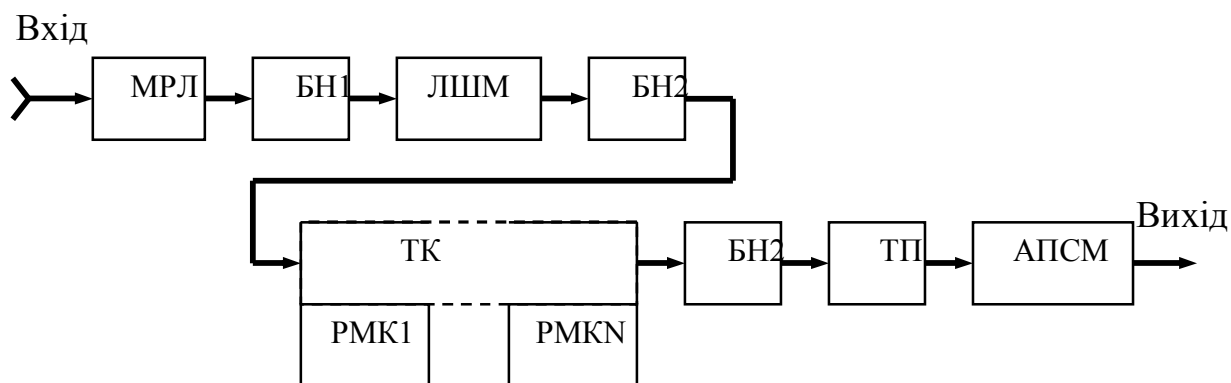


Рис. 6.2

У процесі кодування кододрукувальні пристрої наносять на листи флуоресцентний штриховий код [9] (системи кодування розглядаються нижче). За результатами уведення адресних ознак в керуючий пристрій операторами кодування, виконується також попереднє сортування кореспонденції по інтенсивних напрямках у відповідні їм накопичувачі.

Кореспонденція одного з вибраних інтенсивних напрямів може безперервно надходити через третій буферний накопичувач БН3 та підйомно-транспортуючий пристрій (ТП) в автоматичну листосортувальну машину АПСМ. Детальне сортування по кожному з інтенсивних загальних напрямів виконується послідовно у відповідності зі змінними програмами сортування. Гнучкий зв'язок у розглянутій лінії забезпечується застосуванням буферних накопичувачів БН1, БН2 та БН3, які забезпечують на певний час роботу лінії при зупинці однієї з машин.

На рис. 6.3 наведено схему компонування однопоточної автоматизованої лінії фірми "NEC" (Японія). Як і попередня лінія, вона виконана шляхом послідовного агрегування з гнучким зв'язком. Суттєве підвищення рівня автоматизації в цій лінії досягається за рахунок застосування системи автоматичного кодування (САК).

Із МРЛ стандарті листи надходять до ЛШМ, яка обладнана оптико-електричним пристроєм виявлення наявності цифрового поштового індексу, що наноситься на поверхню листа відправником. За наявності поштового індексу листи з ЛШМ надходять до оптично-електричної системи автоматичного кодування САК, а за відсутності індексу – до ланок робочих місць кодування ЛРМК, що забезпечують паралельне багатопозиційне оброблення. Листи з нечітко написаними цифровими знаками поштового індексу також надходять із САК до робочих місць кодування.

Після кодування листи транспортуються до машини загального сортування МЗС, з якої їх відповідна частина надходить до машини детального

сортування МДС. Між машинами установлені буферні накопичувачі БН1, БН2, БН3, що забезпечують гнучкі міжагрегатні зв'язки за допомогою міжопераційної транспортно-розподільної системи з пристроями комутації ПК1, ПК2, ПК3 та об'єднання потоків листів ПО1, ПО2, ПО3.

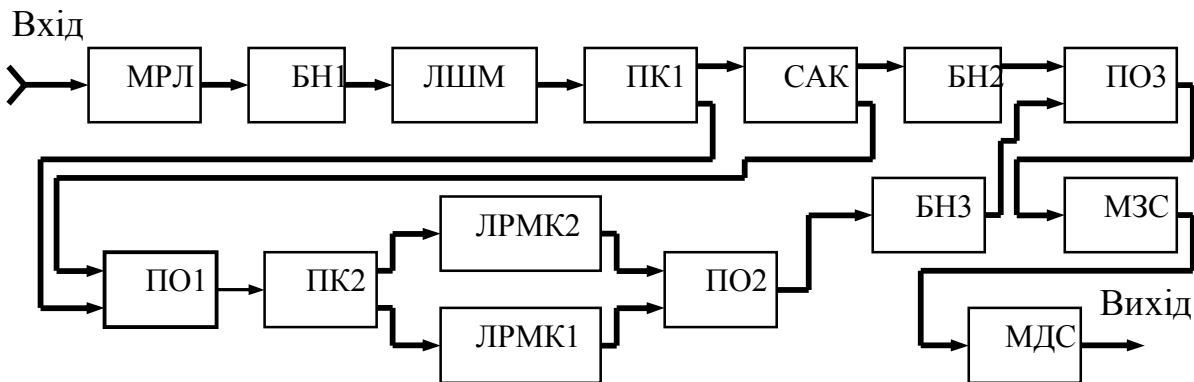


Рис. 6.3

Наведені приклади ілюструють склад та взаємодію основних структурних елементів найбільш поширених поточних автоматизованих ліній, а також ускладнення системи міжопераційного транспортування при застосуванні додаткових операцій оброблення.

При *паралельному агрегуванні* всі машини в лінії виконують одні і ті ж самі операції (рис. 6.1,б). Зупинка будь-якої машини не викликає зупинки лінії, а тільки зменшує її продуктивність. *Паралельно-послідовне агрегування* машин (рис. 6.1,в) в *багатопоточну лінію* застосовується у випадку, коли технологічні та конструктивні методи підвищення продуктивності (диференціювання та концентрація операцій, інтенсифікація режимів оброблення, поділ ліній на ланки) не дозволяють одержати необхідну продуктивність при застосуванні на кожній операції однієї машини. Тому на самих трудомістких операціях устанавливаються паралельно функціонуючі машини, а за необхідності – на всіх операціях. Застосування різної кількості машин на окремих операціях у відповідності з тривалістю операцій дозволяє підвищити коефіцієнт навантаження обладнання у багатопоточних лініях.

На рис. 6.4 наведена схема багатопоточної автоматизованої лінії централізованого оброблення письмової кореспонденції. На вході та на між паралельно з'єднаними машинами установлені комплекси накопичення та розподілу (КН), а між послідовно з'єднаними машинами – буферні накопичувачі БН. З МРЛ та ЛШМ кореспонденція послідовно надходить до машин загального сортування МЗС. На цих машинах виконується сортування по обласних центрах кореспонденції, що підлягає детальному сортуванню у даному центрі (зональному вузлі) та загальне сортування по обласних центрах кореспонденції, яка не підлягає детальному сортуванню у даному центрі.

Після машин загального сортування устанавливається загальний для всіх цих машин груповий бункер-накопичувач (комплекс накопичення), з якого

одна частина кореспонденції надходить до машин детального сортування МДС, а друга частина (на адресу великих міст та обласних центрів) – повз ці машини та через бункер-накопичувач до комплексів формування постпакетів КФП. Сформовані постпакети надходять через бункер-накопичувач до установок сортування постпакетів (УСПП) за напрямками, у відповідності з розкладом засобів їх зовнішнього транспортування. Застосування численних засобів міжопераційного накопичення КН та БН дозволяє значно скоротити простої та підвищити коефіцієнт готовності лінії [4].

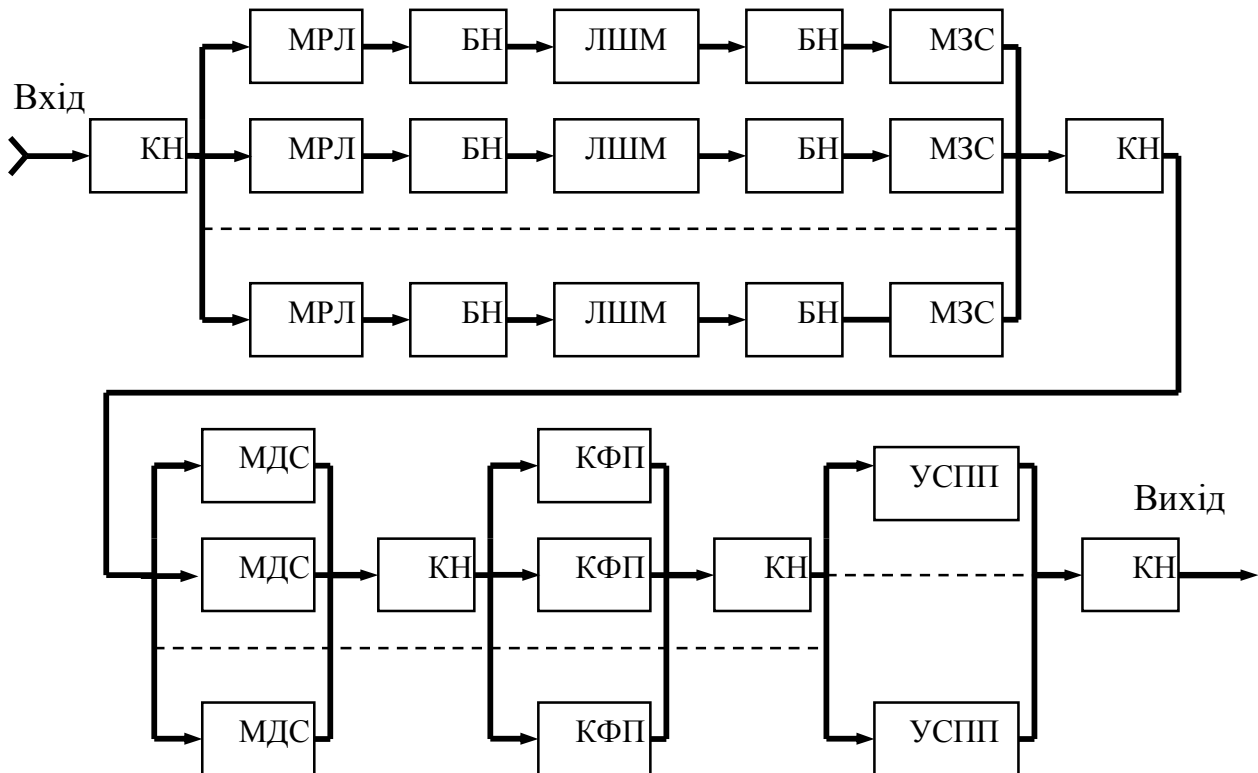


Рис. 6.4

За взаємодією системи транспортування з поштовими відправленнями автоматизовані лінії та їх окремі ланки (машини) поділяються на наступні типи [4]:

1. *Лінії з обробленням поштових відправлень після знімання їх з несучого органу* (наприклад, при автоматизації операції формування постпакетів). Недоліком таких ліній є збільшення циклу оброблення на час взаємодії машини з системою транспортування (розвантаження для оброблення та завантаження після оброблення). Це зменшує продуктивність лінії та ускладнює лінію за рахунок необхідності встановлення автоматичних пристроїв перевантаження.

2. *Лінії з зупинкою поштових відправлень на робочих місцях* на час їх оброблення без знімання з несучого органу. Система транспортування таких ліній менш складна, ніж у ліній першого типу, але потребує додаткових часових та матеріальних витрат на позиціонування поштових відправлень. Ефективність застосування багатопозиційних кільцевих ліній такого типу

зумовлена можливістю суміщати в них час завантаження чи розвантаження одних позицій з часом оброблення поштових відправлень на інших позиціях.

3. *Лінії без знімання поштових відправлень з робочого органу* та їх оброблення без зупинки. Цей тип ліній є найбільш ефективним, тому що дозволяє суміщати час оброблення поштових відправлень з часом їх транспортування та розвантаження, що забезпечує високу продуктивність. Саме тому, в більшості поштооброблювальних машин (МРЛ, ЛШМ, ЛСМ) застосовується оброблення поштових відправлень у такий спосіб.

При виборі способу компоновання (структури) та визначенні параметрів автоматизованої лінії найбільш важливим є вирішення наступних питань [5]:

- вибір способу зв'язку пристрою автоматичного уведення адресних ознак з АЛСМ;

- вибір способу передавання письмової кореспонденції між пристроями та машинами АЛ;

- визначення типів та оптимальної ємності засобів міжопераційного накопичення.

Варіанти компоновання автоматизованих ліній оброблення письмової кореспонденції на основі застосування цифрочитального пристрою – ЦЧП наведені на рис. 6.5.

Передача кореспонденції між етапами оброблення може виконуватись поштучно або партіями. Основними пристроями, які додатково необхідно включити до складу автоматизованої лінії разом з машинами розбирання, лицювання-штемпелювання та сортування письмової кореспонденції *при поштучному способі передавання*, є наступні: накопичувач (Н), сепаратор (С), пристрій транспортування листів (ПТЛ); *при передаванні кореспонденції партіями*: пристрій вивантаження ящиків з кореспонденцією (ПВЯ), автоматизований стелаж накопичення ящиків (АСЯ), конвеєр транспортування ящиків (КТЯ), пристій подачі порожніх ящиків до АЛСМ (ППЯ); при сумісному застосуванні обох способів: пристрій розвантаження листів із ящиків (ПРЯ), комплекс формування постпакетів (КФП), накопичувач (накопичувач-живильник) постпакетів (НПП), пристій автоматичного зчитування адресних ознак (цифрового поштового індексу) з листів, поштових карток та постпакетів.

Компоновка автоматизованої лінії з поштучним передаванням кореспонденції потребує невеликої кількості додаткових елементів, разом з цим вона є менш гнучкою з точки зору коефіцієнта використання лінії за показниками завантаження та надійності [5].

Компоновка автоматизованої лінії з передаванням кореспонденції в ящиках (касетах) потребує застосування високовартісних автоматичних пристроїв вивантаження ящиків із АЛСМ та установа на їх місце порожніх, автоматизованого стелажа з програмним керуванням для накопичення та подання ящиків до машини детального сортування. Разом з цим, така компоновка надає значні можливості адаптації відносно зміни величини та структури потоків кореспонденції й оптимального розміщення обладнання, дозволяє проводити поетапне впровадження автоматизованих пристроїв оперування з ящиками.

Компоновка лінії з жорстким зв'язком АЛСМ потребує мінімальної кількості елементів міжопераційного транспортування, проте призводить до зменшення числа накопичувачів, за якими може здійснюватись сортування, значного зниження продуктивності ТРС машини детального сортування. Більш ефективною є компоновка АЛ з використанням *комбінованого передавання кореспонденції* в касетах (ящиках) та поштучно, яке дозволяє використати переваги обох способів передавання (рис. 6.5,в). При виборі варіанта компоновки враховується можливість виділення в окремий комплекс пристрою автоматичного зчитування адресних ознак шляхом його функціонального поєднання з кододрукувальним пристроєм (КДП) [5, 10].

Наприклад, при відокремленні складного ЦЧП, вартість якого є значною, від АЛСМ і використанні його в комплексі з кододрукувальним пристроєм, який наносить на листи двійковий код, цифровий індекс зчитується один раз, а наступні етапи сортування виконуються за допомогою відносно простих кодочитальних пристроїв – КЧП, що встановлюються на АЛСМ. Таке компонування АЛ зменшує капітальні витрати на ЦЧП, але потребує додаткових пристроїв: КДП, КЧП та буферного накопичувача, в якому суміщаються операції накопичення та сепарації. Розглянуті варіанти застосування ЦЧП наведені на рис. 6.6: а) схема безпосереднього застосування ЦЧП для зчитування цифрового поштового індексу у складі АЛСМ; б) схема застосування ЦЧП у складі системи автоматичного кодування (САК – електронний кодувач) та застосування КЧП у складі АПСМ. На вхід 2 пристрою уведення (ПУ) АПСМ надходить заздалегідь кодована кореспонденція, яка після зчитування коду уводиться в розподільну систему (РС) ЛСМ.

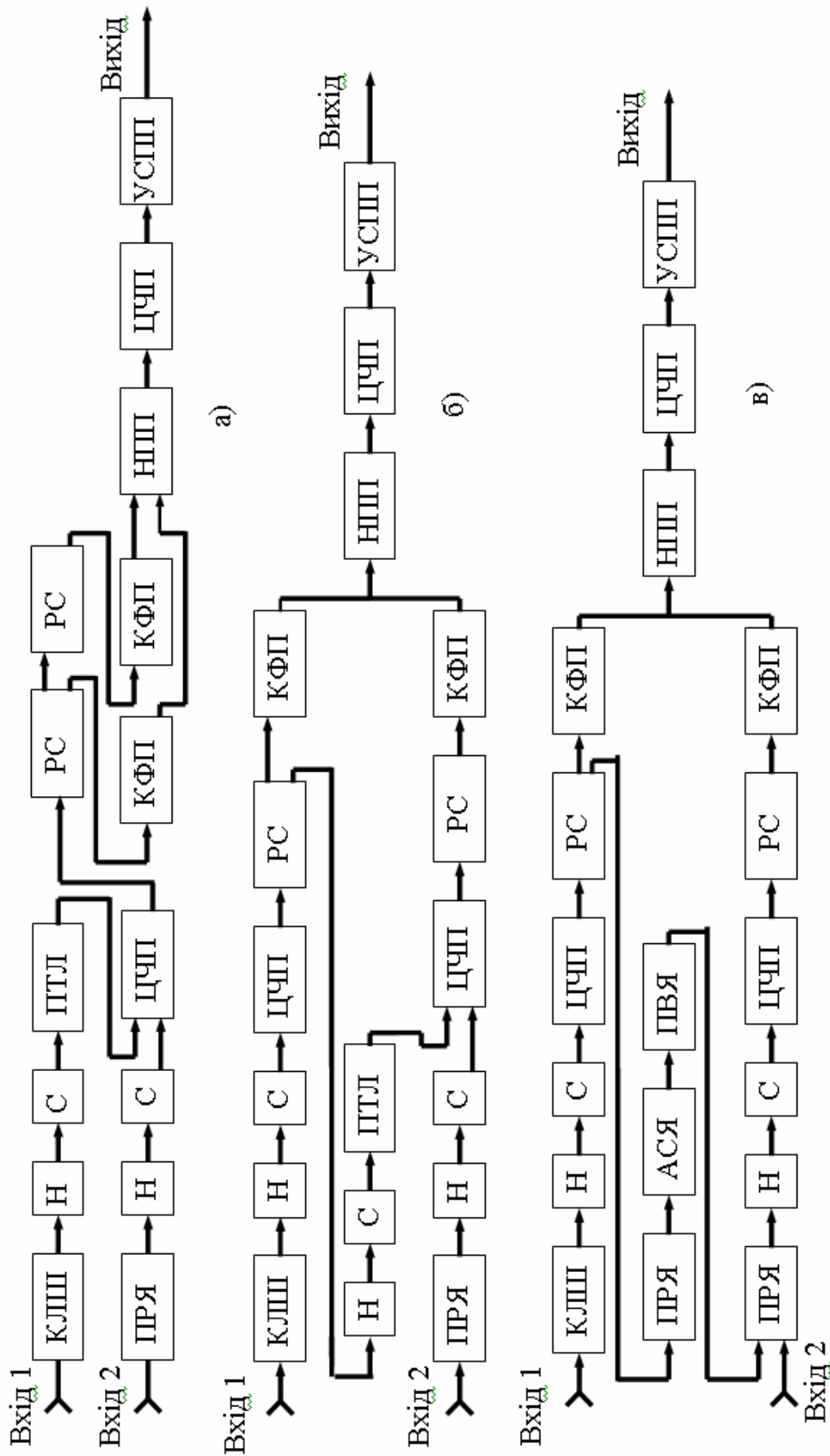


Рис. 6.5. Варіанти компоновки АЛ оброблення письмової кореспонденції:

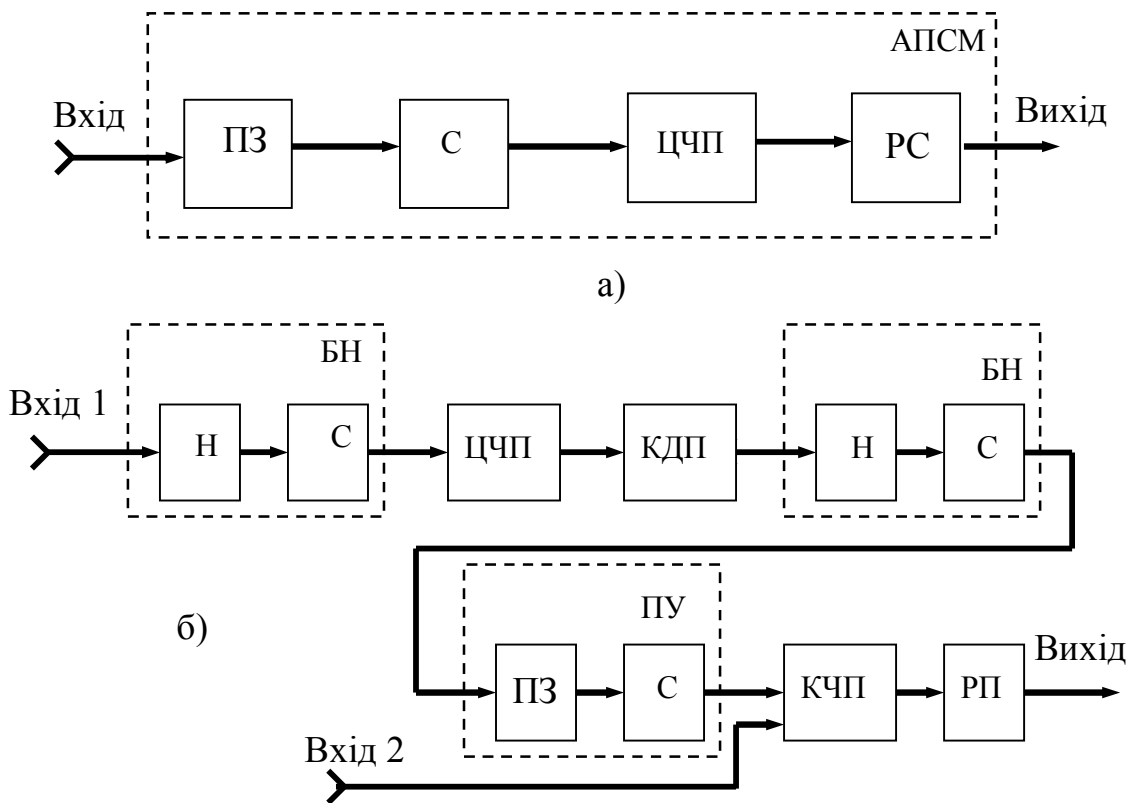


Рис. 6.6

Застосування вхідного та вихідного буферних накопичувачів (БН) у складі САК забезпечує гнучкі зв'язки при його агрегуванні до складу автоматизованих ліній.

6.2 Функціональна структура, технічні характеристики комплексів обладнання та автоматизованих ліній

В основі розробки вітчизняних автоматизованих поточних ліній застосовані новітні прогресивні технології з використанням високопродуктивного обладнання та шестизначного цифрового коду (індексу) для автоматизації найбільш трудомісткої операції сортування письмової кореспонденції [2, 4, 5, 6, 10, 35].

Автоматична листосортувальна машина при застосуванні такої системи кодування, виконує розподіл листів по накопичувачах, у відповідності з їх адресними ознаками шляхом ідентифікації груп цифрових поштових індексів програмою сортування.

Вибір системи ідентифікації адреси ПВ з напрямом сортування в АЛСМ має важливе значення і значною мірою визначає ефективність її застосування. При розробці вітчизняних АЛСМ враховувались наступні відомі чотири способи ідентифікації адреси письмової кореспонденції з напрямом сортування: зчитування адреси оператором та безпосереднє її уведення за допомогою клавіатури у вигляді коду накопичувача напряму сортування; зчитування адреси оператором та нанесення спеціальним пристроєм з

клавіатурою спеціальних знаків (поштового коду або поштового індексу) на лист для можливості їх подальшого автоматичного зчитування (ідентифікації) в ЛСМ; автоматичне зчитування машинописного або рукописного цифрового індексу (поштового коду), що наноситься відправником у відповідному місці поштового відправлення; *автоматичне зчитування адреси* відправлення і вибір із неї адресних ознак для автоматичного сортування [5, 7].

Проведена оцінка виявила, що перші два способи є малоефективними, тому що попереднє кодування з відносно низькою продуктивністю операторів збільшує вартість системи сортування та час оброблення кореспонденції за рахунок додаткового етапу її кодування [5].

Значне скорочення витрат робочого часу на сортування та його термінів можливо одержати на основі застосування автоматичного зчитування поштового коду.

Четвертий спосіб може бути ефективним тільки за умов переважної більшості листів з машинописною адресою (в країнах західної Європи до 80% [5]), яка на час розробки АЛСМ типу МАП складала статистичну величину 1% [38]. Існуючі пристрої зчитування рукописного тексту адреси не задовольняють вимогам надійності, швидкодії та прийнятної вартості.

При розробці вітчизняних автоматичних листосортувальних машин був вибраний третій, із наведених вище, спосіб автоматичного зчитування рукописного стилізованого цифрового індексу [5, 6, 7, 8, 14], який наноситься поверх спеціальної трафаретної сітки в нижньому лівому куті конверта або поштової картки. Такий вибір зумовив також можливість використання пошукових міток, зліва від знаків поштового індексу, як ознак лицювання для вітчизняних машин ЛШМ-3, ЛШМ-4 [2, 5].

Впровадження автоматичного сортування за цифровим поштовим індексом потребує забезпечення високого рівня індексації кореспонденції населенням (понад 70%), застосування централізованого способу автоматизованого її оброблення, за якого можливе ефективне застосування високовартісних пристроїв автоматичного зчитування рукописного цифрового індексу з великою швидкістю (34 зн/с), що наноситься різним почерком, кольором, контрастом на конверти та поштові картки з різною якістю паперу.

Розробка АЛСМ для вітчизняних АЛ виконана на основі аналізу досягнень в області автоматичного оброблення письмової кореспонденції і прогнозування наступних основних параметрів та вимог до перспективних листосортувальних машин: забезпечення продуктивності 40000 лист./год. та автоматичного розвантаження накопичувачів; зменшення габаритів машини порівняно з існуючими; універсальність конструкції для забезпечення роботи в режимах попереднього та детального сортування. Вирішення цих задач проводилось у розробці універсальної роторної автоматичної листосортувальної машини для загального та детального сортування МАП-У.

Автоматизований технологічний процес оброблення письмової кореспонденції застосовується у великих центрах (вузлах) і включає: конвеєрну систему транспортування мішків з письмовою кореспонденцією до робочих

мість; лінію оброблення вхідної кореспонденції; лінію оброблення вихідної кореспонденції; лінію оброблення транзитної кореспонденції [2, 4, 5, 6].

Мішки з кореспонденцією надходять до робочих мість по підвісному ланцюговому конвеєру ЦТК, який об'єднує наступні робочі позиції: приймання мішків з кореспонденцією, що надходять з автомобільних маршрутів та аеропортів; розпакування мішків з вхідною кореспонденцією, відсортування постпакетів від бандеролей; розпакування постпакетів та укладання листів в ящики; розпакування мішків з транзитними листами та бандеролями з розбиранням їх за видами, укладенням постпакетів та бандеролей на транспортери; розпакування мішків, що надходять з відділень зв'язку та центрів оброблення з відсортуванням бандеролей; розпакування постпакетів та укладання листів в ящики; розпакування мішків з листами, які вийняті з поштових скриньок; розбирання та вкладення кореспонденції в ящики для міжопераційного транспортування.

Лінія оброблення вхідної кореспонденції. На вході *лінії оброблення вхідної кореспонденції* мішки з вхідною кореспонденцією транспортуються конвеєром та розпаковуються над бункером машини обезпилювання ПОМ-6. Після обезпилювання кореспонденція надходить по нахиленому транспортеру машини ПОМ-6 до робочих мість розподілу постпакетів з кореспонденцією або з переказами до робочих мість розподілу простих та рекомендованих бандеролей.

Рекомендовані бандеролі та постпакети з переказами та нестандартною кореспонденцією укладаються в ящики і транспортуються конвеєрами КАЯ до відповідних мість оброблення. Прості бандеролі подаються системою транспортерів до пристрою попереднього накопичення (механізованого накопичувача), що установлюється безпосередньо перед стартовим столом установки для сортування постпакетів та бандеролей по мішках. Постпакети зі стандартною письмовою кореспонденцією транспортуються до робочих мість розпакування та завантаження в ящики.

Лицювально-штемпелювальна машина (ЛШМ-3, ЛШМ-4) забезпечує продуктивність 28000 лист/год. Нестандартна кореспонденція перевантажується в ящики і конвеєром КАЯ транспортується до мість ручного сортування. Після сортування за допомогою пачкообв'язуючих машин пачки листів формуються у постпакети, які по вузькострічкових транспортерах надходять до механізованого накопичувача для подальшого їх завантаження в установку сортування постпакетів та бандеролей.

Стандартна вхідна кореспонденція надходить до АЛШМ для штемпелювання та укладання в ящики. Ящики зі стандартною вхідною кореспонденцією транспортується від АЛШМ до АЛСМ, яка виконує сортування вхідної кореспонденції. До цієї машини також надходять ящики з місцевою кореспонденцією, виділеною на першому етапі сортування вихідної кореспонденції. Після сортування, кореспонденція надходить до комплексу формування постпакетів і далі до установки сортування постпакетів та простих бандеролей по накопичувачах, в якості яких застосовуються з'ємні мішки. Після заповнення мішків вони знімаються з установки сортування,

запаковуються та направляються по конвеєру ЦТК для здавання через вікна обміну на автомобілі.

Лінія оброблення вихідної кореспонденції. На вході *лінії оброблення вихідної кореспонденції* мішки з вихідною кореспонденцією розкриваються над бункером машини розбирання листів. Вихідна кореспонденція, як правило, не обезпилюється, тому що вона має меншу тривалість транспортування порівняно з вхідною та транзитною. З машин розбирання листів негабаритна кореспонденція надходить в ящиках до місць ручного оброблення, а стандартна – до АЛШМ для лицювання, штемпелювання та укладання в уніфіковані ящики. Від АЛШМ ящики зі стандартними листами (що мають поштовий індекс) надходять до автоматичної машини загального сортування, через проміжний накопичувач, який вирівнює нерівномірність надходження листів, забезпечуючи безперервне функціонування АЛСМ. У вітчизняних листосортувальних машинах застосовуються два типи накопичувачів: ємністю 800 ... 1000 листів, призначений для накопичення листів, які проходять наступне детальне сортування; ємністю 150 листів (постпакетний накопичувач), призначений для накопичення листів, що не підлягають детальному сортуванню. Кількість напрямів загального сортування 200 ... 300, серед яких 10 ... 20 накопичувачів для листів, що потребують детального сортування [4].

При заповненні постпакетних накопичувачів пачки листів розвантажуються з них на секціонований конвеєр, по якому вони надходять до комплексу обв'язування пачок у постпакети та укладання під перев'язь ярлика. При цьому автоматизованою системою керування може контролюватись процес адресування постпакетів. Далі постпакети транспортуються до робочих місць завантаження для автоматичного (напівавтоматичного) сортування на установці УСБ-М по накопичувачах (мішках).

Для вирівнювання навантаження на УСБ-М перед робочими місцями завантаження застосовується механізований накопичувач. Продуктивність комплексу формування постпакетів та установки їх сортування УСБ-М складає близько 3000 постпакетів/год.

Листи, що підлягають детальному сортуванню, розвантажуються в касетах з великих накопичувачів і подаються до автоматичної машини детального сортування. В машині застосовується декілька програм сортування, за якими протягом доби виконується сортування по одних і тих самих накопичувачах листів різних напрямів, у залежності від часу відправлення засобів транспортування та контрольних термінів відправлення. Перед машиною детального сортування передбачена можливість попереднього накопичення та тимчасового зберігання ящиків з листами, у відповідності з програмою сортування.

Лінія оброблення вихідної та транзитної кореспонденції. На вході *лінії оброблення транзитної кореспонденції* транзитна кореспонденція в мішках подається конвеєром ЦТК до місць їх розкриття над бункером обезпилюючої машини ПОМ-6 [4]. Після обезпилювання виконується розбирання вкладень. Прості бандеролі та постпакети з письмовою кореспонденцією надходять по конвеєрах у відповідні механізовані накопичувачі, установлені поряд з

пристроями завантаження УСБ-М. Постпакети з кореспонденцією, що не підлягає сортуванню, та бандеролі в результаті сортування на УСБ-М надходять до мішків накопичувачів, а постпакети з кореспонденцією, що підлягає сортуванню, розпаковуються й остання надходить в уніфікованих ящиках по конвеєру КАЯ до автоматичних листосортувальних машин. Далі транзитна кореспонденція обробляється разом з вихідною.

Рекомендовані бандеролі та постпакети з переказами з робочих місць розпакування мішків разом з негабаритною кореспонденцією транспортуються в ящиках конвеєром КАЯ до робочих місць сортування (до сортувальних шаф). Уніфіковані ящики, що транспортуються конвеєром КАЯ, застосовуються як тимчасові накопичувачі касет для автоматичних машин, а також придатні для ручного сортування.

Ефективність застосування автоматичних листооброблювальних машин залежить від об'єму поштового навантаження. Згідно з [4] границі ефективного застосування АЛШМ, АМРЛ – АЛШМ, АЛСМ мають наступні значення необхідного навантаження тис, лист/доб:

– трудові витрати відповідно	50, 80, 200;
– експлуатаційні витрати Е	46, 46, 200;
– наведені витрати $\Pi = E \cdot K_e \cdot K$	68, 80, 350,

де $K_e = 0,15$ – коефіцієнт ефективності, капітальні вкладення на придбання та монтаж обладнання.

На рис. 6.7 наведена схема розміщення обладнання *автоматизованої лінії з застосуванням машин загального та детального сортування.*

Вхідна та транзитна кореспонденція об'єднується на робочих позиціях та оброблюється у змішаному вигляді одночасно.

Мішки з вихідною кореспонденцією транспортуються підвісним ланцюговим штовхаючим конвеєром ЛШК до робочих місць розвантаження. Конвеєр ЛШК має систему адресування вантажів за робочими місцями, а його траса може змінювати своє положення у горизонтальній та вертикальній площинах. Вихідна кореспонденція не обезпилюється, тому вона безпосередньо висипається із мішків у бункер машини розбирання листів МРЛ-2, з якої стандартні листи та поштові картки безперервним потоком надходять до лицювально-штемпелювальної машини ЛШМ-3. Нестандартна кореспонденція накопичується в ящиках, що транспортуються конвеєром адресування ящиків – КАЯ та стрічковим транспортером (СТ) до місць ручного сортування – МРС. Конвеєр КАЯ, як і ЛШК – просторового типу. Ящики переміщуються за допомогою штовхаючого елемента по направляючих з шариковими опорами до відповідного пристрою автоматичного розвантаження – ПАР, який визначається системою адресування з адресоносіями.

Від АЛШМ стандартні листи транспортуються в ящиках конвеєром КАЯ до автоматичних машин загального сортування (МЗС) за адресою обласних центрів та великих міст. Після загального сортування стопи листів автоматично розвантажуються із накопичувачів та транспортуються секціонованими конвеєрами розвантаження (СКР) до пачкообв'язуючих машин типу МВУ [2].

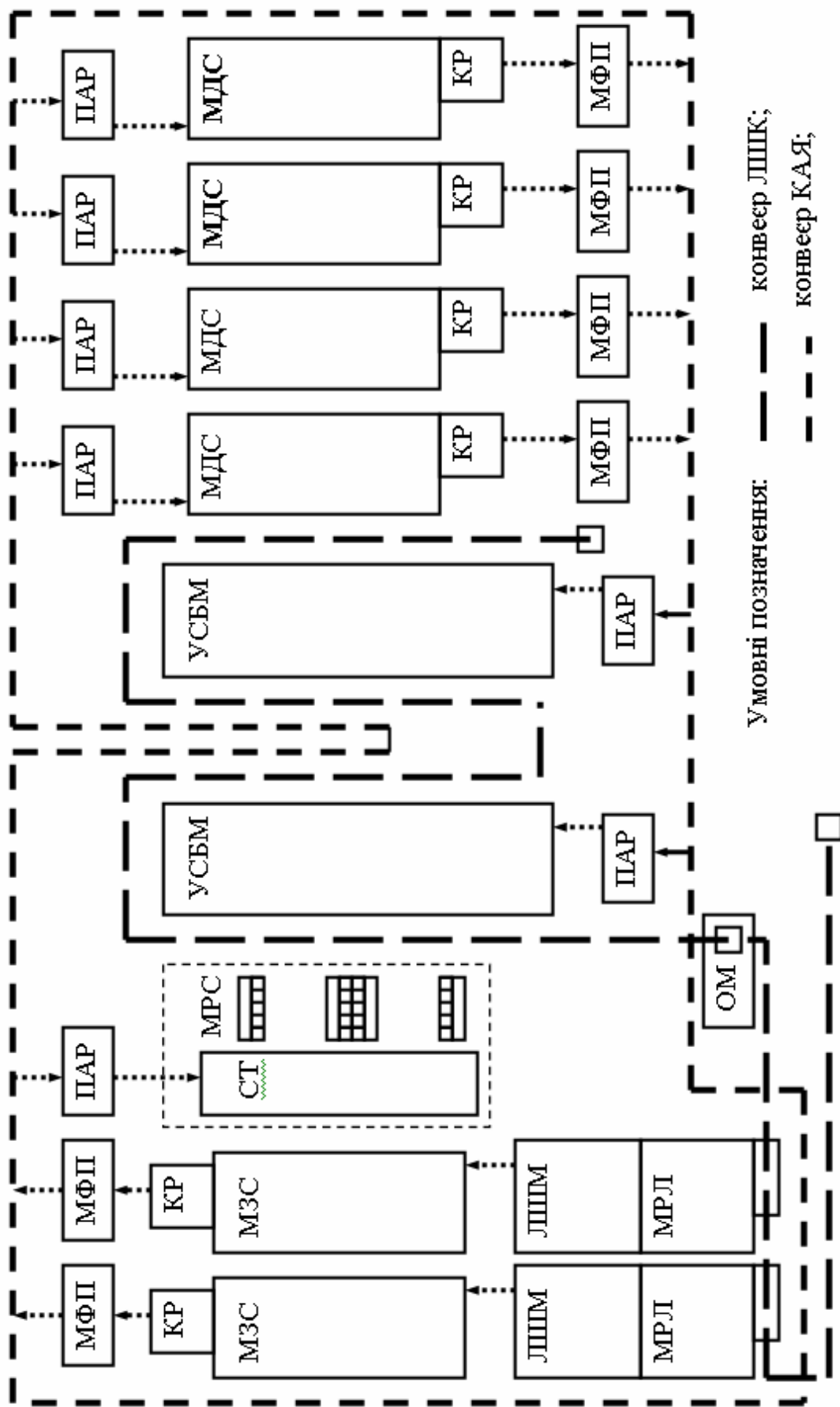


Рис. 6.7

Після формування постпакетів вони надходять по конвеєру КАЯ до установки їх сортування типу УСБ-М [2, 33].

Кореспонденція, що підлягає детальному сортуванню, накопичується у касетах великих накопичувачів (800 ... 1000 листів) машин загального сортування, з яких касети розвантажуються та надходять по КАЯ до автоматичних машин детального сортування для оброблення разом з транзитною кореспонденцією.

Вихідна та транзитна кореспонденція після детального сортування надходить по конвеєру КАЯ для обв'язування постпакетів до МВУ, після якої вони транспортуються в ящиках тим самим конвеєром до УСБ-М. У результаті сортування на УСБ-М постпакети накопичуються в накопичувачах-мішках, які після їх заповнення знімаються з УСБ-М, запаковуються та закріплюються до захватів ЛШК і транспортуються ним до засобів зовнішнього транспортування.

Транзитна кореспонденція від засобів зовнішнього транспортування в мішках транспортується конвеєром КАЯ до робочих місць їх розпакування та обезпилювання на машині ПОМ-6. Після обезпилювання та розбирання бандеролі і постпакети транспортуються конвеєром КАЯ до УСБ-М, після сортування в якій вони накопичуються у мішках (прямі постпакети і бандеролі, що мають пряму адресу підрозділу поштового зв'язку). Постпакети з транзитною письмовою кореспонденцією, що підлягає сортуванню, розпаковуються й остання перевантажується з розпакованих постпакетів у ящики та подається конвеєром КАЯ до машини загального сортування. Подальше оброблення транзитної кореспонденції, як наводилось вище, виконується сумісно з вихідною.

Функціональна структура та компонування більш досконалої автоматизованої лінії на основі застосування універсальної автоматичної листосортувальної машини продуктивністю 40 000 лист./год. та комплексу формування постпакетів (КФП) [2, 4, 6] ілюструється схемою, наведеною на рис. 6.8.

Загальне та детальне сортування виконується однією універсальною АЛСМ, тому повернення частини листів для детального сортування після їх загального сортування здійснюється за допомогою окремої ланки конвеєра КАЯ. Горизонтальне або вертикальне транспортування листів від АЛСМ до КФП та постпакетів до установки сортування постпакетів типу УСБ-М здійснюється конвеєром або елеватором (конвеєром міжопераційного транспортування – КМТ), у залежності від способу розміщення обладнання. Комплекс обладнання автоматизованої лінії доцільно розміщувати на верхньому поверсі, а на нижньому – обладнання для взаємодії з зовнішнім транспортом. Керування лінією здійснюється з централізованого керуючого комплексу (ЦКК), шляхом двостороннього обміну інформацією з машинами лінії та інформаційно-обчислювальною мережею підприємства зв'язку. Впровадження даної автоматизованої лінії забезпечує підвищення продуктивності праці в 3 ... 4 рази [4].

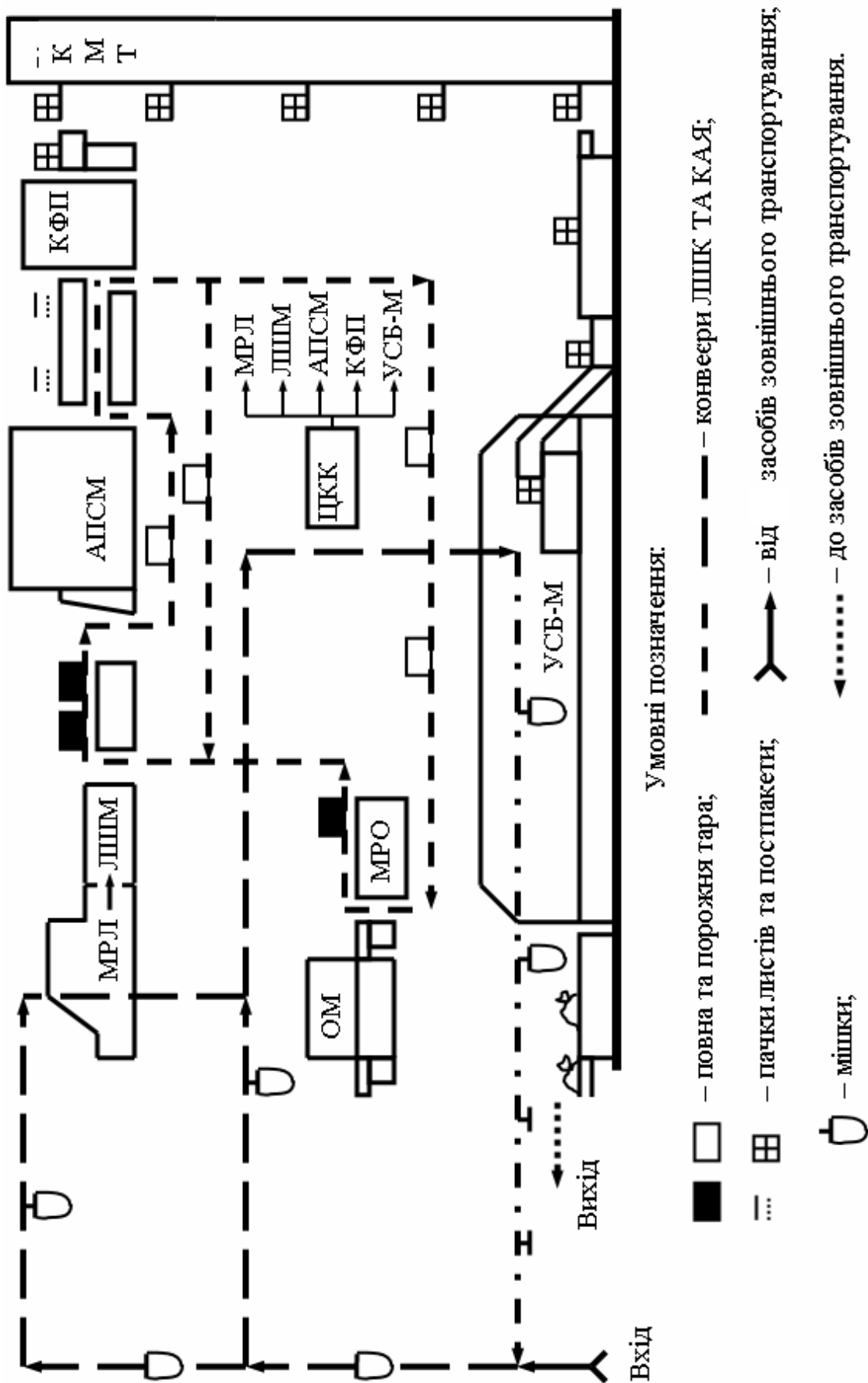


Рис. 6.8

Схема автоматизованої лінії з автоматизованим передаванням письмової кореспонденції партіями та поштучно наведена на рис 6.9. Ящики з письмовою кореспонденцією, що надходять з автомаршрутів виймання з зовнішніх поштових ящиків та від установ, що знаходяться на обслуговуванні, транспортуються від люкового вікна пристроєм транспортування ПТЯ (конвеєр, візок, рухомий стелаж) і завантажуються в автоматизований стелаж ящиків АСЯ. Пристрій вивантаження ПРЯ знімає ящики зі стелажа та перевантажує з них кореспонденцію в АЛШМ, після чого порожні ящики транспортуються до АСЯ [5].

Після лицювання та штемпелювання в АЛШМ листи автоматично з її накопичувачів перевантажуються в касети, які пристроєм перевантаження установлюються на пристрій транспортування (ПТЯ) для подання кореспонденції з невиявленими ознаками лицювання та без поштового індексу до місць ручного оброблення – МРО, а лицюваної, штемпельованої та з поштовим індексом – до автоматизованого стелажа АСЯ, розташованого поряд з АЛСМ загального сортування. Частина листів за допомогою пристрою транспортування ПТЛ через буферний накопичувач надходить до АЛСМ загального сортування МЗС.

Сортування вихідної кореспонденції виконується за двома етапами (загальне і детальне) на автоматичних ЛСМ, що мають накопичувачі двох типів – великої та малої ємності. Уведення кореспонденції в машини виконується шляхом її розвантаження із ящиків пристроєм ПРЯ. На етапі загального сортування виділяються листи за адресою обласних центрів та великих міст, а вся інша розподіляється за програмами детального сортування. На другому етапі виконується детальне сортування кореспонденції, що надходить з машини загального сортування, та транзитної кореспонденції за адресою відповідних підприємств (об'єктів) зв'язку.

Пачки кореспонденції, що підлягають відправленню після першого етапу сортування, автоматично розвантажуються із накопичувачів малої ємності на секціонований конвеєр розвантаження та надходять до КФП. За необхідності для окремих інтенсивних напрямів сортування можуть виділятися великі накопичувачі.

У накопичувачі великої ємності, кількість яких відповідає кількості програм детального сортування, направляються листи, що підлягають детальному сортуванню (другому етапу сортування).

З великих накопичувачів касети з листами перевантажуються пристроєм ПРЯ на конвеєр ПТЯ, який транспортує касети: з листами на адресу великих міст та областей – до засобів зовнішнього транспортування; з кореспонденцією адресні ознаки якої невизначені – до місць ручного оброблення; з кореспонденцією, що підлягає другому етапу сортування – до автоматичного стелажа – АСЯ, розташованого поряд з машиною детального сортування (МДС).

Місцева кореспонденція після першого етапу сортування надходить до комплексу формування постпакетів КФП або до машини детального сортування.

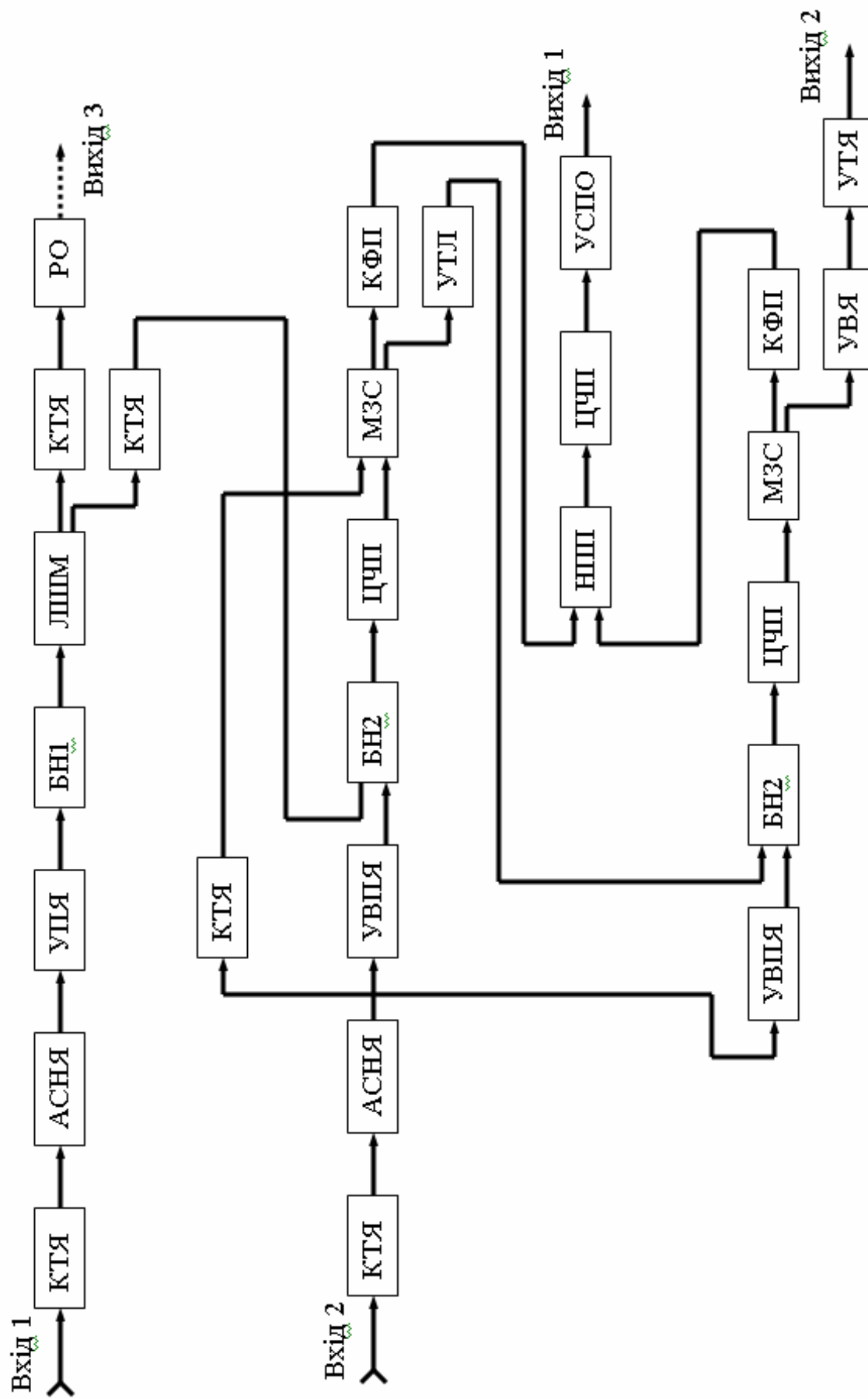


Рис.6.9

Поряд з транспортуванням кореспонденції в ящиках (касетах) для передавання її між АЛСМ доцільно використовувати конвеєрні пристрої транспортування листів – ПТЛ [5].

Після другого етапу сортування, пачки листів автоматично розвантажуються із накопичувачів АЛСМ детального сортування та транспортуються секціонованим конвеєром до КФП. Ящики з листами у найбільш великі відділення зв'язку, а також з кореспонденцією з невизначеними автоматично адресними ознаками, надходять до місць ручного оброблення.

Сформовані на першому та другому етапах сортування постпакети транспортуються до накопичувача постпакетів (НПП) та установки сортування постпакетів УСПП. Для забезпечення автоматичного сортування постпакетів, наприклад, у складі УСБ-М використовується ЦЧП та попереднє орієнтування постпакетів у відповідне положення для зчитування адресних ознак за допомогою ЦЧП.

Ящики, що надходять від АЛСМ до місць ручного оброблення та завантаження зовнішнього транспорту, після виймання з них листів, повертаються до автоматизованих стелажів АСЯ. Подання порожніх ящиків до розподільних систем АЛСМ для заміни вивантажених з них ящиків (касет) з листами виконується за допомогою ПТЯ з автоматизованого стелажу ящиків АСЯ [5].

Кореспонденція, що надходить у мішках, обробляється з застосуванням машини обезпилювання та розбирання у відповідності з розглянутими вище операціями в лініях оброблення вхідної та транзитної кореспонденції.

Комплекс обладнання для сортування письмової кореспонденції АЕГ – Telefunken (Німеччина) призначений для сортування письмової кореспонденції по накопичувачах і включає наступні види обладнання [9]:

- систему відеокодування;
- пристрої зчитування та розпізнавання поштового коду;
- пристрій уведення письмової кореспонденції в ЛСМ (пристрій формування потоку листів);
- машину попереднього сортування;
- машину детального сортування.

Види обладнання комплексів розглядаються далі, переважно у послідовності його застосування в технологічному процесі сортування письмової кореспонденції.

Система відеокодування VCS. У загальному випадку *система кодування* призначена для нанесення оператором на лист адреси у вигляді коду, зручного для подальшого його автоматичного зчитування, розпізнавання та використання як адресних ознак у АЛСМ [2, 5, 7, 8, 9].

Для більшої ефективності застосування систем кодування, кодуванню підлягає кореспонденція, адресні ознаки якої не зчитуються автоматично в АЛСМ.

Система відеокодування VCS забезпечує збільшене зображення лицьової сторони конверта, високу якість відеозображення та швидкість кодування, дозволяє розміщувати робочі місця операторів кодування та АЛСМ у різних приміщеннях[9].

Разом з кодуванням, система дозволяє виконувати попереднє сортування по 64 накопичувачах. Поштовий код може наноситись у вигляді позитивного або негативного зображення. Кнопки клавіатури просторово рознесені окремо для лівої та правої руки оператора, що підвищує ефективність його роботи.

Основу системи складає машина відеокодування VCM, яка включає в себе: пристрій уведення з сепаратором; зчитуючий пристрій; буферний накопичувач; пристрій нанесення коду та транспортно-розподільну систему, а також відеокодуючий керуючий пристрій та робочі місця кодування.

Із розподільних каналів ТРС листи надходять по транспортних каналах у накопичувачі попереднього сортування або до ЛСМ детального сортування МДС. В останньому випадку можливі два варіанти застосування VCS:

- письмова кореспонденція надходить із VCS до машини детального сортування МДС через буферний накопичувач, що забезпечує безперервну роботу ЛСМ, або через пристрій завантаження;
- VCS безпосередньо з'єднана з МДС без буферного накопичувача.

Технічні характеристики системи VCS.

Види коду, який наноситься на поверхню конверта:

- флуоресцентний бінарний код;
- фосфоресцентний бінарний код;
- чорний бінарний код.

Розміри поштових відправлень:

- довжина 135 ... 240 мм;
- ширина 85 ... 165 мм;
- товщина 0,15 ... 5 мм.

Продуктивність робочого місця оператора кодування 10000 ... 12000 знак./год.

Машина VCM забезпечує сортування кореспонденції за 64 напрямками та продуктивністю 33000 лист./год при застосуванні 16-ти робочих місць операторів кодування. Бінарний код, що наноситься на поверхню конверта, є комбінацією штрихів, що відповідають двійковому коду.

Пристрій зчитування поштового коду AL881 призначений для зчитування та розпізнавання поштового коду з поверхні конвертів листів у процесі їх руху в пристрої уведення в ЛСМ. Він складається з двох частин [9]:

– пристрою перетворення оптичного зображення адресних ознак поштового коду в послідовність електричних сигналів (зчитуючий пристрій) ААТ800;

– зчитуючої електроніки LE881 (пристрою розпізнавання), яка із загальної інформації, що надходить з пристроєм ААТ880, формує сигнали у відповідності зі зчитаними адресними ознаками та передає їх до пристрою кодування або до ЛСМ.

Зчитуюча електроніка LE881 розміщується у спеціальних стійках та виконана на основі швидкодіючих мікропроцесорних систем з мікропрограмним керуванням.

За наявності двох пристроїв (каналів) уведення кореспонденції в ЛСМ застосовується два пристрої ААТ880.

Технічні характеристики пристрою зчитування поштового коду AL88.

Види та розміри знаків, що зчитуються:

– арабські друковані цифри, латинські друковані рядкові букви, друковані розділові знаки;

– висота знаків 2 ... 7 мм;

– висота зони зчитування 60 мм.

Допустимі розміри поштових відправлень:

формат *A*:

– довжина 135 ... 240 мм;

– ширина 85 ... 190 мм;

– товщина 0,15 ... 5 мм.

формат *B*:

– довжина 135 ... 240 мм;

– ширина 85 ... 162 мм;

– товщина 0,15 ... мм.

Варіанти зчитування:

– продуктивність (при одноканальному уведенні) 30 000 лист/год;

– продуктивність при двоканальному уведенні 60 000 лист/год.

Якість оброблення:

– кількість ПВ, з яких невірно зчитується поштовий код 10,5%;

– кількість відмов від зчитування менше 10%.

Пристрій уведення листів складається з пристрою живлення, сепаратора, транспортних пристроїв та буферного накопичувача. Масив кореспонденції ручним способом завантажується у пристрій живлення, який подає їх до сепаратора або буферного накопичувача, з якого вони можуть надходити до сепаратора. З сепаратора листи надходять до машини оброблення потоку листів (розбирання, лицювання-штемпелювання, кодування, сортування) [9].

Керування виводом листів із пристрою уведення здійснюється за допомогою ЕОМ. При заторах та пошкодженнях листів пристрій уведення автоматично вимикається та спрацьовує сигналізація.

У табл. 6.1 наведені технічні характеристики пристрою уведення.

Технічні характеристики пристрою уведення.

Варіант	Спосіб виводу	Продуктивність лист/год	Примітки
1	З перекриттям листів	130 000	Залежить від формату ПВ
2	По одному листу	40 000	Для формату 100 × 105 мм та швидкості виводу 3 м/с.

Частка необроблених ПВ при застосуванні пристрою уведення типу 2 складає менше 0,3%.

Машина попереднього сортування складається з ланок розподілу та накопичення, нижньої основи та корпусу, ланок зчитування адресних ознак. В нижній основі, ланках розподілу та накопичення розміщується більшість електричних і електронних пристроїв. На ланці зчитування листи вирівнюються, після чого з них зчитується поштовий код [9].

Ланки розподілу та накопичення мають модульну конструкцію, яка дозволяє ефективно використовувати компонування конвеєрних стрічкових носіїв та накопичувачів ємністю 500 мм. Під кожним накопичувачем передбачені висувні шафи для розвантаження листів у контейнери ручним способом. Ємність контейнера складає 400 мм. Машина має індивідуальний керуючий пристрій, який може працювати автономно або сумісно з центральним керуючим комплексом автоматизованої лінії. В машині можуть застосовуватись пристрої зчитування фосфоресцентного, флуоресцентного та магнітного поштових кодів.

Машина детального сортування застосовується як остання ланка лінії кодування, попереднього та детального сортування, або в автоматичному режимі детального сортування. Вимоги до пристрою уведення машини визначаються параметрами та конструкцією її ТРС. Характерною особливістю машини детального сортування є автоматичне розвантаження накопичувачів, що дозволяє здійснювати автоматизацію процесу формування постпакетів. Машина може мати одностороннє або двостороннє розвантаження накопичувачів. Листи можуть надходити в машину з місць кодування або із її пристрою автономного уведення. Після вирівнювання листів та зчитування з них адресних ознак, вони надходять у розподільний конвеєр, виконаний на основі ремінних носіїв. Комутація потоку листів виконується клапанами з електромагнітним приводом за сигналами керуючого пристрою [9].

Комплекс машин для сортування письмової кореспонденції NBS Mecanisation Postale (Франція). Комплекс включає машини кодування, попереднього та детального сортування [9].

Машина для кодування та попереднього сортування РІАР виконує кодування адресних ознак листів та їх попереднє сортування за п'ятьма напрямками. Керуючий пристрій машини виконаний на основі мікропроцесорної системи (МС) і забезпечує підтримку десяти програм сортування. Пристрій уведення конструктивно об'єднує пристрій завантаження (ємність 500 мм), вакуумний сепаратор та пристрій вирівнювання і забезпечує формування потоку листів з необхідним інтервалом руху в транспортному каналі, їх орієнтацію в зоні зчитування адресних ознак (кодування з пульта дистанційного керування) та кододрукуючого пристрою. Розподільно-накопичуючий модуль включає ТРС, виконану на основі конвеєрних стрічкових носіїв з пристроями комутації потоку листів, та блок накопичувачів.

Машина попереднього сортування MTS призначена для автоматичного попереднього сортування письмової кореспонденції по 20 накопичувачах за бінарним поштовим кодом, що заздалегідь наноситься на поверхню конверта за допомогою системи кодування [9].

Машина має модульну конструкцію та включає: пристрій живлення (завантаження) та сепаратор; пристрій вирівнювання та кодочитальний пристрій; п'ять розподільно-накопичуючих модулів, кожний з яких включає в себе чотириканальну ТРС та блок механізованих накопичувачів.

Технічні характеристики машини РІАР:

продуктивність машини 4400 лист/год;

розміри листів що обробляються:

– довжина 138 ... 244 мм ;

– ширина 88 ... 164 мм ;

– товщина 0,15 ... 5 мм.

Кодочитальний пристрій здійснює зчитування та розпізнавання бінарного поштового коду. За його сигналами ЕОМ здійснює керування процесами розподілу листів у ТРС машини у відповідності з програмою сортування.

Стандартний інтерфейс RS – 232C забезпечує приєднання терміналів уводу-виводу та візуального контролю.

Технічні характеристики машини MTS:

продуктивність машини 30 000 лист/год;

розміри ПВ, що обробляються:

– довжина 136 ... 247;

– ширина 88 ... 164 мм;

– товщина 0,15 ... 5 мм;

– маса ПВ 3 ... 35 г;

– ємність пристрою живлення 850 мм;

– ємність накопичувача 350 мм.

– продуктивність машини 30 000 лист/год.

Машина HMS призначена для детального автоматичного сортування кореспонденції форматів, аналогічних наведеним вище, в технічних характеристиках машини MTS. Вона забезпечує високий рівень збереження

кореспонденції та низький відсоток засортування, має модульну компоновку, одностороннє розташування накопичувачів і обслуговується двома операторами. Максимальна кількість накопичувачів великої та малої ємності відповідно складає 12 та 160.

За своїм складом та компоновкою машина HMS аналогічна машині MTS, за винятком того, що у ній застосовується до трьох модулів розподілу та накопичення РНМ з накопичувачами великої ємності, після яких компонуються модулі з накопичувачами малої ємності. Сортування виконується за програмою, записаною на касеті в пристрої керування. Продуктивність ЛСМ NMS складає 33000 лист/год.

Комплекс автоматичних листооброблювальних машин фірми “NEC” (Японія) забезпечує комплексну автоматизацію оброблення письмової кореспонденції – розбирання-лицювання-штемпелювання (комплекси типу NS) та сортування з застосуванням систем індексації та кодування [5, 6, 8, 9, 35].

У зв'язку зі складністю зчитування низькоконтрастних нормалізованих рукописних цифрових знаків поштового індексу фірма NEC виготовляє обладнання для попереднього кодування письмової кореспонденції.

У систему кодування листи надходять від основного конвеєра (буферного накопичувача) через конвеєр уведення, або з автономного пристрою завантаження з сепаратором через пристрої об'єднання та комутації до двох паралельно працюючих ліній пристроїв кодування. Кожна лінія включає: робочі місця кодування РМК; розподільний та збірний конвеєри РК, ЗК; пристрій вирівнювання та кододрукуючий пристрої відповідно ПВ, КДП; пристрої комутації та накопичувачі письмової кореспонденції.

Робоче місце кодування виконане у вигляді стола з клавіатурою та екраном, на якому висвітлюється зображення адресної сторони листа. На конверти листів, що рухаються по конвеєру, після зчитування адресних ознак та вирівнювання наноситься флуоресцентний бінарний код за допомогою кододрукуючих пристроїв, після чого вони надходять до двох накопичувачів, або через пристрій об'єднання – до буферного накопичувача для подальшого їх сортування в автоматичній ЛСМ. Кореспонденція, яка не має поштового коду, направляється до довідкових двох накопичувачів. Продуктивність кожного робочого місця складає 5000 лист./год.

Оптичний пристрій зчитування поштового коду OCR призначений для нанесення флуоресцентного бінарного коду.

У систему оптичного кодування на основі OCR листи надходять в машину з буферного накопичувача, через конвеєр узгодження або із пристрою автономного завантаження (ПЗ) з сепаратором, через пристрій об'єднання, пристрій контролю сепарації, який направляє здвоєні листи до накопичувача для повторного їх завантаження в ПЗ. Всі інші листи проходять пристрої вирівнювання, зчитування (розпізнавання) рукописного поштового індексу та кододрукуючий пристрій.

Після нанесення флуоресцентного бінарного коду, листи надходять до ЛСМ попереднього сортування або до двох накопичувачів. Листи, про адресні ознаки яких зі зчитуючого пристрою за різними причинами не надійшла інформація до пристрою друку бінарного коду, направляються у довідковий накопичувач ДН.

OCR забезпечує продуктивність кодування 30000 лист/год. Ємність пристрою завантаження складає 1200 мм. Система автоматичного кодування з OCR може входити до складу машини попереднього сортування сумісно з системою автоматичного зчитування коду ACS.

Автоматична ЛСМ OCR/ACS включає, крім елементів системи кодування OCR, кодочитальний пристрій КЧП, за сигналами якого керуючий пристрій КП та розподільний конвеєр РК розподіляють листи до десяти накопичувачів напрямів сортування та довідкового накопичувача ДН.

Продуктивність ЛСМ OCR/ACS складає 30000 лист/год. Ємність накопичувачів складає 600 мм [9].

Автоматична ЛСМ для попереднього сортування ACS/PSM призначена для роботи у складі автоматизованої лінії, має пристрій уведення та ТРС, аналогічні розглянутій вище ЛСМ OCR/ACS. Автономний пристрій завантаження дозволяє застосовувати машину в автономному режимі.

Машина забезпечує сортування заздалегідь кодованої (флуоресцентним кодом) письмової кореспонденції за десятьма напрямками, з використанням одного довідкового та двох резервних накопичувачів, а також буферного накопичувача для узгодження з автоматичною ЛСМ детального сортування [9].

Фунціоальна сруктура автоматичної ЛСМ з пристроями зчитування та розпізнавання нормалізованих рукописних арабських цифр призначеної для детального сортування листів за тризначним цифровим індексом, що наноситься відправником, по 158 накопичувачах, з яких 150 – основних і 5 – резервних мають ємність 110 мм, а три допоміжних – ємність 500 мм розглянута вище (розд. 4).

Автоматична ЛСМ OCR/LSM забезпечує високий рівень автоматизації процесів сортування ПК за рахунок застосування у її складі автоматизованих систем розвантаження накопичувачів та формування постпакетів [9].

Машина складається з п'яти модулів: модуля уведення; розподільно-накопичуючого модуля; модуля перевантаження; модуля друку ярликів (МДЯ); модуля запакування постпакетів.

Модуль уведення має функціональну схему, аналогічну розглянутій вище АЛСМ зі 158-ми накопичувачами, і забезпечує автоматичне уведення листів від АЛШМ або ручне уведення через пристрій завантаження з контролем якості сепарації.

Зображення поштового коду за допомогою пристроїв зчитування та розпізнавання перетворюються в кодову комбінацію, яка надходить до системи адресування керуючого пристрою. Керуючий пристрій приймає рішення про

направлення поштового відправлення в певний накопичувач у відповідності з програмою сортування та формує керуючі сигнали для виконуючих органів розподільно-накопичуючого модуля.

Розподільно-накопичуючий модуль включає: пристрій повороту; загальний розподільний конвеєр; довідковий накопичувач листів, адресні ознаки яких за різних причин не ідентифіковані пристроями зчитування, розпізнавання та системою адресування; чотири групові розподільні конвеєри відповідно з блоками по чотири накопичувачі і секціонованими ланцюговими конвеєрами їх автоматичного розвантаження.

Листи, що надходять з модуля уведення, повертаються, змінюючи траєкторію руху в пристрої повороту на 90° і розподіляються загальним та груповими розподільними конвеєрами по накопичувачах.

Крім накопичувачів з автоматизованим розвантаженням у машині застосовуються блоки накопичувачів з ручним розвантаженням для листів, формування яких у постпакети за різних причин є недоцільним.

Після заповнення робочого простору накопичувача з автоматичним розвантаженням його дно відкривається, стопа накопичених листів потрапляє у несучу секцію конвеєра розвантаження і транспортується ним до модуля перевантаження.

Модуль перевантаження складається із лоткового елеватора перевантаження і чотирьох перевантажуючих механізмів. Елеватор знаходиться у постійному русі і перевантажуючі механізми здійснюють передачу стоп листів із секцій конвеєрів розвантаження на лотки елеватора, з яких вони надходять до МДЯ. Основними функціональними вузлами МДЯ є пристрої друку та наклеювання ярликів, керуючий пристрій та пульт керування. Стрічка для ярлика подається за інформацією, що надходить із керуючого пристрою. На стрічку наноситься бінарний код, після чого ярлик наклеюється на пачку листів у процесі її транспортування стрічковим конвеєром до модуля запакування.

Модуль запакування працює сумісно з пристроєм друку адресного ярлика. Основні стадії роботи модуля запакування: запакування стопи листів поліетиленовою плівкою; транспортування запакованої стопи листів до місця зварювання плівки; транспортування постпакета на вихід модуля запакування для завантаження в конвеєр міжопераційного транспортування до установки сортування постпакетів.

З застосуванням машин OCR/LSM виконане компонування автоматизованої лінії одного з найбільших центрів оброблення поштових відправлень в Японії – поштамту м. Нагоя [9].

У процесі оброблення 1800000 лист./доб використовуються: чотири комплекси машин розбирання-лицювання-штемпелювання; сім листосортувальних машин OCR/LSM з автоматичним розвантаженням накопичувачів, наклеюванням адресних ярликів та запакуванням постпакетів; установка для сортування постпакетів BuSM.

До складу машини розбирання входять: стрічковий пристрій живлення; барабанний формувач потоку, який забезпечує селекцію товстих та важких листів; селектор жорстких листів.

До складу лицювально-штемпелювальної машини входять: буферний накопичувач узгодження з АМРЛ; селектор негабаритних листів; пристрої вирівнювання та аналізу ознак лицювання, комутації повороту та штемпелювання листів; пристрій автономного завантаження.

Листи автоматично накопичуються в касетах на стрічковому конвеєрі живлення і завантажуються в бункер АМРЛ, яка забезпечує селекцію товстих, важких та жорстких листів для подальшого їх ручного оброблення. Стандартні листи з виходу АМРЛ через буферний накопичувач надходять до АЛШМ, яка шляхом аналізу місцезнаходження та кольору марки, комутації і повороту листів виконує операції лицювання, штемпелювання, розподілу листів по трьох накопичувачах, та до виходу узгодження з листосортувальною машиною OCR/LSM.

Чотири листосортувальні машини OCR/LSM живляться безпосередньо від чотирьох комплексів попереднього оброблення, а ще три машини OCR/LSM – від останніх, через проміжний розподільний конвеєр, які частково використовуються у режимі попереднього сортування.

З машин детального сортування OCR/LSM постпакети транспортуються двома конвеєрами міжопераційного транспортування (КМТ) до установки сортування постпакетів BuSM. Установка має чотири сортувальні позиції, дві з яких устатковані лазерними сканерами для автоматичного сортування. Постпакети з бінарним кодом на адресному ярлику надходять від OCR/LSM по конвеєру КМТ на автоматичні сортувальні позиції і розподіляються установкою BuSM по 100 накопичувачах. Дві інші сортувальні позиції застосовуються в режимі напівавтоматичного сортування транзитних листів. На кожній з цих позицій застосовуються лазерний зчитуючий пристрій та клавіатура. Оператор визначає наявність ярлика на постпакеті з бінарним кодом і подає постпакет на розподільний конвеєр. Для постпакетів без бінарного коду оператор за допомогою клавіатури вводить відповідний код у систему адресування установки.

В установці сортування постпакетів BuSM застосовуються вісім лазерних скануючих пристроїв для контролю транспортування контейнерів та п'ять голосових пристроїв розпізнавання для сортування поштових мішків.

Усі листи, що надходять та обробляються у сортувальному центрі м. Нагоя, контролюються за допомогою центрального керуючого комплексу, який включає мікропроцесорні пристрої, пульт оператора, графічний дисплей, пристрої друку, мнемодіаграму технологічного процесу та внутрішньо-виробниче телебачення [9].

Автоматизована лінія оброблення письмової кореспонденції фірми «Toshiba» (Японія) включає: комплекс розбирання; лицювання-штемпелювання; системи автоматичного та ручного кодування; систему автоматичного зчитування поштового коду та розпізнавання рукописного нормалізованого цифрового індексу; машини попереднього та детального сортування [9].

Комплекс розбирання, лицювання-сортування виконує селекцію стандартної кореспонденції її лицювання за положенням поштової марки та штемпелювання.

У системі автоматичного кодування виконується розподіл: кореспонденції, адресні ознаки якої не ідентифіковані – автоматично до десяти місць ручного кодування, через розподільний конвеєр; кореспонденції без поштового коду та поштового індексу – до місць ручного оброблення; кореспонденції з ідентифікованими адресними ознаками – до пристрою кодування і далі до машини попереднього сортування за 12 напрямками.

Після етапу попереднього сортування ПК надходить до двох машин детального сортування. У залежності від застосування однієї із шести передбачених програм, сортування ПК розподіляється по 200 накопичувачах з продуктивністю 700000 листів протягом дня. Автоматизована лінія призначена для оброблення листів ширина, довжина та товщина яких знаходяться відповідно у межах 135 ... 240 мм, 85 ... 125 мм та до 5 мм. Кореспонденція, що відправляється на оброблення із районних відділень поштового зв'язку, надходить у спеціальних пластмасових ящиках (ємністю 1000 листів) зі знімними адресними ярликами. Сортування ПК здійснюється по флуоресцентному бінарному коду, що наноситься на її адресній бік системою напівавтоматичного (ручного) кодування, або системою автоматичного кодування з продуктивністю 30000 лист/год.

Система керування даним автоматизованим комплексом оброблення письмової кореспонденції включає функціонально об'єднаний набір апаратури, що складається із універсальної ЕОМ та керуючих пристроїв окремих машин. Універсальна ЕОМ забезпечує оброблення статистичних даних, що надходять від усіх машин, зберігання робочих програм та їх проектування, контроль роботи керуючих пристроїв.

На дисплеї центрального керуючого комплексу відображаються дані про кількість листів, що надійшли на оброблення, оброблених з неідентифікованими ознаками, неіндексованих та таких, що надійшли до місць ручного оброблення. Індивідуальні пристрої керування забезпечують автономне використання машин, відображення мнемосхеми технологічного процесу та контроль за аварійними ситуаціями.

Застосування двох машин детального сортування з дублюванням програм сортування на кожній із них забезпечує високу надійність системи, а наявність підсистеми збирання та оброблення статистичної інформації – аналіз ефективності роботи всього комплексу.

Особливістю машин комплексу є застосування: швидкодіючих виконуючих органів з приводом на основі роторного соленоїда; систем автоматичного регулювання на основі безконтактних датчиків; швидкодіючих електромагнітних муфт; конструкція штемпелювальних механізмів; транспортування листів на короткому ребрі у розподілювач машини[9].

Автоматизований комплекс машин «Pace standart» (Італія) призначений для централізованого оброблення письмової кореспонденції [9].

До складу комплексу входять: машина розпакування мішків, обезпилююча машина, машина розбирання листів, лицювальнo-штемпельовальна машина, машина контролю габаритів листів, система безпосереднього кодування з 12-ма робочими місцями кодування, зчитуючий пристрій, машина попереднього сортування, стелаж тимчасового зберігання касет з листами для попереднього сортування, дві машини детального сортування, дві машини запакування постпакетів, установка для сортування постпакетів.

Після обезпилювання та розбирання в МРЛ листи та поштові картки завантажуються оператором у лицювальнo-штемпельовальну машину. Два зчитуючих пристрої забезпечують можливість розпізнавання флуоресцентної марки на конверті при його завантаженні у будь-якому положенні на вході машини. Лицьована та штемпельована ПК завантажуються в машину контролю габаритів, яка забезпечує селекцію негабаритної та жорсткої ПК з основного її потоку.

Для автоматизації процесу сортування виконується кодування всієї вхідної письмової кореспонденції. В процесі кодування адресні ознаки переводяться на машинну мову, яка інтерпретується ЕОМ та друкується на лицьовій стороні конверта у вигляді фосфоресцентного штрихового коду два із п'яти [9].

Дванадцять робочих місць кодування забезпечуються кореспонденцією двома розподільними конвеєрами. З кожного робочого місця кодування кореспонденція розподіляється за допомогою системи розподільних конвеєрів по семи каналах попереднього сортування, чотири з яких безпосередньо та через два буферні накопичувачі і два пристрої об'єднання зв'язані з пристроями уведення двох машин попереднього сортування. Три інші канали призначені для виділення та накопичення зарубіжної, термінової та кореспонденції, адресні ознаки якої не ідентифіковані з різних причин, відповідно у двох накопичувачах та довідковому накопичувачі.

Попереднє сортування виконується у відповідності з програмами сортування по 18-ти накопичувачах напрямів сортування та двох резервних.

Парні накопичувачі утворюють контейнерну групу. Після попереднього сортування ПК завантажуються оператором МПС у стелаж тимчасового зберігання, з якого вона подається та завантажуються в її пристрій уведення оператором МДС.

При надходженні поштового відправлення на вихід пристрою уведення МДС його поштовий код зчитується пристроєм зчитування та передається до ЕОМ, яка керує процесом адресування (доставлення) поштового відправлення у відповідний накопичувач. Після того, як товщина стопи листів у робочому просторі накопичувача складає 70 мм, вона подається на вхід машини запакування, де виконується її запакування в поліетиленову плівку та наклеювання адресного ярлика постпакета.

Установка сортування постпакетів (УСПП) виконана на основі горизонтально-замкненого розподільного конвеєра з двостороннім розміщенням 60-ти накопичувачів напрямів сортування. На трасі розподільного конвеєра установлені пристрої завантаження та адресування постпакетів, які надходять по двох КМТ від двох АЛСМ та від місць ручного оброблення. Як накопичувачі використовуються поштові мішки.

Централізоване керування автоматизованим процесом оброблення письмової кореспонденції здійснюється з керуючого комплексу, виконаного на основі ЕОМ, і включає процеси: кодування, попереднього сортування, детального сортування, сортування постпакетів, діагностичний контроль та локалізацію несправностей.

Дванадцять робочих місць кодування забезпечують продуктивність 24000 лист/год. Продуктивність машин попереднього і детального сортування складає 20000 лист./год. Продуктивність УСПП складає 3600 постпакетів/год при швидкості її розподільного конвеєра 0,6 м/с, максимальна вага постпакета – 500 г [9].

6. 3 Вплив продуктивності поштооброблювальних машин і комплексів на ефективність автоматизації технологічного процесу

Основними прогресивними факторами автоматизації виробничих процесів є суттєве підвищення продуктивності праці та скорочення виробничого циклу і, як наслідок, підвищення якості та економічної ефективності поштового зв'язку [4]. Продуктивність праці у певному технологічному процесі залежить від продуктивності роботи поточних ліній, а остання, в свою чергу, забезпечується продуктивністю машин та механізмів, що застосовуються у лініях. Тому при аналізі та розрахунках показників ефективності технологічного процесу в цілому необхідно визначати закономірності зміни продуктивності машин у залежності від різноманітних технічних, технологічних і організаційних факторів [19].

Урахування наведених факторів потребує розгляду узагальненого поняття *продуктивності поштооброблювальної машини* як кількості поштових відправлень, оброблених машиною за одиницю часу в термінах понять теоретичної (технологічної), циклової, технічної та фактичної продуктивності.

Теоретична продуктивність поштооброблювальної машини P_T визначається як ідеальна продуктивність при безперервному ході технологічного процесу за умови відсутності циклових і позациклових простоїв, що потребує переміщення поштових відправлень у ТРС без зазорів у вигляді [19]

$$P_T = 1 / (l_{пв} / v_{тр}) = v_{тр} / l_{пв} = 1 / t_{рх}, \quad (6.3.1)$$

де $l_{пв}$ – довжина поштового відправлення у напрямку транспортування; $v_{тр} = \text{const}$ – лінійна швидкість конвеєра; $t_{рх}$ – час робочого ходу (час перевантаження поштового відправлення). Теоретична продуктивність визначає гранично

можливу продуктивність однопоточної ТРС. На практиці зазори Δ між поштовими вантажами є технічно необхідними, оскільки за час $\Delta / v_{\text{ТР}}$ необхідно виконувати увімкнення виконуючих елементів – пристроїв завантаження, розвантаження та комутації поштових відправлень. Зменшення величини зазору Δ досягається застосуванням елементів комутації, що мають велику швидкодію.

В реальних умовах час комутації t_k вибирають більшим за відношення $\Delta / v_{\text{ТР}}$, в залежності від способу руху поштових відправлень в ТРС: циклічного, поточного, комбінованого. Визначена за таких умов продуктивність, без урахування позациклових втрат, носить назву *циклової продуктивності* і визначається у вигляді [19]

$$P_{\text{ц}} = 1 / (t_{\text{рх}} + t_k), \quad (6.3.2)$$

де $t_k \geq \Delta / v_{\text{ТР}}$.

Циклова продуктивність поштооброблювальних машин залежить від режимів роботи ТРС. Значна частина найскладніших машин сортування (переважно важкої пошти) працює в напіваавтоматичному режимі, тобто операцію розпізнавання поштової адреси, уведення її у систему керування ТРС, подачу поштового відправлення на сортувальну позицію здійснює людина. В наслідок цього циклова продуктивність машин лімітується часом виконання відповідних операцій сортувальником, який (час) є випадковою величиною.

Застосовуються наступні режими роботи оператора сортувальної машини [7, 19]:

1. Вільний режим завантаження і розвантаження поштових відправлень.
2. Робота оператора в циклічному режимі.
3. Вільний режим завантаження при циклічній роботі конвеєра.
4. Спільна робота двох і більше операторів у різних режимах завантаження і розвантаження поштових відправлень.

Вільний режим завантаження і розвантаження є найбільш перспективним стосовно одержання високої продуктивності, тому що дає можливість скоротити до мінімуму величину зазору Δ , однак потребує ускладнення процесу керування за необхідності підвищення швидкодії виконуючих пристроїв.

Циклова продуктивність обчислюється за припущення, що машина працює безперервно з урахуванням, що на практиці періоди безперервної роботи чергуються з позацикловими простоями, які можна поділити на власні й організаційно-технічні.

Власні простой функціонально не зв'язані з режимом роботи машини, а їх рівень визначається конструктивною досконалістю машини, надійністю її роботи, кваліфікацією обслуговуючого персоналу і т.п. Такі простой зумовлюються необхідністю виконання, наприклад, наступних допоміжних операцій та заходів: заправка експлуатаційних матеріалів (шпагату, сталевий стрічки, фарби для штемпелювання, паперу для пакування тощо.); тестування роботи системи керування; усунення заторів у ТРС; ремонт після виникнення

раптової відмови; усунення забруднень в транспортних каналах; профілактичні заходи тощо.

Організаційно-технічні простої обумовлені зовнішніми факторами, функціонально не зв'язаними з конструкцією і системою обслуговування машини: невчасна подача експлуатаційних матеріалів; відсутність індексу (ознак автоматичного адресування); запізнення на роботу експлуатаційного персоналу; перебої з подачею поштових відправлень; невчасне виконання замовлень на ремонт; затримка з розвантаженням оброблених партій поштових відправлень тощо.

Позациклові простої вимірюються відносною величиною, що називається *позацикловими втратами часу* і характеризує позациклові простої за одиницю часу безперебійної роботи $\sum t_{оч}$ або на одне поштове відправлення $\sum t_{пв}$ у вигляді [19]:

$$\sum t_{оч} = \sum \theta_{пм} / \theta_{брм} \quad (6.3.3)$$

або

$$\sum t_{пв} = \sum \theta_{пм} / N_{пв}, \quad (6.3.4)$$

де $\sum \theta_{пм}$ – сумарний час простоїв машини за визначений проміжок часу; $\theta_{брм}$ – сумарний чистий час безперебійної роботи машини за той же період часу; $N_{пв}$ – число поштових відправлень, оброблених за той же інтервал часу.

З урахуванням, що $\theta_{брм} = N_{пв} T$ ($T = t_{рх} + t_{к}$ – величини циклу роботи поштооброблювальної машини) між двома формами подання витрат існують прості співвідношення:

$$\sum t_{пв} = \sum \theta_{пм} / N_{пв} = \sum \theta_{пм} / \theta_{брм} = T \sum t_{оч}; \quad (6.3.5)$$

$$\sum t_{оч} = \sum t_{пв} / T. \quad (6.3.6)$$

Вплив позациклових простоїв на продуктивність машини оцінюється коефіцієнтом використання машини у вигляді [19]:

$$z_{вм} = \theta_{пм} / \theta_{зрм} = \theta_{брм} / (\theta_{брм} + \sum \theta_{пм}) = 1 / (1 + \sum \theta_{пм} / \theta_{брм}) \quad (6.3.7)$$

та з урахуванням позациклових втрат часу у вигляді

$$z_{вм} = 1 / (1 + \sum t_{оч}) \quad (6.3.8)$$

або

$$z_{вм} = 1 / (1 + \sum t_{пв} / T), \quad (6.3.9)$$

де $\theta_{брм}$ – загальний час роботи машини.

З урахуванням усіх втрат *фактична продуктивність машини*, що працює в реальних умовах, визначається у вигляді [19]

$$P_{\phi} = P_{ц} z_{вм} = 1 / (T + \sum t_{пм}) \quad (6.3.10)$$

або

$$P_{\phi} = 1 / [T(1 + \sum t_{оч})]. \quad (6.3.11)$$

Оскільки позациклові простой розділяються на власні $\sum I_{в}$ і організаційно-технічні $\sum I_{от}$, то $\sum I_{пм} = \sum I_{в} + \sum I_{от}$ та $\sum t_{пв} = \sum t_{в} + \sum t_{от}$, тобто позациклові втрати часу визначаються сумою власних і організаційно-технічних позациклових втрат.

Порівняльний аналіз конструктивних рішень певного класу поштооброблювальних машин виконується на основі урахування власних позациклових втрат – *технічних втрат*, а *коефіцієнт технічного використання машини* $z_{тех}$ визначається як частка часу роботи машини за умови забезпечення її усім необхідним для нормальної експлуатації у вигляді [35]

$$z_{тех} = I_{брм} / (I_{брм} + \sum I_{в}) = 1 / [1 + (\sum I_{в} / I_{брм})] = 1 / [1 + (\sum t_{в} / T)]. \quad (6.3.12)$$

Технічна продуктивність машини визначається як її продуктивність з урахуванням власних простой в вигляді [19]

$$P_{тех} = P_{ц} z_{тех} = 1 / T [1 / (1 + \sum t_{в} / T)] = 1 / (T + \sum t_{в}) \quad (6.3.13)$$

та у перерахуванні на партію із $n_{п}$ поштових відправлень (наприклад, пачка листів, преса або група посилок) як фактична продуктивність – у вигляді

$$P_{\phi} = n_{п} / (T + n_{п} \sum t_{пв}). \quad (6.3.14)$$

При аналізі ступеня суто технічної оснащеності технологічного процесу за основу приймається рівень власних втрат. Тому при розгляді у такому сенсі поштооброблювальних комплексів і автоматизованих ліній розглядаються в основному технічні проблеми, без урахування, де це можливо, впливу організаційно-технічних втрат на продуктивність комплексів і ліній [19].

Як зазначалось вище, в залежності від конструкції машин, ступеня автоматизації й умов роботи поточної лінії, що застосовується в системі поштового зв'язку, її функціональна структура може бути реалізована з застосуванням жорстких та гнучких міжагрегатних зв'язків [4].

Поточна лінія з жорстким міжагрегатним зв'язком передбачає вибір такого поштооброблювального обладнання і транспортних засобів, пропускна спроможність яких повністю забезпечує проходження потоку поштових відправлень максимально допустимої інтенсивності. Виграш, який полягає в

простоті конструкції такої лінії, не може компенсувати основний недолік порівняно з варіантами гнучкого компонування – мінімальну продуктивність через невисокий коефіцієнт використання технічних засобів та блокування роботи лінії при аварійній зупинці однієї із машин, тому метод побудови технологічних ліній з жорсткими міжагрегатними зв'язками практично не застосовується в сучасних системах поштового зв'язку. Виняток складають поштооброблювальні комплекси, що об'єднують декілька технологічно і конструктивно сумісних виробничих операцій. Структура комплексу регламентується послідовністю технологічних операцій, які реалізуються жорстко зв'язаним ланцюгом машин і механізмів, що утворюють спеціалізовану макромашину, наприклад, комплекс розбирання-лицювання-штемпелювання [2, 4, 5, 6, 9].

Для оцінки продуктивності поштооброблювальних комплексів практично прийнятні ті ж теоретичні закономірності, що і для окремих машин. Специфікою є урахування величини власних втрат $\sum t_b$, що залежать від числа $n_{ок}$ операцій оброблення ПВ з застосуванням даного комплексу (машин та механізмів).

За припущення, що для ефективного функціонування комплексу всі його частини повинні забезпечувати однакову відповідну надійність, яка є основною складовою, що впливає на величину власних втрат, сумарні власні втрати дорівнюють $\sum t_b = t_{ве} n_{ок}$, а технічна продуктивність поштооброблювального комплексу з жорсткими міжагрегатними зв'язками визначається у вигляді

$$P_{тех\ к} = 1/(T + n_{п} t_{ве}), \quad (6.3.15)$$

де $t_{ве}$ – власні втрати кожного функціонального елемента комплексу.

Коефіцієнт технічного використання комплексу з жорсткими міжагрегатними зв'язками визначається у вигляді [19]

$$z_{тех\ к} = 1/[(1 + (n_{ок} t_{ве} / T))] = 1/(1 + t_{впв} / n_{ок}), \quad (6.3.16)$$

де $t_{впв} = t_{ве} / T$ – позациклові власні втрати, що віднесені до одиниці часу безвідказної роботи.

Продуктивність комплексу з урахуванням ((6.3.16) визначається у вигляді

$$P_{тех\ к} = (1/T) z_{тех\ к} = z_{тех\ к} / T \quad (6.3.17).$$

Зменшення впливу власних втрат обумовлених раптовими відмовами, необхідністю заміни експлуатаційних матеріалів та поточного профілактичного обслуговування досягається шляхом організації гнучких зв'язків між окремими машинами і комплексами поточних ліній, тобто шляхом створення міжопераційних запасів поштових відправлень, що дозволяють стабілізувати

роботу суміжних машин. Бункер-накопичувач розміщується між сусідніми машинами поточної лінії для постачання поштовими відправленнями наступної машини у випадку зупинки за будь-яких причин попередньої машини, а також для накопичення поштових відправлень при зупинці наступної машини.

Схема організації поточної лінії з гнучкими зв'язками (бункерами-накопичувачами) наведена на рис. 6.10.

За умови однакових втрат для кожної машини в лінії і повній компенсації втрат суміжних машин бункерами-накопичувачами коефіцієнт технічного обслуговування лінії та *технічна продуктивність лінії з гнучкими міжагрегатними зв'язками* визначається відповідно у вигляді [18]

$$z_{\text{тех}} = 1/[1 + t_{\text{вс}} / (TN_M)] = 1/(1 + t_{\text{впв}} / N_M) \quad (6.3.18)$$

та

$$P_{\text{тех л}} = 1/[T + (t_{\text{вс}} / N_M)] = 1/[T + (t_{\text{вс}} / N_M)], \quad (6.3.19)$$

де N_M – число машин в лінії;

Зівставлення виразів (6.3.15) та (6.3.19) технічної продуктивності лінії відповідно з жорсткими та гнучкими міжагрегатними зв'язками свідчить, що продуктивність лінії з жорсткими зв'язками суттєво зростає за умови забезпечення однакової здатності кожної із N_M її ланок.

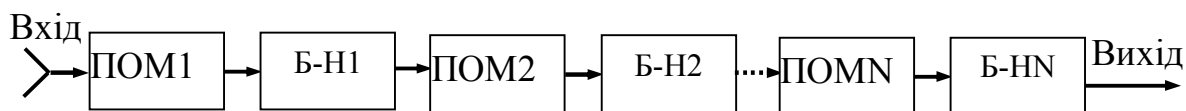


Рис. 6.10

Повна компенсація втрат теоретично можлива при нескінченній ємності бункерів-накопичувачів. В реальних умовах ємність проміжних накопичувачів є обмеженою, тому на власні втрати i -ї машини накладаються додаткові втрати, обумовлені нестабільною роботою попередніх машин. Для визначення додаткових втрат використовується коефіцієнт зростання позациклових втрат $\omega_{\text{зв}} > 1$ [4, 19], з урахуванням якого вираз (6.3.16) набуває вигляду

$$z_{\text{тех л}} = 1/[1 + (\omega_{\text{зв}} t_{\text{вс}} / TN_M)] = 1/(1 + t_{\text{впв}} \omega_{\text{зв}} / N_M). \quad (6.3.20)$$

Зменшення впливу коефіцієнта $\omega_{\text{зв}}$ досягається за рахунок збільшення ємності міжопераційних накопичувачів, яка в умовах поштового зв'язку лімітована для бункерів-накопичувачів значною масою і габаритами посилок, бандеролей, пачок преси та великою швидкістю машин оброблення письмової кореспонденції.

Застосування *бункерів-накопичувачів* великої ємності суттєво ускладнює конструкцію поточної лінії і призводить до необхідності використання додаткових виробничих площ, а також потребує створення спеціальних вузлів і механізмів, здатних формувати регулярний потік поштових відправлень, тобто

бункер-накопичувач великої ємності перетворюється у своєрідну машину спеціального призначення, яка, в свою чергу, вносить додаткові позациклові втрати та ускладнює процес керування. Тому при виборі величини ємності бункера-накопичувача вона обмежується мінімально допустимим її значенням, що забезпечує деяке оптимальне значення величини $\omega_{зв\text{ опт}}$.

Задача вибору *оптимальної ємності бункера-накопичувача* розв'язується методами статистичного моделювання з урахуванням випадкового характеру роботи машин і ліній, нерівномірності надходження поштових відправлень та використанням сучасних засобів обчислювальної техніки.

Для урахування динаміки втрат застосовується коефіцієнт міжланкового накладання втрат $\Delta_i < 1$, що подає частку втрат i -ї машини, яка переноситься на наступну ланку лінії.

Коефіцієнт технічного використання лінії з гнучкими міжагрегатними зв'язками при оцінці працездатності лінії за останньою n -ю ланкою подається у вигляді [19]

$$z_{\text{тех л}} = 1 / [1 + t_{\text{впв } n} + t_{\text{впв } n-1} \Delta_{n-1, n} + \dots + t_{\text{впв } 2} \Delta_{2, n} + t_{\text{впв } 1} \Delta_{1, n}] \quad (6.3.21)$$

та за умови однакових втрат для кожної машини лінії – у вигляді

$$z_{\text{тех л}} = 1 / [1 + t_{\text{впв}} (1 + \Delta_{n-1, n} + \Delta_{n-2, n} + \dots + \Delta_{2, n} + \Delta_{1, n})], \quad (6.3.22)$$

де $\Delta_{n-1, n} > \Delta_{n-2, n} > \dots > \Delta_{2, n} > \Delta_{1, n}$.

Коефіцієнт зростання втрат через показники окремих ділянок визначається у вигляді

$$\omega_{зв} = 1 + \Delta_{n-1, n} + \Delta_{n-2, n} + \dots + \Delta_{2, n} + \Delta_{1, n}. \quad (6.3.23)$$

Для аналізу впливу основних параметрів лінії на її продуктивність з метою спрощення аналітичних виразів вводиться поняття *середнього коефіцієнта накладених втрат* Δ , що подає частку втрат, яку передає в середньому кожна із решти $n - 1$ ланок на вихідну ланку n у вигляді співвідношення [19]

$$D_{n-1, n} + D_{n-2, n} + \dots + D_{2, n} + D_{1, n} = D(n - 1), \quad (6.3.24)$$

з урахуванням якого вираз для коефіцієнта зростання втрат набуває вигляду

$$\omega_{зв} = 1 + D(n - 1). \quad (6.3.25)$$

Коефіцієнт технологічного використання та технічна продуктивність лінії, що зображена на рис. 6.11 з урахуванням (6.3.25), визначається відповідно у вигляді

$$z_{\text{тех л}} = 1 / \{1 + [t_{\text{впв}} (1 + Д(n-1))] / n\} \quad (6.3.26)$$

та

$$П_{\text{тех л}} = 1 / \{t_{\text{рх}} + t_{\text{к}} + t_{\text{ве}} [1 + Д(n-1)] / n\}. \quad (6.3.27)$$

З наведеного огляду випливає, що у процесі проектування поточної лінії доцільно дотримуватись виконання умов забезпечення однакових відповідних значень робочого циклу окремих машин, ємності проміжних накопичувачів та надійності роботи окремих машин.

У випадку невиконання однієї з наведених умов продуктивність лінії повинна оцінюватись за результатами роботи машини, яка має найбільший вплив щодо зниження цієї продуктивності. Для забезпечення оптимуму продуктивності у такому разі основні зусилля прикладаються на технічне удосконалення (модернізацію) обмежуючої ланки для приведення її параметрів у відповідність з технічними характеристиками суміжних ланок.

При неможливості досягнення необхідної продуктивності лінії через технічні чи технологічні обмеження її ланок застосовується *паралельно-послідовний метод організації поточної лінії*, коли на окремих технологічних операціях (сукупності операцій) застосовується декілька машин, які можуть забезпечити необхідну пропускну здатність суміжних з ними машин і комплексів, що розраховані на більш високу продуктивність (рис. 6.11). За такого компонування лінії суттєво підвищуються вимоги до проміжних бункерів-накопичувачів, які повинні мати не тільки достатню ємність, але й здійснювати розподіл потоків поштових відправлень до декількох паралельно працюючих машин, а також формувати регулярний потік на вході високопродуктивної машини (комплексу).

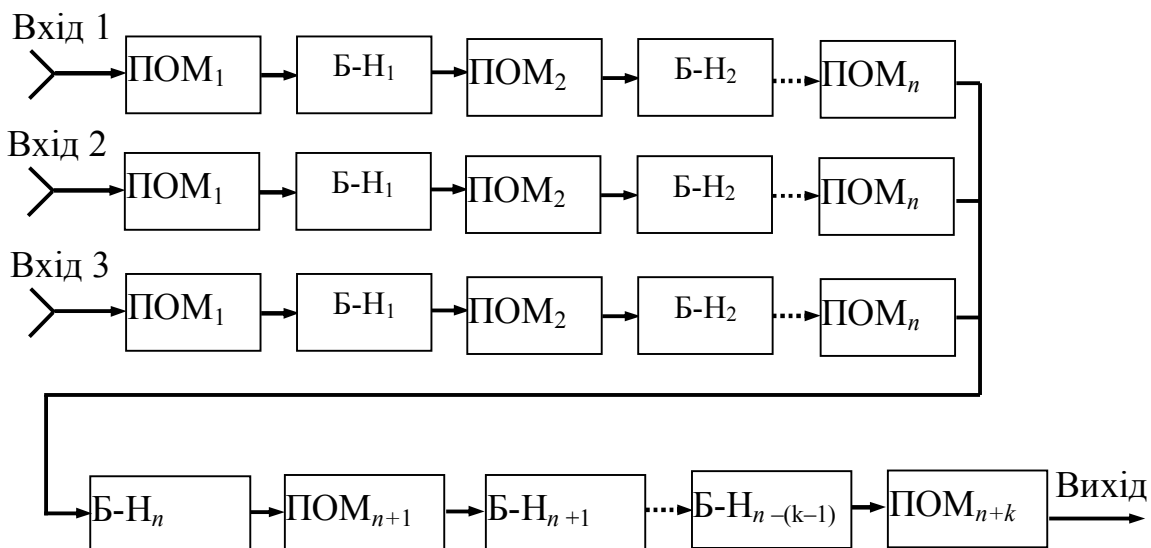


Рис. 6.11

Задача організації міжопераційного накопичення значно ускладнюється, якщо в процесі оброблення змінюється властивість одиниці продукції, яка обробляється, що зв'язано з утворенням груп поштових відправлень (постпакели, пачки газет, прямі групи посилок і бандеролей), тобто здійснюється збільшення габаритів і маси одиниці поштової продукції, що обробляється. У такому разі зазнає змін не тільки конструкція наступного бункера-накопичувача, але й здійснюється перехід до принципово іншої форми організації оброблення, що потребує застосування машин, здатних проводити оброблення кореспонденції значних габаритів і маси. При великих об'ємах оброблення поштових відправлень для забезпечення продуктивності вихідних ланок технологічного процесу, де формуються групи поштових відправлень, доцільно утворювати на ланках, де виконується оброблення окремих поштових відправлень, декілька поточних ліній $N_{л}$, з урахуванням яких продуктивність такої багатопоточної лінії визначається у вигляді [19]

$$P_{\text{тех бпл}} = N_{л} / \{t_{\text{рх}} + t_{\text{к}} + t_{\text{вс}} [1 + D(n-1)] / n\}. \quad (6.3.28)$$

Продуктивність $N_{\text{мл}}$ машин, об'єднаних в однопоточну лінію для оброблення груп поштових відправлень, що надходять з багатопоточної лінії повинна бути більшою або дорівнювати продуктивності останньої (рис. 6.11), тобто $P_{\text{тех бпл}} \leq P_{\text{тех л гр}}$.

Значний вплив на ефективність роботи як самих АЛСМ так і їхнього застосування у складі автоматизованих ліній стосовно показників вартості, необхідної виробничої площі, об'ємів за етапами сортування має число та типи накопичувачів [5, 10]. Сортування ПК у вузлах централізованого оброблення ПВ виконується на сотні напрямів $N_{\text{в}}$, що потребує при розробці та виборі АЛСМ *оптимізації числа накопичувачів* $n_{\text{н}}$ з урахуванням необхідності мінімізації витрат на сортування та що зростання числа накопичувачів підвищує розміри та вартість ЛСМ, але зменшує об'єми ПК для повторного сортування і як наслідок необхідну кількість ЛСМ.

Завантаження (поява на вході) в АЛСМ ПВ з тією або іншою адресою є випадкова подія, тому потік ПК в її ТРС є також випадковим, внаслідок чого при $n_{\text{н}} = N_{\text{в}}$ частина накопичувачів швидко заповнюється, а деякі з них протягом значного часу можуть залишатись порожніми. Якщо прийняти число листів $\xi_{\text{зн}}$ за необхідне для заповнення накопичувача, то стан розвантаженого накопичувача з числом листів $\varphi_{\text{рн}}$ можна вважати тотожним стану $\varphi_{\text{рн}} = \xi_{\text{зн}}$, а ймовірність того, що j -й накопичувач є порожнім дорівнює $1/\xi_{\text{зн}}$ [15].

Події наявності та відсутності листів у накопичувачі складають повну групу незалежних подій, ймовірність наявності листів у накопичувачі дорівнює $1 - 1/\xi_{\text{зн}}$, а ймовірність того, що із $n_{\text{н}} = N_{\text{в}}$ накопичувачів число $n_{\text{вн}}$ вільних накопичувачів ($n_{\text{вн}} = 0 \dots N_{\text{в}}$) відповідає членам розкладу бінома Ньютона в степені $n_{\text{н}}$ [15]

$$P\{n_{\text{вн}}\} = C_{n_{\text{н}}}^{n_{\text{вн}}} (1/o_{\text{зн}})^{n_{\text{вн}}} (1 - 1/o_{\text{зн}})^{n_{\text{н}} - n_{\text{вн}}}, \quad (6.3.29)$$

з математичним очікуванням

$$M(n_{\text{вн}}) = n_{\text{н}} (1/\xi_{\text{зн}}). \quad (6.3.30)$$

Ймовірність наявності в процесі роботи машини деякого задалегідь заданого числа $n_{\text{нв}}^*$ вільних накопичувачів визначається у вигляді

$$P\{n_{\text{вн}} > n_{\text{вн}}^*\} = \sum_{n_{\text{вн}}=n_{\text{вн}}^*}^{n_{\text{н}}} C_{n_{\text{н}}}^{n_{\text{вн}}} (1/o_{\text{зн}})^{n_{\text{вн}}} (1 - 1/o_{\text{зн}})^{n_{\text{н}} - n_{\text{вн}}} \quad (6.3.31)$$

шляхом застосування асимптотичної формули Муавра-Лапласа [37] як пошук граничного випадку існування деякого $n_{\text{нвгр}}^*$, що задовольняє умові безмежного малого значення ймовірності більшого числа порожніх накопичувачів

$$\exists n_{\text{нвгр}}^* [P\{n_{\text{вн}} > n_{\text{нвгр}}^*\} \rightarrow 0]$$

і визначається з достатньою для практичного застосування точністю за формулою [15]

$$n_{\text{нвгр}}^* = 5 [n_{\text{н}} (1 - 1/o_{\text{зн}}) / o_{\text{зн}}]^{\frac{1}{2}} + n_{\text{ні}} / o_{\text{зн}}. \quad (6.3.32)$$

Наведена наявність деякого числа вільних накопичувачів за припущення, що напрями сортування є рівноймовірними (наприклад, якщо $n_{\text{н}} = N_{\text{в}} = 300$ та $\xi_{\text{зн}} = 50$, то $n_{\text{нвгр}}^* \approx 18$) для реальних умов роботи АЛСМ за нерівноймовірності напрямів сортування моделюється в рамках теорії масового обслуговування шляхом подання процесу сортування як системи масового обслуговування та отримання співвідношень, що дозволяють виконувати розрахунки наступних характеристик системи сортування при $n_{\text{н}} = N_{\text{в}}$ [15]:

– середнє число зайнятих та вільних накопичувачів відповідно

$$n_{\text{зн}} = \sum_{k=1}^{n_{\text{н}}} [n_{\text{н}}! / (k-1)!(n_{\text{н}} - k)!] / \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}} [n_{\text{н}}! / k!(n_{\text{н}} - k)!] \quad (6.3.33)$$

та

$$n_{\text{вн}} = \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}-1} [n_{\text{н}}! / k!(n_{\text{н}} - k - 1)!] / \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}} [n_{\text{н}}! / k!(n_{\text{н}} - k)!]; \quad (6.3.34)$$

– ймовірність того, що всі накопичувачі є вільні

$$P_{\text{вн}} = 1 / \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}} [n_{\text{н}}! / k!(n_{\text{н}} - k)!]; \quad (6.3.35)$$

– коефіцієнт простою накопичувача

$$K_{\text{пр н}} = n_{\text{вн}} / n_{\text{н}} = \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}-1} [(n_{\text{н}} - 1)! / k!(n_{\text{н}} - k - 1)!] / \sum_{k=0}^{n_{\text{н}}} [n_{\text{н}}! / k!(n_{\text{н}} - k)!] \quad (6.3.36)$$

(при $n_{\text{н}} = N_{\text{в}} = 100$ наведені характеристики набувають наступних значень [15]: $n_{\text{зн}} \approx 62$; $n_{\text{зн}} \approx 38$; $K_{\text{пр н}} = 0,379$; $P_{\text{вн}} = 0,98 \cdot 10^{-29}$).

З наведеного статистичного аналізу процесу сортування ПК впливає, що значна частина накопичувачів АЛСМ при $n_{\text{н}} = N_{\text{в}}$ в довільний момент часу є вільними, а ступінь їх використання є низьким. Це стимулювало пошук нових способів та алгоритмів керування процесом сортування, які надають можливість скоротити число накопичувачів порівняно з заданим числом напрямів сортування та як наслідок вартість ЛСМ за рахунок прийняття деякого допустимого числа відмов від сортування та за необхідності застосування додаткового етапу сортування.

У випадку необхідності застосування двох та більше ЛСМ для оброблення навантаження вузла оптимальна кількість накопичувачів $n_{\text{д}}$ в машині для детального сортування визначається по мінімуму приведених витрат $\Pi_{\text{в}}$ на сортування. За доцільності забезпечення взаємозаміни машин на загальному та детальному сортуванні та прийняття їх однотипними вираз для приведених витрат (грн. за рік) має вигляд [5]

$$\Pi_{\text{в}} = B_1 + B_2 n_{\text{д}} + (B_1 + B'_1 + B_2 n_{\text{д}})(1 - a_{\text{д}}), \quad (6.3.37)$$

де B_1 та B_2 – відповідно приведені витрати на експлуатацію залежної та незалежної частин ЛСМ від числа накопичувачів; B'_1 – витрати на передавання кореспонденції між машинами загального та детального сортування; $a_{\text{д}}$ – питома вага ПВ, що підлягають сортуванню за $n_{\text{д}}$ напрямками сортування

$$a_{\text{д}} = n_{\text{д}} / [a n_{\text{д}} + (1 - a) N_{\text{в}}] \quad (6.3.38)$$

(величина a визначається шляхом аналізу розподілу потоків ПВ у вузлах і для письмової кореспонденції згідно з [39] дорівнює 0,74).

Вираз для розрахунку числа накопичувачів $n_{\text{д}}$ за якого забезпечується мінімум витрат на сортування виводиться шляхом підстановки у вираз (6.3.37) значення $a_{\text{д}}$, з визначенням та прирівнюванням похідної по $n_{\text{д}}$ до нуля у вигляді [5]

$$n_{\text{д}} = -\frac{A^*}{a} + \left[\left[\frac{A^*}{a} \right]^2 + \left[\frac{(B_1 + B'_1)A^* / B_2 - 2A^*}{a(2a - 1)} \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (6.3.39)$$

за визначення відповідних витрат у вигляді

$$B_1 + B_1' = K_1 \mu_m (A_m + M + E_n) + 365 \mu_m t_d Z_{cr},$$

$$B_2 = K_2 \mu_m (A_m + M + E_n),$$

де $\mu_m = 1,18$; $A_m = 0,1$; $M = 0,05$ – коефіцієнти, що враховують відповідно витрати на монтажні роботи, амортизаційні відрахування, утримання та ремонт обладнання; $E_n = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; K_1 та K_2 – вартості відповідно постійної та змінної частин ЛСМ; $\mu_m = 4$ люд./год. – трудові витрати на годину роботи обладнання; $t_d = 10$ год. – середня кількість годин роботи ЛСМ за добу; Z_{cr} – середньогодинні витрати на заробітну плату (для спрощення $A^* = (1-a)N_b$).

В період розробки ЛСМ типу МАП-1 для більшості вузлів СРСР згідно з [5] значення N_b знаходилось в межах 400 ... 700, тому розраховане у відповідності з виразом (6.3.39) число виділених накопичувачів в АЛСМ повинно складати 180 ... 220, а розроблена для застосування у вузлах з об'ємом навантаження понад 200000 листів машина МАП-1 має 198 виділених накопичувачів малої ємності та 24 накопичувачі великої ємності для збирання та передавання кореспонденції на другий етап сортування [5].

При підстановці відповідних для МАП-1 значень K_1 та K_2 [5] у вираз (6.3.39) при $a = 0,74$ останній подається у вигляді

$$n_d = -0,35 N_b + [440 N_b - 0,257 (N_b)^2]^{1/2}. \quad (6.3.40)$$

Навантаження вузла, що не перевищує 200000 листів за добу, надає можливість застосування однієї машини для виконання загального та детального сортування з сумарним числом накопичувачів n_c , з яких n_d накопичувачів призначені для загального сортування, а число накопичувачів n_d для детального та загального сортування визначається з урахуванням залежності $n_c = n_3 + n_d = (N_b - n_d)/n_d + n_d$ відповідно у вигляді [5]

$$n_d = [n_c + 1 \pm [(n_c + 1)^2 - 4 N_b]^{1/2}] / 2, \quad (6.3.41)$$

та

$$n_3 = n_c - (n_c + 1) / 2 = (n_c - 1) / 2. \quad (6.3.42)$$

Мінімальне число накопичувачів n_{min} в машині визначається з урахуванням співвідношення $(n_c + 1)^2 \geq 4 N_b$ у вигляді

$$n_{min} = 2[N_b - 1]^{1/2}. \quad (6.3.43)$$

Для мінімізації необхідного числа накопичувачів АЛСМ застосовуються також спосіб сортування за якого виділення напрямку сортування виконується у відповідності з послідовністю адресних ознак ПВ, що надходять на сортування в АЛСМ. При застосуванні такого способу враховуються наступні випадки щодо числа зайнятих накопичувачів [5]: 1) один із зайнятих усіх або частини накопичувачів є відповідним за напрямом сортування адресі ПВ, що надійшло на сортування; 2) жоден із частини накопичувачів, що є зайняті, не є відповідним адресі ПВ, що надійшло на сортування; 3) жоден із зайнятих усіх накопичувачів не є відповідним адресі ПВ, що надійшло на сортування, але є накопичувач, в якому число відправлень менше деякого наперед заданого числа $k_{вн}$; 4) в кожному із усіх зайнятих накопичувачів число відправлень менше $k_{вн}$. У відповідності з наведеними випадками ПВ, що надійшло на сортування, надходить у накопичувач з відповідною йому адресою, в один із вільних накопичувачів з закріпленням за останнім відповідного напрямку сортування у будь-який із накопичувачів з числом відправлень менше $k_{вн}$ за попереднім його розвантаженням (звільненням), в довідковий накопичувач за сигналом відмови від сортування.

Найвпливовішими факторами при виборі числа накопичувачів АЛСМ є об'єм вихідної $Q_{вих}$, вхідної $Q_{вх}$ та транзитної $Q_{тр}$ кореспонденції, що надійшла на сортування, а також число напрямів сортування вихідної та транзитної кореспонденції $N_{вих}$ і вхідної кореспонденції $N_{вх}$.

Об'єм кореспонденції Q_c , сортування якої виконується машиною за першого способу сортування, визначається у вигляді [5]

$$Q_c = (Q_{вих} + Q_{тр}) \left(2 - \frac{n_d / N_{вих}}{an_d / N_{вих} + 0,26} \right) + Q_{вх} \left(2 - \frac{n_d / N_{вх}}{an_d / N_{вх} + 0,26} \right) \quad (6.3.44)$$

та як функція числа накопичувачів n_1 у вигляді

$$Q_c = (Q_{вих} + Q_{тр}) \left(2 - \frac{n_1 + 1 + [n_1 + 1]^2 - 4N_{вих}^{\frac{1}{2}}}{a[n_1 + 1 + [n_1 + 1]^2 - 4N_{вих}^{\frac{1}{2}}] + 0,52N_{вих}} \right) + Q_{вх} \left(2 - \frac{n_1 + 1 + [n_1 + 1]^2 - 4N_{вх}^{\frac{1}{2}}}{a[n_1 + 1 + [n_1 + 1]^2 - 4N_{вх}^{\frac{1}{2}}] + 0,52N_{вх}} \right), \quad (5.3.45)$$

за умови $n_d / N_{вх} < 1$ (при $n_d / N_{вх} \geq 1$ коефіцієнт при $Q_{вх}$ повинен дорівнювати 1).

В [5] наводяться результати аналізу необхідного числа накопичувачів при застосуванні першого та другого способів сортування, порівняння яких свідчить, що для всіх розглянутих випадків значень навантаження та напрямів

сортування у вузлах виконується нерівність $n_1 \ll n_2$, тобто перший спосіб є більш ефективним.

Поряд з адресними та довідковими накопичувачами в АЛСМ можуть виділятися також резервні накопичувачі для заміни адресних у випадку їх відмови. Втрати продуктивності $\Pi_{вт}$ при зупинці машини на час усунення несправності накопичувача визначаються у вигляді [5]

$$\Pi_{вт} = \Pi_{ф} \lambda_{від} t_{вн}, \quad (6.3.46)$$

де $\Pi_{ф}$, $\lambda_{від}$ та $t_{вн}$ – відповідно фактична продуктивність машини, інтенсивність відмов накопичувачів та середній час відновлення роботоздатності накопичувача.

За наявності можливості відновлення роботоздатності накопичувача без зупинки машини число листів, що надходить у довідковий накопичувач протягом години внаслідок блокування несправних накопичувачів визначається у вигляді

$$\Pi_{втб} = \Pi_{ф} \alpha_{д} \beta_{а} \lambda_{від} t_{вн} / n_{д}, \quad (6.3.47)$$

де $\alpha_{д}$ та $\beta_{а}$ – відповідно частка кореспонденції, що надходить у малі та адресні накопичувачі (для малих накопичувачів ЛСМ типу МАП-1 $\lambda_{від} = 0,04 \text{ год}^{-1}$, $t_{вн} = 0,3 \text{ год}$ [5]).

За усунення несправності накопичувачів під час профілактичних робіт протягом однієї години та роботи машини в режимі сортування протягом часу t_c за добу середня інтенсивність відмов накопичувачів визначається у вигляді [5]

$$\lambda_{с\ від} = t_c \lambda_{від} / 2. \quad (6.3.48)$$

Питома вага ПВ, що додатково підлягають другому етапу сортування при застосуванні резервних накопичувачів n_p замість адресних, визначається у вигляді [5]

$$\Gamma_p = 1 - \frac{(n_d - n_p) / n_d}{a(n_d - n_p) / n_d + 0,26} = 1 - \frac{1 - r_p}{1 - ar_p}, \quad (6.3.49)$$

де $r_p = n_p / n_d$ – частка резервних накопичувачів малої ємності в машині. Число таких ПВ за годину у такому випадку при $\lambda_{від} - r_p n_d > 0$ визначається у вигляді

$$\Pi_{пс} = \Pi_{ф} (\lambda_{від} - r_p n_d) t_{вн} + \Pi_{ф} [1 - (\lambda_{від} - r_p n_d) t_{вн}] \alpha_{д} \beta_{а} \gamma_p \quad (6.3.50)$$

та при $\lambda_{від} - r_p n_d \leq 0$ у вигляді

$$\Pi_{пс} = \Pi_{ф} \alpha_{д} \beta_{а} \gamma_p. \quad (6.3.51)$$

Наведені співвідношення дають можливість виконувати орієнтовну оцінку пропускну́ї здатності та ефективності автоматизованого технологічного процесу під час його розробки, яка використовується для його оптимізації в комплексі математико-технологічного моделювання як багатofакторіальної задачі з метою одержання конкретних показників машин і в цілому процесу та як наслідок визначення рекомендацій по вибору засобів механізації й автоматизації, здатних забезпечити заданий рівень економічної ефективності технологічного процесу [19].

6.4 Методи та засоби забезпечення сталості автоматизованого технологічного процесу

Забезпечення необхідного рівня *сталості функціонування автоматизованого технологічного процесу* досягається шляхом локалізації впливу збурюючих факторів, основними з яких є нерівномірність навантаження та порушення роботоздатності технічних засобів. Локалізація та зменшення впливу збурюючих факторів здійснюється у першу чергу за рахунок оптимального компонування автоматизованих ліній, створення резерву пропускну́ї здатності машин та комплексів, організації гнучких міжагрегатних зв'язків машин в лінії [19].

Як зазначалось вище, з'єднання поштооброблювальних машин в лінію може бути послідовним, паралельним та паралельно-послідовним. Для ефективного функціонування машин при послідовному агрегуванні їх в лінію необхідно, щоб кожна попередня машина забезпечувала реалізацію пропускну́ї здатності наступної. Це потребує виконання наступних умов: однакового циклу роботи всіх машин та рівної надійності за показниками безвідмовності, довговічності та ремонтоздатності; однакових власних та організаційних витрат. У реальному виробництві такі ідеальні умови функціонування машин забезпечити з прийнятними витратами неможливо, перш за все через зміни властивостей поштових відправлень у процесі оброблення та об'єднання їх у групи, що відрізняються за габаритами та масою. Тому розв'язання задачі ефективного компонування ліній спонукає до розробки та застосування різних за конструкцією, циклом роботи та продуктивністю машин [2, 4, 9, 19].

Оптимальним способом агрегування машин є послідовно-паралельний, за якого технологічний процес поділяється на ряд послідовно з'єднаних ланок, кожна з яких організована за умовою однакової циклової та технічної продуктивності машин. Пропускна здатність таких ланок по всій довжині технологічної лінії повинна бути однаковою, тому на окремих ланках, що складаються з машин з невисокою продуктивністю застосовується паралельний спосіб агрегування [4].

Специфікою автоматизації технологічного процесу поштового зв'язку є те, що вона, як правило, здійснюється на основі машин з різною цикловою продуктивністю. Це не зовсім задовольняє вимогам поточної організації праці, тому для забезпечення сталості виробництва в цілому необхідно забезпечити

відповідні резерви пропускної здатності ланок за рахунок застосування більш продуктивних машин на наступній ланці або паралельного з'єднання однотипних машин.

Для досягнення високого ступеня сталості технологічного процесу необхідно забезпечити виконання умови [19]

$$PR_{пzi} \geq PR_{пз1} = PR_{пзtl} \quad \{при i=2, 3, \dots, l\}, \quad (6.4.1)$$

де $PR_{пз1}$ – пропускна здатність першої ланки; $PR_{пzi}$ – пропускна здатність i -ї ланки; $PR_{пзtl}$ – пропускна здатність поточної технологічної лінії.

Пропускна здатність технологічного процесу в цілому згідно з умовою (6.4.1) обмежується пропускною здатністю першої ланки. Необхідний для запобігання заторів між ланками резерв пропускної здатності для другої та всіх останніх ($l - 2$) ланок, як правило, не перевищує 2...4%

$$PR_{пzi} = (1,02 \dots 1,04)PR_{пзtl} \quad \{при i=2, 3, \dots, l\}. \quad (6.4.2)$$

Наявність резерву пропускної здатності 2, 3, . . . , l ланок дещо зменшує коефіцієнт їх технічного використання, проте значно стабілізує технологічний процес.

Другим суттєвим засобом підвищення сталості функціонування технологічного процесу є організація гнучких міжопераційних зв'язків за рахунок застосування міжопераційних резервів поштових відправлень, що обробляються. Оптимальний вибір та розміщення міжопераційних резервів є важливою проблемою, яка потребує розв'язання складних математичних і технічних задач: розробка конструкції бункерів-накопичувачів, що дозволяють виконувати обмін поштовими відправленнями в автоматизованому режимі; вибір місць розміщення проміжних накопичувачів; оптимальний вибір ємності бункера-накопичувача [4, 19].

Вихідним вузлом транспортно-розподільної системи поштооброблювальної машини, як правило, є пристрій накопичення поштових відправлень, тому проміжні накопичувачі встановлюються між суміжними машинами, кожна з яких виконує певну технологічну операцію. Виняток складають поштооброблювальні комплекси, в яких застосовується регулярний транспортний потік без накопичення поштових відправлень після кожної чергової операції (машини). У такому разі бункер-накопичувач встановлюється на виході комплексу.

Пристрій автономного уведення поштооброблювальних машин включає в себе механізм завантаження та сепаратор, які утворюють накопичувач-дозатор, що забезпечує формування регулярного потоку поштових відправлень, з ручним їх завантаженням в нього партіями. На відміну від цього, в автоматизованому технологічному процесі вихідний бункер-накопичувач попередньої машини та вхідний накопичувач-дозатор наступної машини, утворюють єдину систему зі спільним транспортним каналом. Скорочення

довжини такого транспортного каналу до нульового значення дозволяє використовувати один автоматичний бункер-накопичувач замість двох і є однією із основних умов впровадження автоматизованих поточних ліній та комплексної автоматизації виробничого процесу.

Раціональний вибір ємності бункера-накопичувача має суттєвий вплив на сталість автоматизованого технологічного процесу. В поточних лініях з гнучкими міжопераційними зв'язками застосовуються в основному два типи пристроїв накопичення: бункер-формуваць, що забезпечує надходження поштових відправлень на вхід поточної лінії у вигляді регулярного потоку; проміжний бункер-накопичувач, що забезпечує умови узгодження роботи машин (комплексів) в лінії.

Оптимальний вибір ємності бункера-накопичувача проводиться шляхом математичного моделювання з застосуванням статистичних методів. Задовільних результатів можливо досягти лише за умов побудови точної моделі відповідного технологічного процесу з достовірним поданням усіх її необхідних параметрів, що є досить складною задачею при розробці нової автоматизованої лінії [19].

Попередня оцінка необхідної ємності бункера-накопичувача виконується за допомогою *аналітичних методів*, оснований на положеннях теорії масового обслуговування, теорії продуктивності, в сукупності з теорією надійності. Нижче наводиться метод розрахунку ємності бункера-формуваць, на основі аналітичних закономірностей теорії масового обслуговування, згідно з яким система оброблення поштових відправлень у великому підрозділі поштового зв'язку подається як система масового обслуговування, що включає чотири основних її елементи: вхідний потік вимог, чергу та пристрої її обслуговування, потік на виході системи.

Вхідний потік вимог є статистичним, тому що причини надходження поштових відправлень є незалежними і носять масовий характер, що не дозволяє установлювати функціональну залежність між причинами та фактом появи цих подій. На основі статистичного моделювання властивостей потоку поштових відправлень встановлено, що розподіл імовірностей надходження k поштових відправлень протягом часу t підкоряється закону Пуассона [19]:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \quad (6.4.3)$$

де λ – інтенсивність надходження вимог на вхід системи (математичне очікування кількості поштових відправлень, що надходять за одиницю часу).

Пропускна здатність системи визначається за формулою

$$v_c = n_{\text{л}} \Pi_c, \quad (6.4.4)$$

де $n_{\text{л}}$ – число поточних ліній; Π_c – пропускна спроможність лінії.

Умовою нормального функціонування технологічного процесу є виконання співвідношення $\lambda/v_c < 1$, у протилежному випадку ($\lambda/v_c > 1$) – черга

вимог на вході системи буде безмежно зростати. Обмежена величина черги (за умови $\lambda/\nu_c < 1$) визначається за формулою [19]

$$E_{\text{бф}} = (P_{\text{зл}} \lambda) / \{n_{\text{л}} \Pi_{\text{с}} [1 - \lambda / (n_{\text{л}} \Pi_{\text{с}})^2]\}, \quad (6.4.5)$$

де $E_{\text{бф}}$ – ємність бункера-формувача; $P_{\text{зл}}$ – ймовірність того, що всі лінії багатопоточної системи зайняті, при $\lambda/(n_{\text{с}}\Pi_{\text{с}}) < 1$.

Ймовірність $P_{\text{зл}}$ того, що всі лінії багатопоточної системи зайняті, визначається у вигляді

$$P_{\text{зл}} = \frac{\Pi_{\text{с}} P_{\text{вл}}}{(n_{\text{л}} - 1)(n_{\text{л}} \Pi_{\text{с}} - \lambda)} \left(\frac{\lambda}{n_{\text{л}}}\right)^n, \quad (6.4.6)$$

де $P_{\text{вл}}$ – ймовірність того, що всі лінії багатопоточної системи є вільні [19]:

$$P_{\text{вл}} = 1 / \sum_{k=0}^{n_{\text{л}}-1} \sum \left\{ \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\Pi_{\text{с}}}\right)^k + \frac{\Pi_{\text{с}}}{(n_{\text{л}} - 1)!(n_{\text{л}} \Pi_{\text{с}} - \lambda)} \left(\frac{\lambda}{\Pi_{\text{с}}}\right)^{n_{\text{л}}} \right\}, \quad (6.4.8)$$

при $\lambda/(n_{\text{л}}\Pi_{\text{с}}) < 1$.

Якість функціонування поточної лінії характеризується *коефіцієнтом простоювання лінії* $K_{\text{пл}}$, який є основним критерієм, що адекватно визначає вплив умов функціонування технологічного процесу [19]

$$K_{\text{пл}} = \sum_{k=0}^{n_{\text{л}}-1} \frac{(1 - k/n_{\text{л}})}{k!} \left(\frac{\lambda}{n_{\text{л}}}\right)^k P_{\text{вл}}. \quad (6.4.9)$$

Даний критерій оптимізації має вирішальне значення при розв'язанні задачі вибору оптимальної ємності накопичувача-формувача.

Виникнення неминучих несправностей окремих машин, агрегованих у лінію, призводить до її простоїв. Для досягнення безперервного технологічного процесу в місцях узгодження машин установлюються буферні пристрої накопичення, ємність бункерів яких безпосередньо визначається показниками роботи цих машин та умовами їх технічної експлуатації. Основними параметрами, що характеризують безвідмовність та ремонтпридатність машин в технологічній лінії, є середній час безвідмовної роботи (середнє напрацювання на відмову T_0) та середній час відновлення роботоздатності машини $T_{\text{в}}$. Співвідношення цих параметрів визначає ступінь використання поточної лінії і характеризується *коефіцієнтом простоювання машини* [16]

$$K_{\text{пм}} = T_{\text{в}} / (T_{\text{в}} + T_0). \quad (6.4.10)$$

Ємність проміжного бункера-накопичувача визначається за формулою [19]

$$E_{\text{бн}} = (T_{\text{в1}} + T_{\text{в2}}) \Pi_c \{ [K_{\text{пл}} / (1 + K_{\text{пл}})] [(1 / z_{\text{п}}) - 1] \}, \quad (6.4.11)$$

де $T_{\text{в1}}$ та $T_{\text{в2}}$ – відповідно середній час простою попередньої та наступної машин в лінії; Π_c – пропускна здатність системи (лінії); $K_{\text{пл}}$ – коефіцієнт простоювання лінії; $z_{\text{п}}$ – імовірність того, що наступна машина буде простоювати через недостатню ємність бункера-накопичувача ($z_{\text{п}} \ll 1$).

Мінімальна ємність бункера-накопичувача визначається у вигляді

$$E_{\text{бн min}} = [(K_{\text{гл}} K_{\text{пл}}) / z_{\text{п}}] - 1, \quad (6.3.12)$$

де $K_{\text{гл}}$ – коефіцієнт готовності лінії.

Величина $E_{\text{нб min}}$ досягає оптимального значення (максимуму) за умови $K_{\text{гл}} = K_{\text{пл}} = 1/2$, яке визначається у вигляді

$$(E_{\text{бн min}})_{\text{max}} = (1/4 z_{\text{п}}) - 1. \quad (6.4.13)$$

Приклад 6.1. При ймовірності простою наступної машини через недостатню ємність буферного накопичувача, що дорівнює $z_{\text{п}} = 5 \times 10^{-4}$, максимальне значення його необхідної мінімальної ємності згідно з (6.4.13) буде складати $(E_{\text{нб min}})_{\text{max}} = (1/4 z_{\text{п}}) - 1 = [(1/4 \times 0.0005)] - 1 = 499$ одиниць поштових відправлень.

Вираз (6.4.13) дозволяє визначати граничну ємність бункера-накопичувача для малогабаритних поштових відправлень (листи, поштові картки та дрібні бандеролі), яка задовольняє заданій ймовірності виникнення простою наступної машини в лінії.

Необхідна максимальна ємність буферного бункера-накопичувача для широкого спектра габаритів та маси поштових відправлень (в їх одиницях) в моделюючих розрахунках визначається у термінах теорії продуктивності виразом [4]

$$E_{\text{нб max}} = \frac{2 T_{\text{в}} (1 - \Delta_{\text{нв}})}{(t_{\text{рх}} + t_{\text{к}}) \Delta_{\text{нв}}}, \quad (6.4.14)$$

де $\Delta_{\text{нв}}$ – середній коефіцієнт накладення втрат.

Приклад 6.2. Визначення ємності буферного бункера-накопичувача автоматичної ЛСМ в поточній лінії оброблення письмової кореспонденції при наступних вихідних даних: цикл роботи автоматичної ЛСМ $T = 180$ мс; величина компенсації бункером-накопичувачем власних та організаційно-технічних втрат складає 25% ($\Delta_{\text{нв}} = 0,25$); очікуваний середній час відновлення роботоздатності за наявністю автоматизованої системи діагностики складає $T_{\text{в}} = 130$ с.

Необхідна максимальна ємність буферного бункера-накопичувача (одиниць письмової кореспонденції) згідно з (6.4.14) буде складати

$$E_{\text{пб max}} = \frac{2 \cdot 130 (1 - 0,25)}{0,18 \cdot 0,25} = 4334 \text{ листів.}$$

При виконанні наведених умов буферний бункер-накопичувач буде забезпечувати автономну роботу автоматичної ЛСМ в лінії протягом часу $T_{\text{ар}}$

$$T_{\text{ар}} = T E_{\text{пб max}} = 0,18 \cdot 4334 = 780,12 \text{ с} \approx 13 \text{ хв.},$$

наприклад, при зупинці автоматичної ЛШМ.

6.5. Аналіз ефективності застосування в автоматизованій лінії електронного кодувача письмової кореспонденції

В задачах оптимізації структури автоматизованої системи оброблення письмової кореспонденції суттєве значення поряд з вибором способів передавання поштових відправлень між машинами і пристроями має вибір способу уведення адресних ознак в керуючий пристрій АЛСМ [5, 10].

З розвитком засобів цифрової і обчислювальної техніки, систем уведення та оброблення візуальної інформації фірми розробники поштооброблювальних машин для розширення їх функціональних можливостей освоїли пристрої уведення адресних ознак, що поєднують у собі переваги автоматичного зчитування рукописного поштового індексу та машинописних шрифтів, ручного й автоматичного кодування, які у різних за функціональною повнотою модифікаціях дістали назву електронного кодувача [5, 7, 8, 9, 10, 19].

Ефективність (доцільність) застосування електронних кодувачів обмежується низькою питомою вагою кореспонденції с машинописною адресою, яка за різних причин для різних країн може складати 1 ... 80 і більше відсотків [5, 10]. Тому впровадження автоматизованого оброблення письмової кореспонденції на початкових етапах здійснювалось за двома напрямками: в країнах західної Європи – на основі застосування кодувача для автоматичного уведення машинописної адреси в АЛСМ з більшої частки ПВ і застосування систем безпосереднього або відеокодування для відносно незначної частки ПВ в процесі сортування; в СРСР та Японії – на основі пристроїв автоматичного зчитування і розпізнавання рукописних цифр поштового індексу (ЦЧП), що наносяться відправником, тому що частка ПВ машинописною адресою складала 1...3% [5].

Значне підвищення ефективності електронного кодувача досягається шляхом застосування у його складі ЦЧП за рахунок вилучення останнього із складу АЛСМ, що забезпечує можливість застосування складного ЦЧП для однократного зчитування адресних ознак з наступним їх кодуванням та застосування простих кодочитальних пристроїв на наступних етапах сортування ПВ.

На відміну очевидності того, що застосування кодувача без ЦЧП для уведення рукописного поштового індексу не може забезпечити ефективності застосування АЛСМ в умовах низької питомої ваги кореспонденції з

машинописною адресою через близькі значення продуктивності операторів робочих місць ручного сортування та ручного кодування, переваги застосування ЦЧП у складі кодувача обумовлені рядом взаємопов'язаних факторів і можуть біти втіленими на відповідному інтервалі значень їх прояву [5, 10].

До таких факторів у першу чергу відноситься структура поштового навантаження у вузлі, кількість АЛСМ, що використовуються у країні та вузлі, співвідношення загальної продуктивності ЕК та ЛСМ. При застосуванні ЦЧП у складі ЕК (для всіх ЛСМ) кореспонденція, що надходить на оброблення у вузол поділяється на два потоки: попередньо закодована кореспонденція з питомою вагою α_k , для безпосереднього завантаження в n ЛСМ обладнаних КЧП; некодована кореспонденція з питомою вагою $1 - \alpha_k$ для сортування (кодування) якої необхідно m кодувачів с продуктивністю, що дорівнює або в β_n раз перевищує продуктивність АЛСМ. Співвідношення між n и m визначається структурою поштового навантаження α_k та відношенням β_n продуктивності ЕК та АЛСМ у вигляді [5]

$$m = \lceil \beta_n^{-1} n (1 - \alpha_k) / \alpha_k \rceil + 1, \quad (6.5.1)$$

де вираз в квадратних дужках визначається, як ціла частина числа.

Очевидно, що для ефективного застосування ЦЧП у складі ЕК сумарні капітальні витрати $K_{ек}$ на такий універсальний кодувач повинні бути меншими за капітальні витрати $K_{цчп}$ застосування ЦЧП у складі АЛСМ, тобто повинна задовольнятися нерівність

$$K_{эк} < K_{цчп}, \quad (6.5.2)$$

де $K_{эк}$ – сума капітальних витрат на вузли ЕК (накопичувач-живлювач, сепаратор, $K_{шчп}$ (шрифточитальний пристрій), ЦЧП, КДП, буферний накопичувач) та витрат на вузли пристрою уведення кодованих ознак в АЛСМ (накопичувач-живлювач, сепаратор, КЧП) з урахуванням значень m, n ; $K_{цчп}$ – сума витрат на вузли пристрою уведення адресних ознак в АЛСМ при застосуванні ЦЧП (накопичувач-живлювач, сепаратор, ЦЧП) з урахуванням кількості АЛСМ n .

У відповідності з (6.5.2) умова ефективності застосування ЦЧП з розширеними функціональними можливостями для зчитування машинописної адреси (шрифточитальним пристроєм – ШЧП) у складі ЕК за подання через коефіцієнт $k_{ев}$ ефективності відокремлення ЦЧП від ЛСМ має вигляд

$$k_{ев} n = (K_{цчп} - K_{кчп}) n / K_{ек} > m, \quad (6.5.3)$$

где $K_{цчп}, K_{кчп}, K_{ек}$ – капітальні витрати на одиницю відповідних пристроїв .

При вихідних даних капітальних витрат для вузлів $K_{ек}, K_{цчп}$ на період впровадження АЛСМ типу МАП-1, МАП-У з ЦЧП для розпізнавання

рукописних нормалізованих цифр згідно з [5] $k_{ев} = 0,54$, а умова (6.5.3) ефективності застосування ЦЧП у складі ЕК має вигляд

$$0,54n > m. \quad (6.5.4)$$

Питома вага кодової кореспонденції α_k визначається структурою навантаження у вузлі та кількістю АЛСМ у мережі поштового зв'язку, тому існує інтервал зміни значень α_k , що задовольняють умові ефективності застосування ЦЧП у складі ЕК. Кількість $\alpha_{пк}$ ПК, яка підлягає кодуванню у вузлі визначається за умови, що частка $\alpha_{кз}$ кодової (заздалегідь) ПК, яка надходить у вузол з інших вузлів дорівнює частці ПК, яка оброблюється всіма АЛСМ у вигляді [5]

$$\alpha_{пк} = 1 - \alpha_k = 1 - [(1 - \beta_0 + (k_{сн} + \alpha_{мп}) \alpha_{кз}) / (2 - \beta_0 + k_{сн} + \alpha_{мп})], \quad (6.5.5)$$

де $k_{сн}$ – коефіцієнт, що характеризує структуру навантаження і визначається як відношення суми вхідного та транзитного навантаження до вихідного; $\alpha_{мп}$ – питома вага кореспонденції (вихідної) з машинописною адресою; β_0 – частка кореспонденції виділеної на загальному сортуванні (згідно з [5] $\beta_0 = 60\%$, $1 \leq k_{сн} \leq 3$).

Гіпотетичне значення частки заздалегідь кодової ПК $\alpha_{зк}$, що надходить у вузол з інших вузлів, знаходиться у межах $0 \leq \alpha_{зк} \leq 1$ і визначається кількістю вузлів, в яких застосовуються АЛСМ сумісно з ЕК. Область практично суттєвої зміни величини α_k визначається частиною виразу (6.5.5), обмеженою квадратними дужками, шляхом підстановки значень $\alpha_{кз}$, $\alpha_{мп}$, β_0 , $k_{сн}$ і згідно з [5] складає $0,16 \leq \alpha_{пк} \leq 0,54$ (без урахування $\alpha_{мп}$, тому що частка письмової кореспонденції з машинописною адресою складала 1%). Отже область ефективного застосування ЕК з продуктивністю, що дорівнює продуктивності АЛСМ досить обмежена і тільки при продуктивності ЕК, що більша у два рази за продуктивність АЛСМ та застосуванні останніх у 50% відсотках вузлів ПЗ є доцільним застосування ЦЧП у складі ЕК [5].

Аналіз виразів (6.5.3), (6.5.4), (6.5.5) свідчить, що застосування в ЕК ЦЧП підвищує коефіцієнт ефективності відокремлення ЦЧП від АЛСМ та забезпечує ефективне застосування ЕК при зменшенні кількості АЛСМ у вузлі. При очікуванні значного зростання питомої ваги кореспонденції з машинописною адресою $\alpha_{мп}$ зменшується питома вага кореспонденції α_k , що підлягає кодуванню з застосуванням ЦЧП. Це дозволяє разом з застосуванням одного-двох місць ручного кодування знизити вимоги до надійності ЦЧП за рахунок збільшення допустимого число відмов від розпізнавання та одержати додатковий вигравш стосовно швидкодії та капітальних витрат на ЦЧП.

Розглянуті у даному розділі питання є ефективними методами моделювання та оптимізацію технічних засобів автоматизації технологічного процесу оброблення поштових відправлень.

Основним критерієм оптимізації є рівень забезпечення темпів зростання продуктивності праці, максимальна величина яких дає можливість досягти найбільшого значення чистого прибутку [19].

Розробка та впровадження автоматизованих ліній включає вирішення наступних основних питань: розробка рекомендацій щодо оптимального компонування машин, комплексів та поточних ліній у конкретному технологічному процесі; визначення циклової, технічної та фактичної продуктивності машин і ліній; аналіз різного роду простоїв та розрахунки коефіцієнтів використання технологічного обладнання; визначення ємності міжопераційних бункерів-накопичувачів; аналіз техніко-економічної ефективності: терміни проектування та уведення в експлуатацію, експлуатаційні витрати, терміни окупності, величина чистого прибутку.

Контрольні питання до розділу 6

1. В чому полягають основні задачі компонування АЛ?
2. Наведіть класифікацію АЛ за способом міжагрегатних зв'язків.
3. Наведіть переваги та недоліки способів компонування АЛ.
4. Наведіть класифікацію АЛ за взаємодією системи транспортування з поштовими відправленнями.
5. Наведіть способи передавання ПВ між машинами в АЛ та їх конструктивні рішення.
6. В чому полягає сенс відокремлення ЦЧП від АЛСМ та його застосування у складі електронного кодувача.
7. В чому полягає відмінність функціонування АЛ оброблення вхідної, вихідної та транзитної ПК.
8. В чому полягає вплив продуктивності ПОМ на ефективність комплексів та АЛ оброблення письмової кореспонденції.
9. Наведіть визначення оптимального способу агрегування машин в АЛ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Кріль С.С., Яцук Л. О.* Мережі і системи поштового зв'язку. Навчальний посібник / За редакцією докт. техн. наук Л. О. Яцука. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2008. – 224 с.
2. *Верхова Г. В., Соколов В. П., Ястребов А. С.* Технические средства автоматизации почтовой связи: Учебник для вузов связи. – С. Пб.: Изд. «Политехника», 2000. – 344 с.
3. *Скляренко С. М., Стеклов В. К., Беркман Л. Н.* Поштовий зв'язок: Підруч. для вищ. навч. закл. за напрямом “Телекомунікації”/ За заг. ред. В. К. Стеклова. – К.: Техніка, 2003. – 903 с.
4. *Слуцкий И. И., Михайлов С. Д., Базикин В. В.* Техника почтовой связи. – М.: Радио и связь, 1981. – 255 с.
5. *Автоматизация обработки письменной корреспонденции / И. В. Барсук, Г. К. Гиль, А. М. Демин и др.* – М.: Радио и связь, 1987 – 360 с.
6. *Автоматические машины для обработки письменной корреспонденции / С.М. Розенгауз, Н. К. Мосолов, В. Ф. Тихонов и др.* – М.: Радио и связь, 1982. – 204 с.
7. *Мицкевич В. А.* Управляющие устройства почтообработывающих машин: Учебн. для вузов. – М.: Радио и связь. 1988. – 280 с.
8. *Голуб В. І. Яцук Л. Е.* Розпізнавальні системи поштового зв'язку. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів зв'язку / За редакцією докт. техн. наук Л. О. Яцука. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2007. – 130 с.
9. *Лобанов О. Н., Семенов В. Н.* Технические средства автоматизации почтовой связи за рубежом: Учебн. Пособие. – М.: МЦС, 1989. – 79 с.
10. *Организация автоматизированной обработки почтовых отправлений в крупных узлах связи / И. В. Барсук, К. Г. Гиль, А. Л. Воскресенский и др.* –М.: Радио и связь, 1985. – 208 с.
11. *Макодзєб В. М.* Автоматизовані системи поштового зв'язку: поштооброблювальні машини, комплекси обладнання, автоматизовані лінії. / Макодзєб В. М. Навчальний посібник: – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2010. – 304 с.
12. *Соколов В. П.* Почтообработывающие машины и автоматы: Учебн. пособие для техникумов. – М.: Связь, 1970. – 319 с.
13. *Жадько И. И., Скляренко С. Н., Корж Я. М.* Организация производственных процессов на механизированных почтовых предприятиях: Учебн. пособие для техникумов связи. – М.: Связь, 1979. – 224 с.
14. *Хлытчиев С. М., Тарасова И. П., Лившиц В. М.* Теоретические основы почтовой связи. – М.: Радио и связь, 1990 – 280 с.

15. *Мицкевич В. А., Ворожцов А. С.* Управляющие устройства почтообработывающих машин и автоматов: Учебн. пособие для вузов связи. – М.: Связь, 1979. – 240 с.

16. *Техническая эксплуатация и ремонт почтообработывающих машин:* Учебн. пособие для вузов / В. А. Мицкевич, В. П. Соколов, Н. П. Тарасова, О. И. Лобанов. – М.: Радио и связь, 1984. – 196 с.

17. *Мацнев В. Н., Тиханова А. Ф., Сайфутдинов А. Ф.* Организация, планирование и АСУ предприятий почтовой связи: Учебн. для вузов. – М.: Радио и связь, 1985. – 320 с.

18. *Орлов В. Н. Мардаровский Ф. З.* Интеллект и управление производством в отрасли связи. Наукові праці УДАЗ. – Одеса, 2000. – С. 52 – 55.

19. *Технологические процессы в почтовой связи.* Кн. 2. Основы функционирования / Б. П. Бутенко, В. В. Коршунов, И. А. Мамзев и др. – М.: Радио и связь, 1998. – 128 с.

20. *Ящук Л. Е.* Концепция индексации предприятий почтовой связи Украины./ Материалы совещания работников почтовой связи «Пути развития почтовой отрасли на базе компьютеризации и автоматизации производственных процессов, внедрения новых видов машин, оборудования и технологий», 18 – 20 октября 1995 г. – Черкасы, 1998. – С. 62 – 67.

21. *Ящук Л. Е.* Почтовая индексация Украины.// Почтовая связь: техника и технологии. – 2001. – №12. – С.21 – 23.

22. *Довідник з поштової індексації України:* на 1 липня 1999 р. Вид.2-е. Ю. О. Парамонов, І. В. Шерепа, Л. О. Ящук. / Під ред. д.т.н. Л. О. Ящука. – К., 1998. – 240 с.

23. *Стародуб Н. М., Дьяконов А. С., Дикарев А. В.* Зонально-узловой принцип сортировки и направления письменной корреспонденции. //Збірник наукових праць УНДІЗ. Вип.1. – Київ, 1998. – С. 57 – 61.

24. *Ящук Л. Е. Ларин Д. Г.* Оптимизация зональной структуры сети почтовой связи.// Информатика и связь, 1997. – С.19 – 24.

25. *Ящук Л. О.* Зонально-узловий принцип сортування і направлення пошти: to be or not? Зв'язок. – 2001. – № 4. – С.46 – 48.

26. *Ящук Л. О.* Оптимізація системи поштового зв'язку України: комплексний підхід. // Наукові праці УДАЗ. – Одеса, 2000. – С. 63 – 71.

27. *Ящук Л. О. Ларин Д. Г.* Оптимізація розподілу операцій з обробки та перевезення письмової кореспонденції між вузлами мережі поштового зв'язку // Зв'язок. – 2000. – № 2 (22).

28. *Ящук Л. О.* Алгоритм розроблення планів прямування пошти // Зв'язок. – 2000. – № 4 (18).

29. *Применение роботов-манипуляторов в операциях загрузки и разгрузки почтовых отправлений.* связь // Техника и технологии. – 2007. – №2. – С.13 – 15.

30. *Перспективи розвитку поштового зв'язку України: регуляторні, економічні, та технологічні принципи* / За редакцією Танащук К. О., Нечипурука О. Л., Ящука Л. О., Котової Л. О. – Київ: ДУІКТ, 2008. – 328 с.
31. *Ланда В. И., Буланов Є. А., Израилит Л. А.* Установки для сортировки почты. – М.: Связь. 1977. – 176 с.
32. *Буланов Э. А., Третенко Ю. И.* Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные устройства почтовой связи: Учебн. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь. 1990. – 232 с.
33. *Оборудование* и технические средства почтовой связи Союзпечати: Каталог. – М.: Радио и связь, 1989. – 192 с.
34. *Носов Г. Я.* Справочник механизатора почтовой связи. Изд. 2-е, доп. и пере раб. – М.: Связь, 1976. – 312 с.
35. *Технологические процессы в почтовой связи.* Кн. 1. Основные характеристики и техническое обеспечение / Б. П. Бутенко, И. А. Мамзев, В. А. Мицкевич и др. – М.: Радио и связь, 1998. – 176 с.
36. *Григорьев В. С., Израилит Л. А., Брукер В. А.* Конвейер для сортировки посылок. Устройство и эксплуатация. – М.: Радио и связь, 1986. – 120 с.
37. *Математический энциклопедический словарь.* / Гл. ред. Ю.В. Прохоров; Ред. кол.: С. И. Адян, Н. С. Бахвалов, В. И. Батюцков, А. П. Ершов, Л. Д. Кудрявцев, А. Л. Онищик, А. П. Юшеквич. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988. – 847 с.
38. *Казаков Д. М.* Автоматизированная обработка почтовых отправлений в России: Почтовая связь // Техника и технологии. – 2002. – № 3. – С.9 – 10.
39. *Ящук Л. О.* Оптимізація технології оброблення письмової кореспонденції в ієрархічній мережі поштового зв'язку // Зв'язок. – 2004. – № 6. – С.42 – 48.
40. *Захаров И. А.* Электроника в технике почтовой связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1995. – 440 с.
41. Почтовая связь: Справочник. – М.: Связь, 1978. – 440 с.
42. *Лисовенко Н. И.* Современное состояние технического развития почтовой связи и основные приоритеты и пути развития отрасли. / Материалы совещания работников почтовой связи «Пути развития почтовой отрасли на базе компьютеризации и автоматизации производственных процессов, внедрения новых видов машин оборудования и технологий», 18 – 20 октября 1995 г. Черкасы, 1998. – С. 11 – 20.
43. *Комплексна програма створення Єдиної національної системи зв'язку України (ЄНСЗ).* Служби і мережі зв'язку загального користування. Державний Комітет зв'язку України: – К., 1993. – 134 с.
44. *Програма реструктуризації Українського об'єднання поштового зв'язку «Укрпошта».* – К., 1998. – 12 с.

45. *Правила* надання послуг поштового зв'язку. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 4 жовтня 2000 р. №31515. – К., 2000. – 72 с.

46. *Порядок* пересилання поштових відправлень / В. П. Іванов, О. К. Кеба, Л. М. Клименко. – Ніжин: ТОВ ВКП «Аспект», 2000. – 202 с.

47. *Державний стандарт* України. Зв'язок поштовий. Терміни та визначення. ДСТУ 2623 – 2001. Видання офіційне. К.: Держстандарт України, 2001.–24 с.

48. *Державний стандарт* України. Зв'язок поштовий. Терміни та визначення. ДСТУ 2623 – 94. Видання офіційне.– К.: Держстандарт України, 1994.–54 с.

Навчальний посібник

ВАСИЛЬ МИКОЛАЙОВИЧ МАКОДЗЕБ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ
ПОШТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

ПОШТООБРОБЛЮВАЛЬНІ МАШИНИ,
КОМПЛЕКСИ ОБЛАДНАННЯ,
АВТОМАТИЗОВАНІ ЛІНІЇ

Редактор

Л. А. Кодрул

Комп'ютерна верстка

Є. С. Корнійчук