

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТУЮЧІ МАШИНИ І ЗАСОБИ В ПОЛІГРАФІЇ

Навчальний посібник

**для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”
усіх форм навчання**

ЧЕРКАСИ 2019

УДК 655:621.867](075.8)
ББК 37.8я73
В 17

*Затверджено Вченою радою ЧДТУ,
протокол № від 2018 року,
згідно з рішенням кафедри механіки,
поліграфічних машин і технологій
протокол № 3 від 03.10. 2018 року.*

*Автори: Веретільник Тимофій Іванович, канд. техн. наук., професор,
Мамонов Юрій Петрович, канд. техн. наук., доцент,
Мисник Людмила Дмитрівна, канд. техн. наук., доцент,
Капітан Руслан Борисович, канд. техн. наук., старший викладач,
Мисник Богдан Вікторович, старший викладач.*

*Рецензенти: Огірко Ігор Васильович, доктор фіз.-мат. наук, професор,
Воронов Сергій Олександрович, доктор техн. наук., професор.*

Вантажно-транспортуючі машини і засоби в поліграфії.
Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія” усіх форм навчання/ [Т.І. Веретільник, Ю.П. Мамонов, Л.Д. Мисник, Капітан Р.Б., Мисник Б.В.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2018 – 91 с.

Розглянуто вантажно-транспортуючі машини, засоби та системи, які використовуються в поліграфічному виробництві. У виданні наведено велику кількість ілюстративного матеріалу, що полегшить його опрацювання і засвоєння.

Рекомендовано для студентів спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”, також може бути корисним для фахівців поліграфічної галузі.

Навчальне електронне видання

ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТУЮЧІ МАШИНИ І ЗАСОБИ В ПОЛІГРАФІЇ

для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”
усіх форм навчання

Автори: Веретільник Тимофій Іванович, Мамонов Юрій Петрович, Мисник Людмила Дмитрівна, Капітан Руслан Борисович, Мисник Богдан Вікторович.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТУЮЧІ МАШИНИ ТА ЗАСОБИ	5
1.1 Загальні відомості про транспортуючі машини	5
1.2 Характеристика вантажів	6
РОЗДІЛ 2 НАЗЕМНИЙ ТРАНСПОРТ	7
2.1 Рольганги	7
2.2 Колісні засоби	11
2.3 Конвеєри	21
РОЗДІЛ 3 ПІДВІСНИЙ ТРАНСПОРТ	60
3.1 Типи підвісних конвеєрів	60
3.2 Конструкції підвісних конвеєрів	61
РОЗДІЛ 4 МІЖПОВЕРХОВИЙ ТРАНСПОРТ	67
4.1 Гравітаційні засоби	67
4.2 Елеватори	70
РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПОЛІГРАФІЧНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ	76
5.1 Автоматизований комплекс транспортування рулонів та матеріалів фірми “MANRoland”	77
5.2 Автоматизований комплекс обслуговування аркушевої друкарської машини фірми “Heidelberg”	86
ЛІТЕРАТУРА	90

ВСТУП

Вантажно-транспортуючі пристрої та засоби є невід'ємною складовою частиною механічного устаткування сучасного поліграфічного підприємства. В умовах потокового і автоматизованого виробництва підйомно-транспортні машини це не тільки устаткування для механізації трудомістких процесів по підйому і переміщенню вантажів, але й зв'язуюча ланка в технологічному ланцюзі виробництва, що забезпечує безперервність виробничого процесу. Вони є основним регулятором потокового виробництва, що визначає ритм і продуктивність устаткування підприємства.

Особливості поліграфічного устаткування і властивості вантажів пред'являють різноманітні вимоги до конструкції вантажно-транспортуючих машин, тому вони вирізняються широкою номенклатурою застосовуваних пристроїв та засобів.

До вантажно-транспортуючих пристроїв та засобів в поліграфії відносять стрічкові і пластинчаті конвеєри, елеватори, підвісні монорейкові траси, роликові конвеєри, електроштабелери, електрокари, підлогові візки тощо.

Від правильного та раціонального вибору підйомно-транспортних машин, залежить продуктивність роботи всього підприємства.

Підйомно-транспортне обладнання має бути безпечним в експлуатації; забезпечувати високу продуктивність і мати високий коефіцієнт корисної дії; бути зручним в роботі й легким в керуванні; мати необхідну конструктивну міцність і довговічність; бути економічним у виготовленні та користуванні.

Метою курсу “Вантажно-транспортуючі машини і засоби в поліграфії” є знайомство з конструкціями і експлуатаційними властивостями вантажопідйомних машин, що використовуються при випуску поліграфічної продукції і оволодіння методами їх розрахунку, конструювання і практичного використання.

В навчальному посібнику подано теоретичні відомості, а також детально описані конструктивно-технологічні особливості вантажно-транспортуючих машин, засобів та систем, які використовуються в поліграфічному виробництві. Значну увагу приділено проектуванню та використанню стрічкових, ланцюгових, пластинчастих та візкових конвеєрів, наведено методику їх тягового розрахунку. Докладно розглянуто використання на поліграфічних підприємствах підвісного транспорту для транспортування вантажів складною трасою: з горизонтальними, похилими і вертикальними ділянками. Проаналізовано використання та наведено методику розрахунку люлькових елеваторів та елеваторів з полицями. Також розглядаються спеціалізовані вантажно-транспортуючі засоби для поліграфічних системи та комплексів провідних світових виробників.

Навчальний посібник дозволяє студентам, професіоналам і науковцям наочно уявляти особливості вантажно-транспортуючих пристроїв та засобів, етапи і процеси їх конструювання, а також робить посібник довідником для широкого кола фахівців.

РОЗДІЛ 1 ВАНТАЖО-ТРАНСПОРТУЮЧІ МАШИНИ ТА ЗАСОБИ

1.1 Загальні відомості про транспортуючі машини

Транспортуючі машини та засоби є технікою безперервної дії: вони транспортують вантажі безперервним потоком. В поліграфії до таких вантажів відносять книжкові блоки, блоки палітурок, мішки та пачки з періодичними друкованими виданнями тощо. Характерними ознаками роботи транспортуючих машин та засобів є незмінність траєкторії транспортування і однотипність операцій, тому вони без суттєвих ускладнень придатні до автоматизації. У транспортуючих машинах та пристроях, як правило, холостий хід робочих органів, а також завантаження і розвантаження відбуваються одночасно з транспортуванням вантажу, що визначає їх високу продуктивність.

Транспортуючі машини та засоби поліграфії класифікуються по розташуванню відносно поверхні: *наземні, підвісні, міжповерхові*. Як окремий вид розглядаються *спеціалізовані системи та комплекси*. Узагальнена структурна класифікація наведена на рис. 1.1.

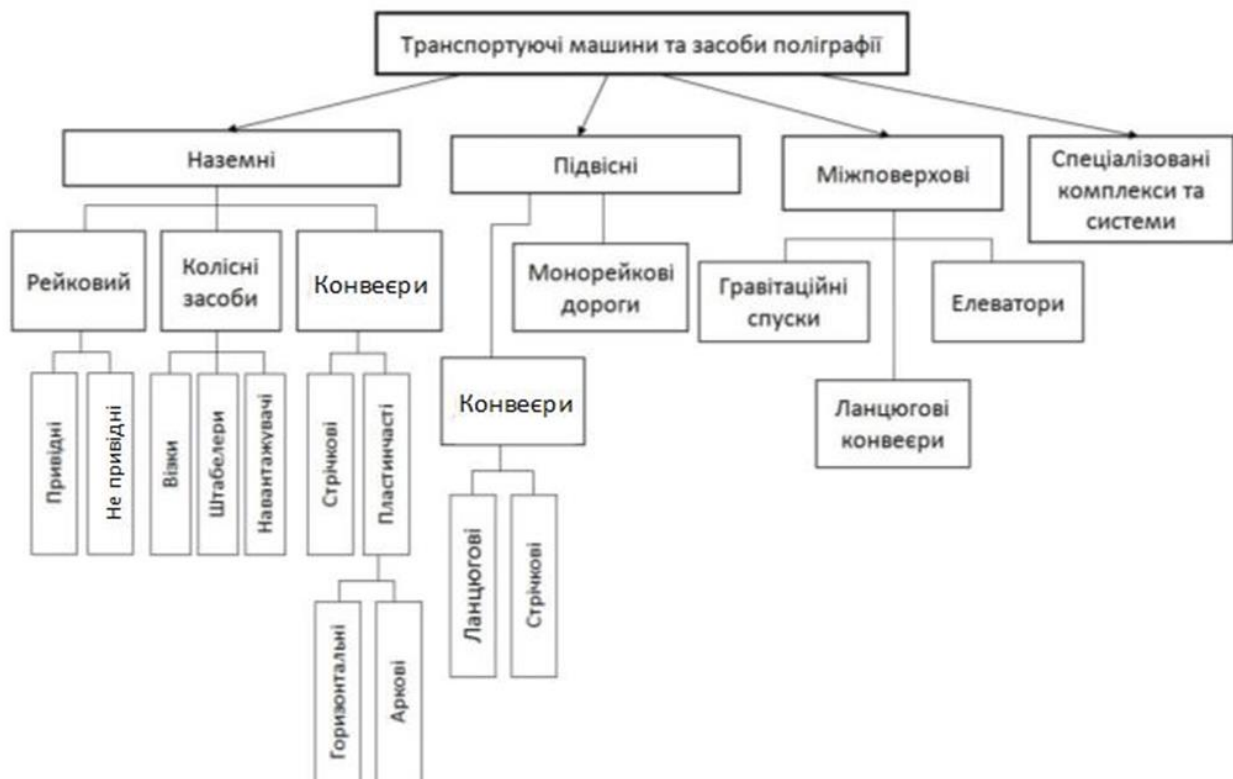


Рисунок 1.1. Класифікація вантажно-транспортуючих машин та засобів в поліграфії

Із розвитком комплексної механізації і автоматизації важливість безперервного транспорту зростає, тому що потокове виробництво, яке засноване на неперервному передаванні напівфабрикатів від однієї

технологічної операції до іншої, не може бути здійснене без транспортуючих пристроїв. При потоковому методі такі пристрої транспортують не тільки вироби, але і застосовуються для виконання технологічних операцій, таких як складання, сушіння книжкових блоків, охолодження, фарбування, акліматизація паперу, пресування, пакування тощо. Таким чином, машини безперервного транспорту є невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу, вони забезпечують ритмічність виробництва і сприяють підвищенню продуктивності праці. Разом із тим, машини безперервного транспорту є невід'ємними засобами комплексної механізації й автоматизації транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт.

При проектуванні та експлуатації транспортуючих машин значну увагу приділяють їх надійності і дотриманню вимог техніки безпеки [9].

1.2 Характеристика вантажів

Вибір конструкції та основних параметрів транспортуючого пристрою в значній мірі визначається властивостями вантажів, що транспортуються (вони можуть бути штучні чи насипні).

Штучні вантажі характеризуються габаритами, масою і формою. У поліграфії переважна більшість вантажів відноситься до штучних (стоси паперу, стоси зошитів, книжкові блоки, книги тощо.).

Насипними вантажами є кускові, гранульовані, порошкоподібні і пилоподібні. Основними характеристиками насипних вантажів є щільність, кут природного нахилу, коефіцієнти тертя по різних поверхнях і кусковатість.

Щільність – відношення маси вантажу до його об'єму, визначається в т/м^3 .

Кут природнього нахилу φ – кут між горизонтальною поверхнею і поверхнею природнього нахилу вільно насипаного вантажу. При пересуванні під дією сил і струшування матеріал розсипається, утворюючи кут $\varphi \sim (0,3..0,4)$.

За *кусковатістю* насипні вантажі розділяють на *рядові* і *сортвані*. Рядовим вважають насипний вантаж, у якого відношення розмірів найбільших і найменших кусків більше 2,5; сортваним є вантаж, у якого це відношення дорівнює або менше 2,5.

Транспортуючі пристрої підрозділяються на дві групи:

- з тяговим елементом (стрічкові і ланцюгові конвеєри й елеватори);
- без тягового елемента (гвинтові конвеєри, гравітаційні, інерційні, пневматичні, гідравлічні й інші транспортуючі пристрої).

РОЗДІЛ 2 НАЗЕМНИЙ ТРАНСПОРТ

2.1 Рольганги

Роликові конвеєри (рольганги) – це пристрої (рис. 2.1), у яких опорна поверхня утворена з ряду роликів або дисків. Рольганги бувають *неприводні* і *приводні*.

Перевагою неприводних рольгангів є їхня невисока вартість: вони в 1,5 рази дешевше приводних.

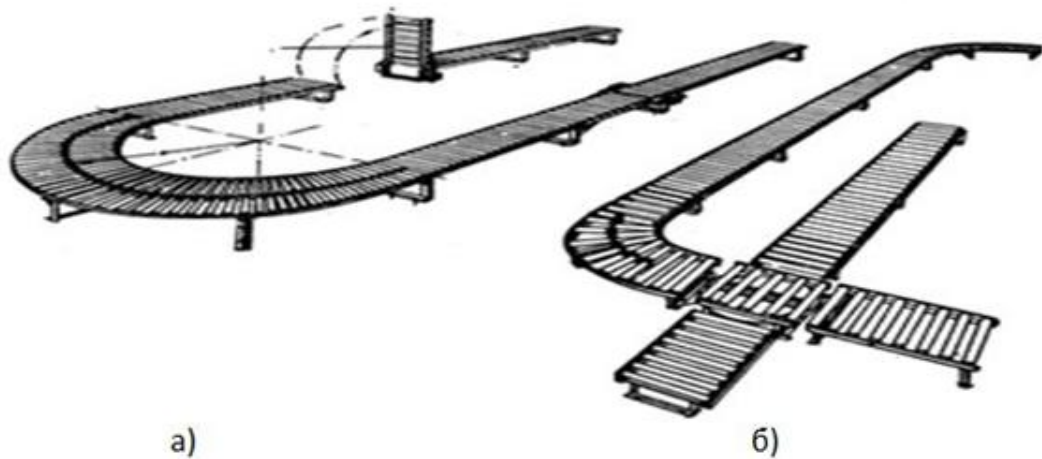


Рисунок 2.1 Роликові конвеєри: а) відкрита секція в піднятому стані, б) відкидна секція в робочому стані.

Для стійкості руху вантаж завжди повинен контактувати не менш ніж з двома роликами, тому крок роликів повинен бути трохи меншим половини довжини вантажу. Конструкція роликів аналогічна конструкції роликів опор стрічкового конвеєра. На поліграфічних підприємствах застосовують ролики діаметром 30-80 мм; які виготовляють з різних матеріалів. За допомогою рольгангів можна транспортувати вантажі по складній просторовій трасі. На криволінійних ділянках траси замість циліндричних роликів розміщують конічні ролики або диски.

У неприводних рольгангах рушійною силою є складова сили ваги (якщо рух відбувається вниз) або зовнішня сила – при горизонтальному переміщенні вантажу.

Опір рухові виникає за рахунок:

- тертя в підшипниках роликів;
- тертя кочення вантажу по роликах;
- опору, що виникає внаслідок ковзання вантажу по роликах і передачі роликам кінетичної енергії.

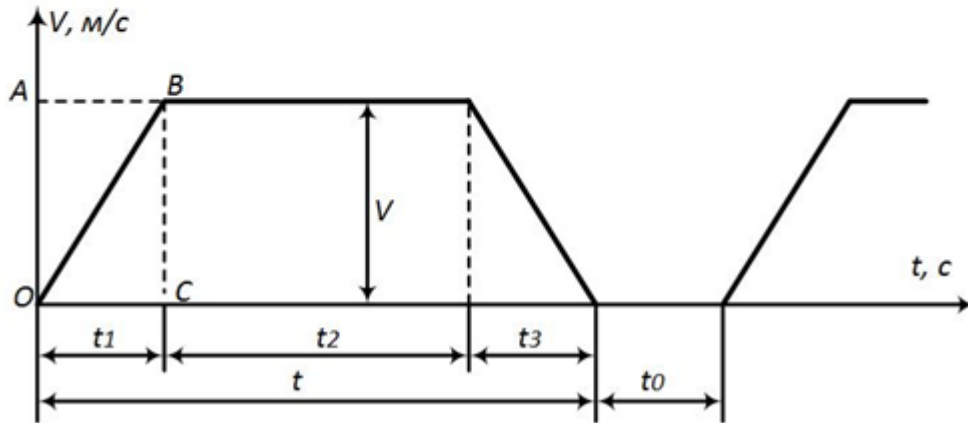
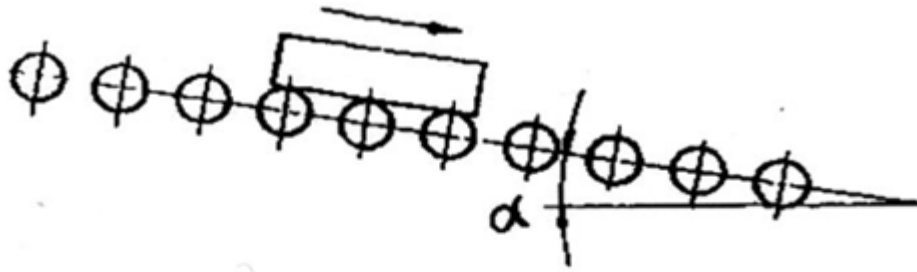


Рисунок 2.2 Графік зміни колової швидкості роликів

Ковзання вантажу по роликах відбувається внаслідок різниці швидкостей вантажу і ролика. Коли вантаж накочується на нерухомий ролик, його колова швидкість (рис. 2.2) унаслідок тертя ролика і вантажу зростає доти, поки вона не стане рівною швидкості руху вантажу. Протягом цього періоду t_1 вантаж одночасно сковзає і котиться по ролику, передаючи йому кінетичну енергію. Надалі відбувається тільки кочення вантажу по ролику, тому що швидкість вантажу й колова швидкість ролика однакові. Цей період сталого руху триває протягом часу t_2 . Коли вантаж зійде з ролика, його швидкість почне знижуватись внаслідок тертя в підшипниках, і він може зупинитися, якщо інтервал часу між вантажами більше часу t_3 .

Для забезпечення стійкого руху вантажу на рольгангу встановлюють визначений кут нахилу рольганга, що залежить від маси обертових частин ролика і маси вантажу. Крім того, він залежить від режиму подачі вантажів і стану опорної поверхні вантажу. Кут нахилу рольганга звичайно визначають експериментальним шляхом. Середні значення кута нахилу $2^\circ - 7^\circ$, але при нерівній і м'якій опорній поверхні вантажу він може досягати $12^\circ - 14^\circ$.

Приводні рольганги застосовують для транспортування вантажів по горизонталі або під невеликим кутом вгору. Ролики приводяться в рух від групового або індивідуального привода.

Швидкість переміщення об'єкта не перевищує $0,5 \text{ м/с}$.

У приводному рольгангу повний опір переміщенню вантажу складається з:

- опору переміщенню вантажу по роликах;

- опору обертанню роликів і (у похилих рольгангах);
- опору через підйом вантажу.

Число вантажів, що одночасно знаходяться на рольгангу:

$$z_0 = \frac{zL}{3600V}, \quad (2.1)$$

де Z – задана продуктивність, *штук/год*;

L – довжина рольганга, *м*;

V – швидкість переміщення вантажу, *м/с*.

Опір рухові усіх вантажів, що одночасно знаходяться на рольгангу:

$$W_0 = mgz_0 \left[\left(\frac{2\mu + fd}{D} \right) \cos \beta \pm \sin \beta \right] + m_p g \frac{fd}{D} z, H \quad (2.2)$$

де m – маса вантажу, *кг*;

$g \approx 10 \text{ м/с}^2$ – прискорення сили тяжіння;

μ – коефіцієнт тертя кочення вантажу по роликах: для картонних коробок $\mu \approx 5 \cdot 10^{-3}$;

f – коефіцієнт тертя в підшипниках ролика (у підшипниках кочення $f = 0,03$);

D – діаметр ролика, *м*;

d – діаметр цапфи ролика, *м*;

β – кут нахилу рольганга;

m_p – маса частин ролика, які обертаються, *кг* (табл. 2.1)

z – число роликів у конвеєрі.

Знак плюс при переміщенні вантажу нагору, знак мінус – при переміщенні вниз.

Таблиця 2.1 Орієнтовані значення маси обертових частин роликів, *кг*

Діаметр ролика, <i>мм</i> :	Маса при довжині ролика, <i>мм</i>		
	400	500	650
42	2,2	2,7	3,5
60	3,2	4,3	4,8
76	5,2	6,0	7,5

Необхідна потужність двигуна:

$$P = \frac{W_0 V}{1000 \eta}, \text{ кВт}$$

η – ККД привода; орієнтовно $\eta = 0,8 - 0,85$.

В таблиці 2.2 наведено технічні характеристики рольгангів розроблених ДПІ НДІ поліграфії, які широко використовуються у поліграфії.

Таблиця 2.2 Рольганги

№	Назва обладнання	Тип моделі	Коротка технічна характеристика
1	2	3	4
1	Рольганг для передавання кипопресованої макулатури	<i>РК</i>	Довжина – 5,3 м; Ширина – 0,75 м; Кількість секцій – 3; Довжина однієї секції – 1,92 м; Кут нахилу – 4÷6°; Діаметр роликів – 50 мм; Кількість роликів – 36
2	Рольганг для транспортування зшитих книжкових блоків і пачок готової продукції	<i>РС-1</i>	Довжина – 2,6 м; Ширина – 0,5 м; Кут нахилу – 4÷6°; Діаметр роликів – 35 мм; Крок між роликами – 50 мм; Довжина роликів – 400 мм.
3	Рольганг для транспортування зшитих книжкових блоків і пачок готової продукції	<i>РС-2</i>	Довжина – 2,5 м; Ширина – 0,5 м; Кут нахилу – 4÷6°; Діаметр роликів – 400 мм; Маса – 32,5 кг.
4	Рольганг збірний для транспортування зшитих книжкових блоків і пачок готової продукції	<i>РС</i>	Довжина – 8,26 м; Ширина – 0,46 м; Діаметр роликів – 32 мм; Крок між роликами – 600 мм; Кількість роликів – 34; Кількість секцій – 3; Довжина секцій: першої – 930 мм; другої – 780 мм; третьої – 1140 мм; Довжина роликів – 400 мм; Маса – 30 кг.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4
5	Рольганг висувний для транспортування зшитих книжкових блоків і пачок готової продукції	<i>PB</i>	Довжина – 1,33÷2,925 м; Ширина – 0,46 м; Діаметр роликів – 32 мм; Крок між роликами – 60 мм; Кількість роликів – 38; Довжина секцій – 1,11 м; Діаметр роликів – 30 мм; Довжина роликів – 404 мм; Маса – 30 кг.

2.2 Колісні засоби

Для внутрішньо-цехового та міжцехового транспортування різних вантажів, а також виконання вантажно-розвантажувальних робіт широко застосовуються колісний транспорт: *візки, штабелери, навантажувачі*. Вони виконують операції захвату, вертикального і горизонтального пересування вантажу і укладання його в штабель чи на транспортуєчу машину. За приводом колісні транспортні засоби можуть бути з *ручним, електричним* чи *приводом від паливного двигуна*.

Підйом захватного органу чи транспортуєчої платформи виконується за допомогою гідравлічного приводу.

При роботі в закритих приміщеннях застосовують техніку з акумуляторним приводом. Вони мають вантажопідйомність до *1т* і призначені для роботи на територіях з твердим і рівним покриттям.

Залежно від характеру виконуваної роботи і виду вантажу навантажувачі обладнуються спеціальними пристроями для захоплення штучних вантажів і укладання їх в штабелі чи на стелажі.

Для роботи зі спеціальними типами вантажів (бочок, рулонів, ящиків тощо) на каретці вантажопідйомника встановлюють захвати плоскої чи іншої форми. Ці захвати можуть мати примусовий поворот на 90° - 360° , що дозволяє при укладанні вантажу в штабель обертати їх у необхідну позицію.

Для покращення захвату, транспортування та укладання вантажів рама вантажопідйомника може відхилятися вперед на 3° - 6° і назад на 10° - 15° . Нахил рами відбувається за допомогою гідроциліндра, шток якого з'єднаний безпосередньо із рамою чи через додаткову важільну систему. Нахил рами полегшує зсув вантажу із захватного органу при штабелюванні і збільшує сталість навантажувача при транспортуванні вантажу.

Вантажопідйомники за видом приводу поділяються на механічні та гідравлічні. Найбільш розповсюдженим є гідравлічний привід, який забезпечує плавність підйому і опускання каретки, широкий діапазон регулювання швидкості, простоту конструкції.

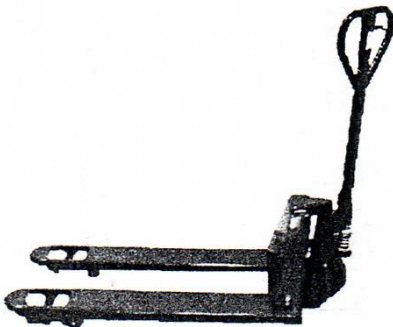
2.2.1 Візки

Модельний ряд візків фірми Рокла для транспортування та підйому вантажів у поліграфії показані на рис. 2.3.



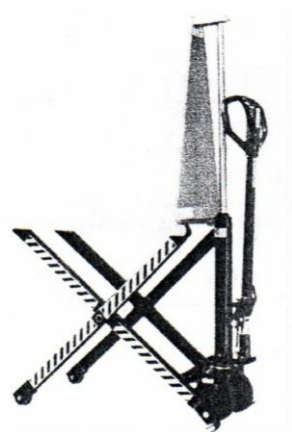
Вантажопідйомність	2 500 кг
Вага	75 кг
Довжина вил	1 150 мм
Висота підйому	200 мм
Ширина вил	160 мм
Діаметр малих коліс	70 x 80
Діаметр великих коліс	200 x 50

а) Гідравлічний візок *DF 25*



Вантажопідйомність	2 300 кг
Вага конструкції	75 кг
Довжина робочого виступу	1 155 мм
Висота підйому	200 мм
Ширина робочого виступу	160 мм
Діаметр малих коліс	70 x 80
Діаметр великих коліс	200 x 50

б) Гідравлічний візок *NV 23*



Вантажопідйомність	2 300 кг
Вага конструкції	75 кг
Довжина робочого виступу	1 155 мм
Висота підйому	200 мм
Ширина робочого виступу	160 мм
Діаметр малих коліс	70 x 80
Діаметр великих коліс	200 x 50

в) Гідравлічний візок *SLT 10* (ножиці)

Рисунок 2.3 Гідравлічні візки

Кам'янським машинобудівним заводом (Україна) виготовляються візки-штабелери *ВШ-400*, *ВШ-1000*. Вони призначені для механізації вантажно-розвантажувальних, транспортних і складальних робіт.

Вантажі можуть бути укладені на стандартні піддони розміром *1200x1000*, або іншу транспортну тару з просвітом між підлогою та дном тари не менше *100 мм*. Технічні характеристики наведено у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 Технічна характеристика візків-штабелерів

№ з/п	Основні параметри	<i>ВШ-400</i>	<i>ВШ-1000</i>
1	Вантажопідйомність, кг, не більше	400	1000
2	Висота підйому вил, мм, не менше	1580	1580
3	Висота поверхні вил від підлоги, мм, не більше	90	90
4	Зусилля переміщення візка-штабелера з максимальним вантажем при встановленому рухові по рівній поверхні, Н, не більше	170	300
5	Зусилля на кінці важеля гідроприводу для підняття вантажу на максимальну висоту, не більше	250	400
6	Число повних коливань важеля гідроприводу для підняття вантажу на максимальну висоту, не більше	80	90
7	Ланцюг	2ПР-12,7 3180	ПР-25,4 6000
8	Габаритні розміри, мм, не більше довжина ширина висота	1500 1000 1990	1600 1100 1990
9	Маса, кг, не більше	170	200
10	Розміри вил, мм, не більше довжина ширина	1150 540	1150 540

Конструкція та принцип роботи

Візок-штабелер (рис. 2.4) складається з остова 1, каретки 2, гідроприводу 3. *Остов* являє собою зварну конструкцію, на якій розміщені поворотні 4 та неповоротні 5 колеса. *Каретка* складається з вил 8, з'єднаних між собою каркасом 9, та роликів 10.

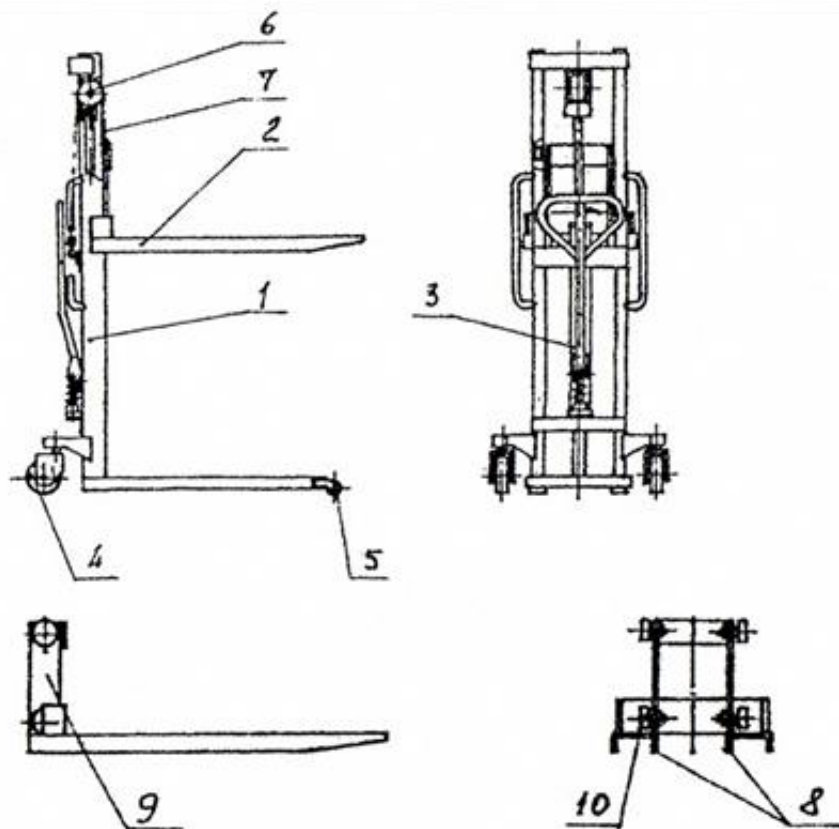


Рисунок 2.4 Візок-штабелер та каретка

1 – остов, 2 – каретка, 3 – гідропривід, 4 – поворотні колеса, 5 – колеса,
6 – ролик, 7 – ланцюг, 8 – вила, 9 – каркас, 10 – ролики.

Гідропривід (рис.2.5) складається з гідроциліндра 11, на якому розташовані резервуар для робочої рідини 16, робочий циліндр 28 з поршнем 29, нагнітальний циліндр 21 з плунжером 22, переливний 35, зворотні 33, 34 та кулькові клапани важеля 12, на якому розташована ручка управління 13 з переливним клапаном.

При натисканні на нагнітальний плунжер 22 робоча рідина через зворотний кульковий клапан 34 подається в робочий циліндр 28, поршень 29 починає рухатися вгору і за допомогою ролика 6 та ланцюга 7 передає поступальний рух вгору каретці 2.

За допомогою пружини 24 плунжер 22 рухається вгору, всмоктуючи робочу рідину через зворотний кульковий клапан 33 з резервуара 16 в нагнітальний циліндр 21.

Хід поршня 29 обмежують чотири отвори в верхній частині робочого циліндра 28.

При натисканні штоком 37 на кульку переливного клапана 35 робоча рідина через дросельний отвір переливається з робочого циліндра 28 в резервуар 16 і поршень 29 з кареткою 2 починає рухатися вниз.

Розмір дросельного отвору залежить від величини надавлювання на шток 37.

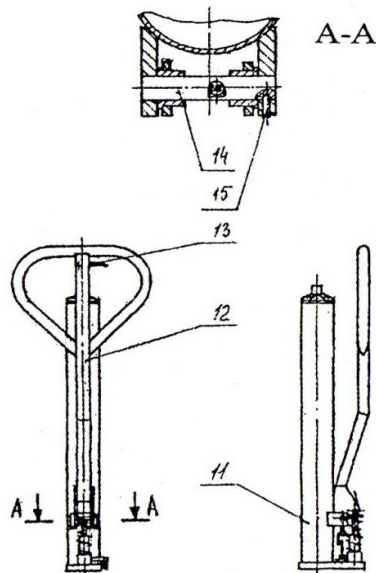


Рисунок 2.5 Гідропривід

11 – гідроциліндр, 12 – важіль, 13 – ручка, 14 – вісь, 15 – гвинт М6х12 ГОСТ 1478-93

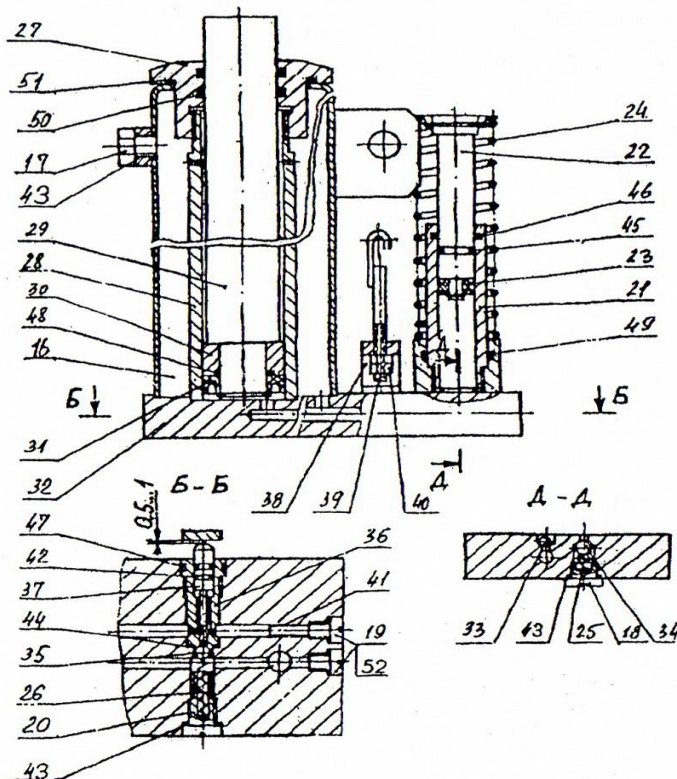


Рисунок 2.6 Гідроциліндр

16 – резервуар, 17-20 – пробка, 21 – нагнітальний циліндр, 22 – плунжер, 23 – манжета, 24-26 – пружина, 27 – гайка, 28 – робочий циліндр, 29 – поршень, 30 – кільце, 31 – манжета, 32 – основа, 33-34 – зворотній кульковий клапан, 35 – переливний кульковий клапан, 36 – втулка, 37 – шток, 38 – важіль, 39 – тяга, 40 – гайка М6, 41 – фільтр, 42-52 – кільце.

Вимоги безпеки

1. До експлуатації візка допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, ознайомлені з правилами техніки безпеки та з правилами експлуатації візка з відповідною відміткою в журналі.
2. Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан візка.
3. Забороняється робота візка:
 - з ушкодженими зварювальними швами;
 - з ушкодженими поверхнями ходових коліс;
 - з установленою течією робочої рідини з гідросистеми;
 - з деформованими вилами;
 - з ушкодженим ланцюгом.
4. Забороняється переміщувати вантаж, який перевершує вантажопідйомність візка.
5. Забороняється знаходження людей в зоні дії каретки 3.
6. Забороняється перевезення людей на візку-штабелері.
7. Забороняється проведення ремонтних робіт або техогляд візка-штабелера з вантажем.
8. Вантаж повинен бути розташований на піддоні, або іншій тарі, розміри яких не перевершують 1200х1000 мм.
9. Центр ваги вантажа повинен бути між вилами по ширині, на висоті не більше 500 мм від їх поверхні і на відстані не більше 1/2 їх довжини.
10. При роботі візка-штабелера необхідно забезпечувати рівномірне навантаження на вила. Ні в якому разі не допускати підняття вантажа тільки одним лонжероном вил або кінцями.
11. При переміщенні візка-штабелера каретка з вантажем повинна бути в крайньому нижньому положенні.
12. Поверхня підлоги має бути рівною та твердою, з нахилом не більше 1 %.
13. Дверні пороги, підлогові перешкоди, різниця між різними рівнями підлоги мають бути усунені за допомогою клинів.
14. Візок-штабелер має бути внесений в журнал обліку вантажопідйомних машин підприємства або цеху.
15. Особа, відповідальна за технічний нагляд, проводить один раз на рік технічний огляд і раз в 2 роки – динамічні і статистичні випробування.

Автоматизовані транспортні візки (робокар)

Автоматичні транспортні роботи (рис. 2.7) отримують все більше поширення для перевезення напівфабрикатів і виробів, рухаючись по різних маршрутах в цеху. Зовні вони схожі на самохідні установки. Керування швидкістю й напрямком їхнього руху здійснюється за допомогою пари ведучих коліс 2, розташованих у центральній частині візка праворуч і ліворуч, траєкторія їхнього руху забезпечується за допомогою мережі електромагнітних кабелів, які прокладаються безпосередньо по маршрутах.

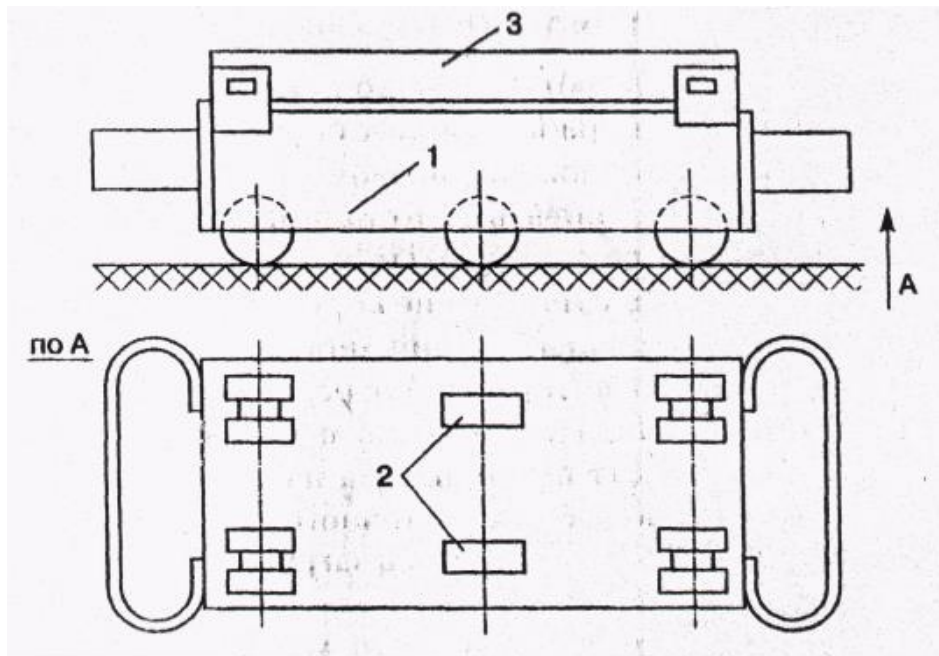


Рисунок 2.7 Транспортний візок (робочар)

Колеса встановлені на шасі 1. Верхня частина візка 3 призначена для розміщення піддона, палети або касети з виробами.

Автоматичний візок здатний в'їжджати в склад завантажених піддонів зі сфальцьованими зоштами, знайти потрібний піддон і завантажити його на платформу візка. Такі візки можуть піднімати або опускати на заданий рівень платформу з розміщеними на ній зоштами.

Після встановлення піддона на платформу й підйому платформи з піддоном автоматизований візок виїжджає по заданому маршруту в зону, де знаходить вільне місце, опускає платформу і їде, залишаючи піддон.

У порівнянні із традиційними конвеєрними системами такі візки дозволяють значно простіше вирішувати питання розширення, скорочення або зміни маршрутів обслуговування, можна вибирати й оптимальний за часом маршрут.

Фірма Heidelberg розробила для завантаження й розвантаження автоматизованої швидкісної друкарської машини піддон, що дозволяє уніфікувати всі внутрішньозаводські системи транспортування й складування.

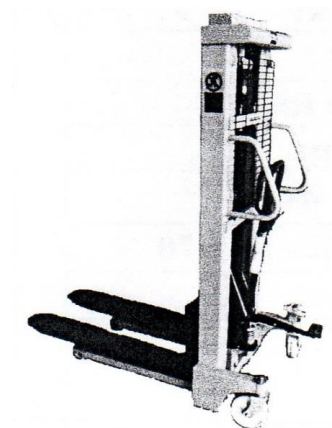
2.2.2 Штабелери

Штабелери, які можуть використовуватися у поліграфії виконують із електричним або гідравлічним приводом підйомного органу. Загальний вигляд та технічні характеристики окремих моделей наведені на рис. 2.8 і рис. 2.9.



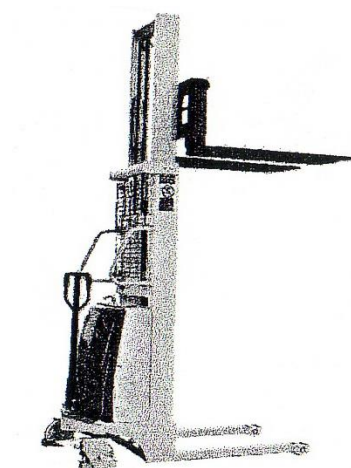
Вантажопідйомність	1000 кг
Висота підйому	1600 мм
Довжина вил	1150 мм
Діаметр малих коліс	74 x 70
Діаметр великих коліс	180 x 50
Висота мачти	1980 мм
Ширина вил	160 мм
Вага	220/240 кг

а) Модель *SFH 10*



Вантажопідйомність	1000 кг
Висота підйому	2500 мм
Довжина вил	1150 мм
Діаметр малих коліс	74 x 70
Діаметр великих коліс	160 x 50
Висота мачти	1830 мм
Ширина вил	160 мм
Вага	300 кг

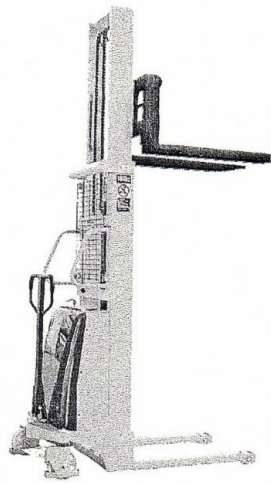
б) Модель *SFHD 10*



Вантажопідйомність	1 000 кг
Висота підйому	2 500 мм
Довжина вил	1 150 мм
Діаметр малих коліс	74 x 70
Діаметр великих коліс	180 x 50
Батарея	12/150 (V/A.h.)
Підйомний двигун	1,8 кВт
Радіус повороту	1 280 мм
Автономна робота	5 годин
Вага	400 кг

в) Модель *SPN 10* гідравлічний з електроприводом

Рисунок 2.8 Гідравлічні штабелери



Вантажопідйомність	1000 кг
Висота підйому	3000 мм
Довжина вил	1150 мм
Діаметр малих коліс	74 x 70
Діаметр великих коліс	180 x 50
Батарея	12/150 (V/A.h.)
Підйомний двигун	1,8 кВт
Радіус повороту	1240 мм
Вага	≈ 400 кг
Автономна робота	5 годин

а) Модель *SPN10-25/30*



Вантажопідйомність	1000 кг
Висота підйому	3200 мм
Довжина вил	1120 мм
Діаметр малих коліс	80 x 90
Діаметр великих коліс	150 x 54
Батарея	24/210 (V/A.h.)
Підйомний двигун	2,2 кВт
Радіус повороту	1436 – 1826 мм
Вага	≈ 800 кг
Автономна робота	8 годин

б) Самохідна модель *CL10*

Рисунок 2.9 Електричні штабелери

2.2.3 Навантажувачі

Транспортні засоби з двигуном внутрішнього згоряння мають зазвичай вантажопідйомність до 3т і вище. Вони використовуються для роботи на відкритих ділянках, в тому числі і при відсутності твердого покриття.

Деякі моделі навантажувачів фірми Nissan показані на рис. 2.10.



Двигун	дизель	газ
Вантажопідйомність, кг	1500	1750
Центр ваги, мм	500	500
Габаритна ширина, мм	1080	1080
Радіус повороту, мм	1970	2000
Висота захисної кришки, мм	2115	2115
Висота підйому, мм	3000 - 7000	

а) Модель D01



Двигун	дизель		газ	
Вантажопідйомність, кг	2000	2500	3000	3200
Центр ваги, мм	500	500	500	500
Габаритна ширина, мм	1157	1157	1230	1230
Радіус повороту, мм	2190	2250	2390	2390
Висота захисної кришки, мм	2130	2130	2115	2115
Висота підйому, мм	3000 - 7000			

б) Модель D02



Двигун	дизель		газ	
Вантажопідйомність, кг	4000 (3500)	4500 (4000)	5000 (4500)	5000
Центр ваги, мм	500 (600)	500 (600)	500 (600)	600
Габаритна ширина, мм	1415	1460	1460	1460
Радіус повороту, мм	2735	2775	2820	2965
Висота захисної кришки, мм	2250	2250	2250	2250
Висота підйому, мм	3000 - 7000			

в) Модель F04

Рисунок 2.10 Навантажувачі фірми Nissan із двигуном внутрішнього згоряння

Ці навантажувачі комплектуються двигуном внутрішнього згоряння (газовим чи дизельним). Машини надійні і довговічні. Мають високу продуктивність завдяки високій швидкості пересування і підйому.

2.3 Конвеєри

2.3.1 Стрічкові конвеєри

Стрічкові конвеєри застосовують для транспортування насипних і штучних вантажів у горизонтальному або мало похилому напрямку. Особливо зручно їх використовувати для транспортування вантажів в один кінцевий пункт по прямолінійній трасі. При складній трасі застосовують кілька стрічкових конвеєрів, що пов'язуються в єдину систему.

Перевагою стрічкових конвеєрів є: простота конструкції; висока продуктивність (до декількох тисяч тон за годину); невелика маса; простота обслуговування й універсальність. *Недоліки*: обмеженість застосування при транспортуванні важких, велико кускових вантажів; зношування стрічки; можливість пробуксовування стрічки.

Стрічкові конвеєри широко застосовуються на поліграфічних підприємствах. У брошурувально-палітурних цехах стрічковими конвеєрами транспортуються стоси зошитів, книжкові блоки, палітурні кришки, книги тощо. У складах готової продукції вони використовуються для транспортування стосів книг до місць штабелювання і для подавання стосів зі штабеля в кузов автомашини.

Стрічкові конвеєри бувають рухомі, довжиною до 25 метрів, і стаціонарні, довжина яких досягає кількох сотень метрів. У залежності від конфігурації траєкторії стрічкові конвеєри бувають *горизонтальні, похилі, похило-горизонтальні, горизонтально-похилі і комбіновані* (рис. 2.11).

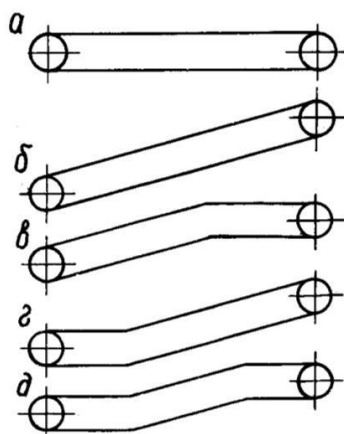


Рисунок 2.11 Геометричні схеми стрічкових конвеєрів:
а – горизонтальні; б – похилі; в – похило-горизонтальні;
г – горизонтально-похилі; д – комбіновані.

У поліграфії застосовують стрічкові конвеєри загального призначення, а також спеціального – *жолобкові, телескопічні, двох'ярусні тощо*.

Загальна будова конвеєра

Стрічковий конвеєр (рис. 2.12) складається із таких основних частин: конвеєрної стрічки 1, опорних пристроїв для стрічки 2, приводної станції 3, натяжної станції 4, завантажувальних і розвантажувальних пристроїв і рами, на якій монтуються всі елементи конвеєра.

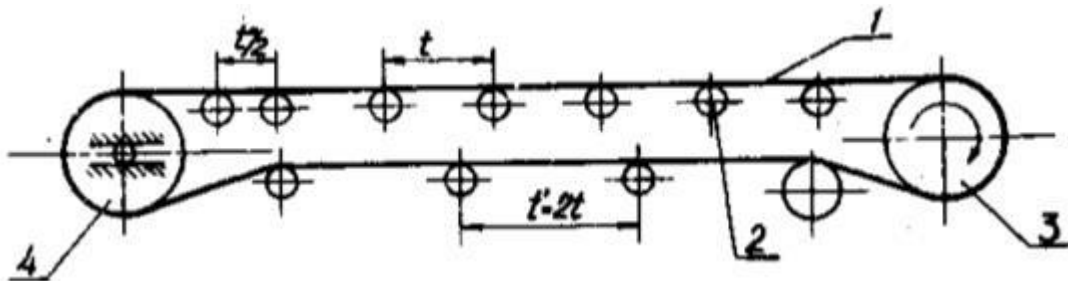


Рисунок 2.12 Схема стрічкового конвеєра

Конвеєрна стрічка служить одночасно тяговим і вантажонесучим елементом. Стрічки бувають гумовотканинні, гумовотросові і сталеві.

Найбільше поширення одержали гумовотканинні стрічки (ГОСТ 20-85). Гумовотканинна стрічка (рис. 2.13) складається із декількох тканинних прокладок 1, між якими розміщені гумові прошарки. Поверхня стрічки покривається гумовим шаром, який запобігає механічному ушкодженню і проникненню вологи. З робочої сторони шар 2 має товщину 3-6 мм, а з неробочої сторони шар 3 – товщину до 2 мм. Товщина шару в середньому $\delta \sim 1,2$ мм.

Використовується чотири типи стрічок. У легких конвеєрах зазвичай застосовують стрічку типу 3. Ця стрічка має покриття тільки на робочій стороні товщиною 2-3 мм.

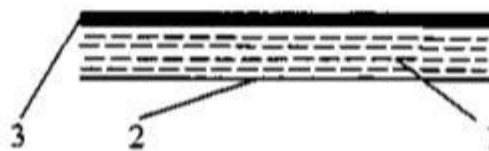


Рисунок 2.13 Розріз конвеєрної гумовотканинної стрічки

Тканинні прокладки виготовляють з комбінованих ниток (бавовна з лавсаном) або із синтетичних ниток (капрон, нейлон і т. д.) (табл.2.4).

Ширина стрічки за ДСТУ ISO 251:2009 встановлена від 300 до 3000 мм. Стрічки, у залежності від їхньої ширини, виготовлюються з числом прокладок від 3 до 8 (табл. 2.5).

Таблиця 2.4 Міцність однієї прокладки шириною в 1 мм

Тип тканини	Міцність, Н/мм
БКНЛ-65	65
БКНЛ-100	100
БКНЛ-150	150

Таблиця 2.5 Число прокладок у стрічці

Ширина стрічки, мм	300	400	500	650	800
Число прокладок	3..5	3..5	3..5	3..6	3..8

Стрічки з прокладками із синтетичних ниток більш міцні, еластичні і стійкі проти гниття; недолік цих стрічок – велике витягування.

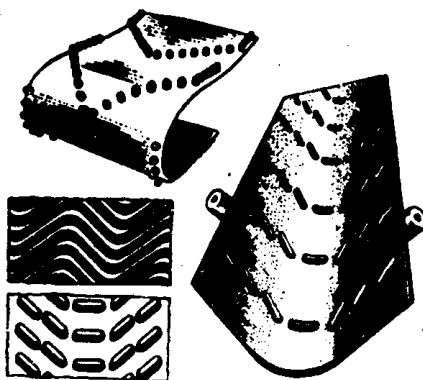


Рисунок 2.14 Рифлені стрічки

Гумовотросові стрічки застосовують у потужних конвеєрах. У цих стрічках тягове навантаження сприймають сталеві троси, тому їхня міцність у 15-25 разів вище тканинних стрічок. Звичайні прогумовані стрічки застосовують при температурі від -15°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Для роботи при більш низькій температурі (до -45°C) застосовують морозостійку стрічку, а для роботи при більш високій температурі (до $+100^{\circ}\text{C}$) – теплостійку стрічку. Стрічки з гладкою робочою поверхнею можуть транспортувати вантаж під кутом 10° - 20° в залежності від властивостей вантажів. Для транспортування під великим кутом застосовують спеціальні рифлені стрічки (рис. 2.14) або до звичайної стрічки прикріплюють планки. Сталеві стрічки застосовують для транспортування гарячих (до $+300^{\circ}\text{C}$) і абразивних велико кускових вантажів. Вони бувають суцільнокатані зі сталі товщиною 0,6-1,2 мм марок 40Г, 65Г або нержавіючої сталі і плетені зі сталевих дроту діаметром 1,5 - 5 мм (рис. 2.15).

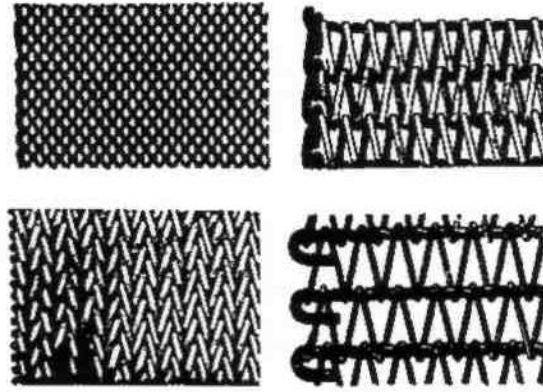


Рисунок 2.15 Дротяно-сітчасті стрічки

Опорні пристрої служать для запобігання надмірному провисанню стрічки під дією сил ваги вантажу і стрічки. Як опорні пристрої застосовують ролико опори, суцільний настил і комбінацію з ролико опор і настилу.

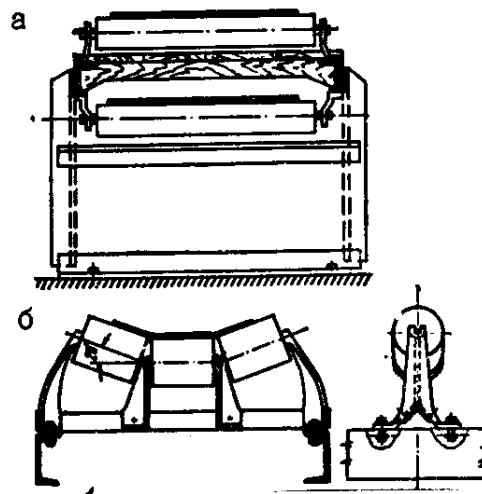


Рисунок 2.16 Роликоопори: а) – однороликова; б) – багатороликова

Роликоопори бувають однороликові і багатороликові. Однороликові (рис. 2.16, а) застосовують при транспортуванні штучних і насипних вантажів, а також для підтримання порожньої ділянки стрічки. Багатороликові опори (рис. 2.16, б) застосовують при транспортуванні насипних вантажів. При використанні багатороликових опор стрічка набуває на навантаженій ділянці жолобчасту форму, що збільшує площу перерізу вантажу, а отже, і продуктивність конвеєра. Похилі ролики встановлюють під кутом 15° , 20° і 30° .

Ролики (рис. 2.17) виготовляють зі сталевих труб або відливають з чавуна. Діаметр роликів 60-200 мм. У конвеєрах поліграфічних підприємств діаметр роликів, як правило, не перевищує 100 мм. Вісь ролика вставляється в пази. З метою запобігання повертанню осі, на її кінцях виконують пази.

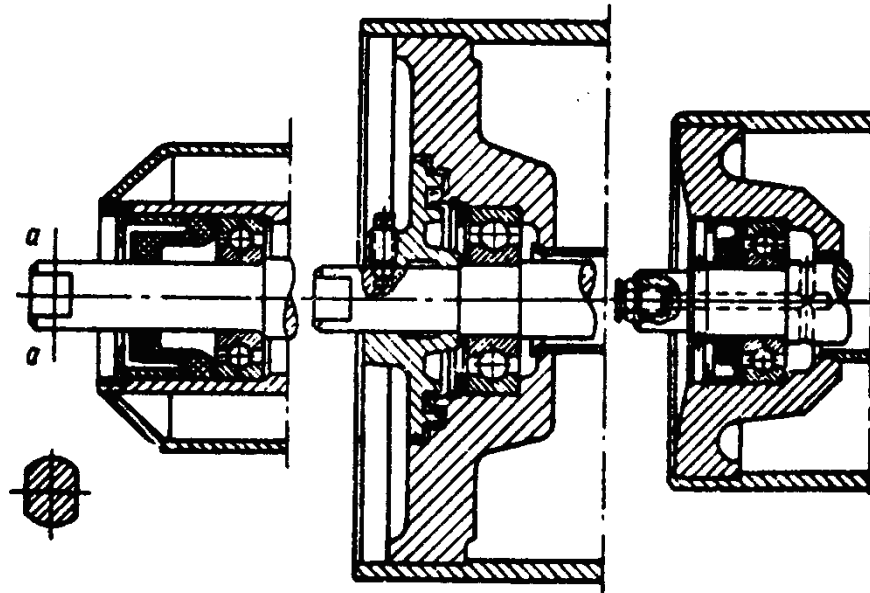


Рисунок 2.17 Конструкції роликів

Ролики обертаються на підшипниках кочення (іноді на підшипниках ковзання). Довжина роликів дорівнює довжині барабанів. Крок роlikоопор навантаженої ділянки $t = 1,0 \div 1,5$ м, а в зоні завантаження – удвічі менше. На ненавантаженої ділянці крок роlikоопор у два рази більший.

Суцільний настил (рис. 2.18) виконують з деревини або листової сталі. Він простіший і дешевший від роlikоопор. Однак при суцільному настилі збільшується опір рухові стрічки та її зношуваність. Тому настил застосовують у коротких (до 20 метрів) конвеєрах з навантаженням до 500 Н на 1 м² стрічки.

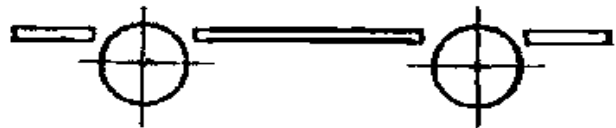
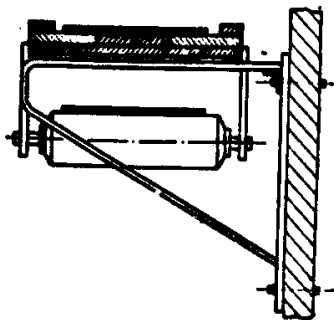


Рисунок 2.18 Суцільний настил Рисунок 2.19 Комбінований опорний пристрій

Комбінований опорний пристрій (рис. 2.19) містить у собі роlikоопори і настил між ними. Ролики трохи виступають над площиною настилу, у зв'язку з чим опір рухові стрічки і її зношуваність зменшуються в порівнянні із суцільним настилом. Суцільний настил і комбінований опорний пристрій широко застосовуються в конвеєрах поліграфічних підприємств, особливо в тих випадках, коли штучні вантажі в процесі транспортування можуть розсипатися.

Так, наприклад, конвеєри з такими опорними пристроями застосовують для транспортування зошитів до аркушепідбірних машин, підібраних книжкових блоків до ниткошвейних машин, книг на ділянці контролю.

Привідна станція складається з приводного барабана з опорами, механічних передач і двигуна. У похилих конвеєрах для запобігання зворотного ходу стрічки встановлюють запобіжний пристрій – муфту з храповим механізмом або роликовий зупиняючий пристрій. У потужних конвеєрах замість зупиняючого пристрою застосовують гальмо, що замикається при відключенні двигуна.

Приводний барабан (рис. 2.20) виконується звареним зі сталі або литим із чавуна. Для збільшення тягового зусилля збільшують кут охоплення за допомогою відхиляючого барабана чи облицьовують барабан прогумованою стрічкою або застосовують барабан з дерев'яною робочою поверхнею. Для центрування стрічки іноді барабанові надають бочкоподібну форму. Стрілу опуклості приймають рівною $y = L/200$ від довжини барабана, але не менше 4 мм. Довжину барабана встановлюють у залежності від ширини стрічки $L = B + 2c$, де B – ширина стрічки; $c = 50-75$ мм.

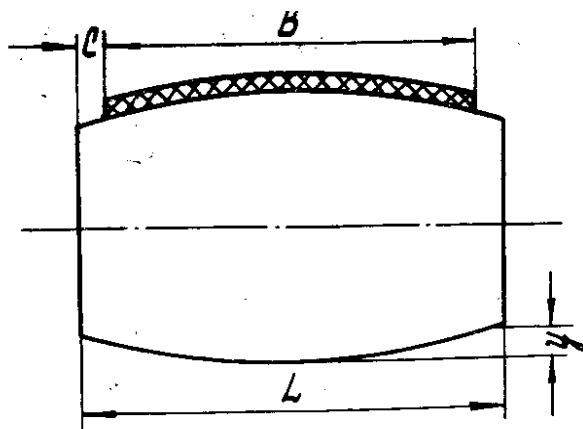


Рисунок 2.20 Схема приводного барабану

Однак на опуклих барабанах стрічка посередині витягається більше, ніж по краях, що викликає руйнування стику стрічки, а це спонукає застосовувати циліндричні барабани. У потужних конвеєрах у тих випадках, коли один барабан не може забезпечувати необхідне тягове зусилля, застосовують два і більше приводних барабани.

Конвеєрна стрічка виходить з ладу через розшаровування, що відбувається внаслідок багаторазових перегинів стрічки на барабанах. Напруження згину буде тим більше, чим менше діаметр барабана і чим більше натяг і товщина стрічки. Тому діаметр барабана визначають у залежності від числа прошарків стрічки. Так як на приводному барабані натяг стрічки максимальний, то діаметр приводного барабана приймають більшим, ніж діаметр натяжного або відхиляючого барабанів.

Діаметр приводного барабана (в мм), при кількості шарів i , визначають за

формулою: $D = K \times i$,

де $K = 125$ для стрічок із тканини БКНЛ-65; $K = 140$ для стрічок із тканини БКНЛ-ЮО; $K = 150$ для стрічок із тканини БКНЛ-150.

Діаметри натяжних і кінцевих барабанів приймають $0,8D$, а відхиляючого – $0,65D$. Отриманий розрахунковий діаметр округлюють до найближчого розміру з нормальною ряду діаметрів: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 і т. д.

Обраний діаметр барабана перевіряють по тиску стрічки на барабан за умовою:

$$r = \frac{360^0 \cdot (s_{нб} + s_{об})}{\alpha \cdot \pi \cdot D \cdot B} \leq [p] \quad (2.3)$$

де $s_{нб}$ та $s_{об}$ – натяг відповідної ділянки стрічки, що набігає та збігає з барабана;

α – кут обхвату стрічкою барабана, град.;

B – ширина стрічки, мм;

D – діаметр приводного барабана, мм.

Тиск, що допускається, для гумовотканинних стрічок приймають

$$[p] = 0,2 - 0,3 \text{ МПа}$$

Привідний барабан приводиться в рух електродвигуном через механічну передачу. Для конвеєрів застосовують асинхронні електродвигуни загального призначення з короткозамкнутим ротором. Для зниження частоти обертання використовують зубчасті і черв'ячні редуктори, клинопасові і ланцюгові передачі.

На поліграфічних підприємствах широко застосовують схему компонування механізмів привода, яка представлена на рис. 2.21. Привод складається з електродвигуна, черв'ячного редуктора і ланцюгової передачі.

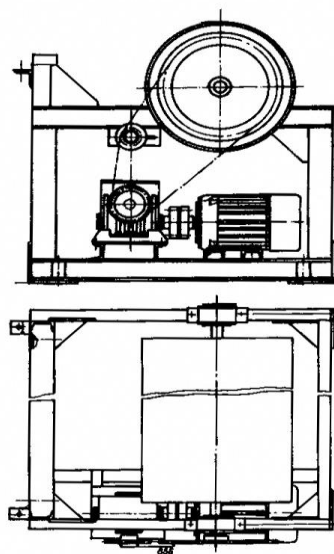


Рисунок 2.21 Приводна станція стрічкового конвеєра

Ланцюгова передача дозволяє розмістити привод під конвеєром так, що б він був більшим за габарити конвеєра.

Натяжна станція призначена для натягування стрічки. Вона складається з барабана і натяжного пристрою, змонтованих на рамі. Натяжні пристрої можуть бути (рис. 2.22) *гвинтові, пружинно-гвинтові і вантажні*.

Пружинно-гвинтовий натяжний пристрій призначений для легких пересувних конвеєрів.

$$F_n = S'_{нб} + S'_{сб} + F_{тр} \quad (2.4)$$

де $S'_{нб}$ – натяг в набігаючій на натяжний барабан ділянці стрічки;

$S'_{сб}$ – натяг на ділянці стрічки, що збігає з натяжного барабана;

$F_{тр}$ – сила тертя в напрямних (не враховується, через невелике значення).

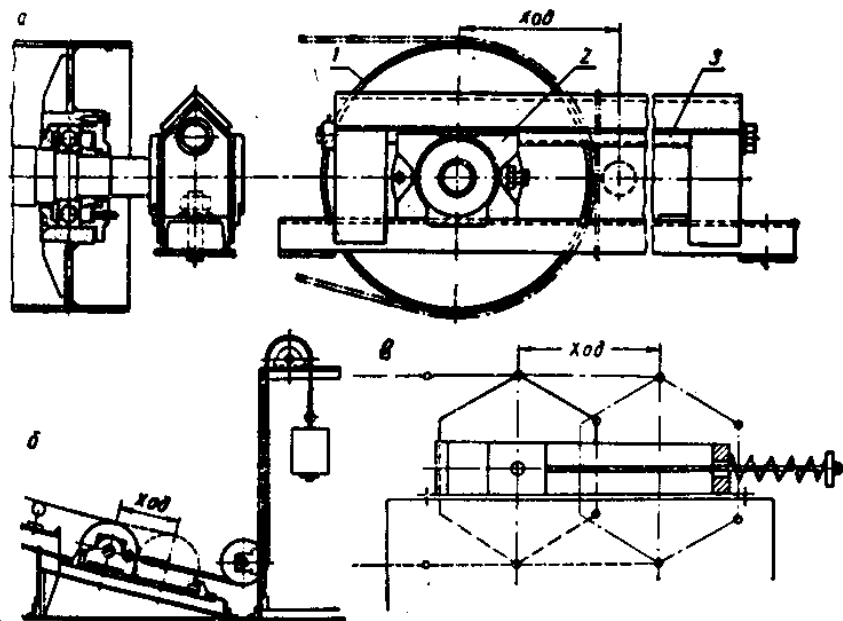


Рисунок 2.22 Натяжні пристрої: а) гвинтові; б) гравітаційні; в) пружинно-гвинтові

При розрахунку гвинта враховують, що навантаження між гвинтами розподіляється нерівномірно і тому за розрахункове навантаження на один гвинт приймають

$$F_{розр} = (0,75..0,9) \cdot F_n \quad (2.5)$$

Гвинт може працювати на розтяг або стиск. В останньому випадку гвинт перевіряють на поздовжню стійкість.

Найменше натяжне зусилля буде при розташуванні натяжного барабана там, де натяг стрічки мінімальний, тобто в місці збігання стрічки з приводного барабана (рис. 2.23). Недоліками такого пристрою є складність конструкції і

підвищена зношуваність стрічки через зворотні перегини. Незважаючи на ці недоліки, таку конструкцію застосовують у тих випадках, коли необхідно витримувати постійну довжину конвеєра.

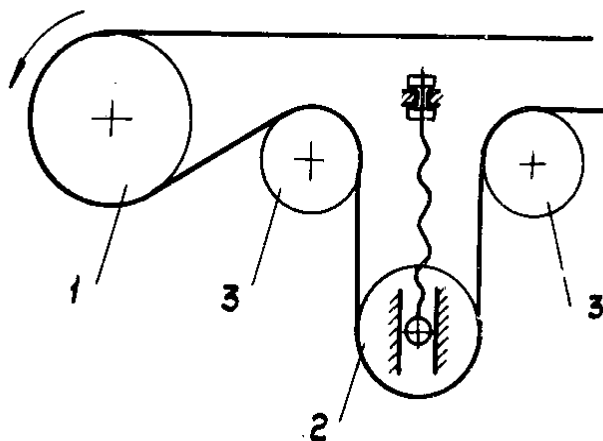


Рисунок 2.23 Схема натяжного пристрою, розташованого біля приводного барабана: 1 – приводний барабан; 2 – натяжний барабан; 3 – відхиляючий барабан

Найбільш простим і поширеним є застосування натяжного пристрою, який встановлюється в кінці конвеєра. Однак при регулюванні натягу стрічки довжина транспортера змінюється, що не завжди допустимо.

Завантажувальні пристрої служать для подачі вантажів на конвеєр. Насипні вантажі завантажують за допомогою лотка або лійки. Штучні вантажі завантажуються також лотками або вручну.

Розвантажувальні пристрої. Найпростіше розвантаження конвеєра здійснювати шляхом скидання вантажу з кінцевого барабана. Але часто потрібно робити розвантаження в різних місцях конвеєра. У цих випадках застосовують скидачі. Найпростішим є плужковий скидач (рис. 2.24), що являє собою встановлений під кутом до руху вантажу щит, який відводить вантаж зі стрічки в один або обидва боки. Плужкові скидачі застосовують для скидання як насипних, так і штучних вантажів. На рис. 2.25 представлений скидач, виконаний з вертикальних роликів, що забезпечує автоматичне подавання книжкових блоків з конвеєра на стіл трьохножової різальної машини.

Крім плужкових скидачів, застосовують також механічні скидачі (рис. 2.26) з індивідуальним приводом. Механічний скидач вантажів складається з приводного та натяжного барабанів, що огинаються нескінченною стрічкою. У залежності від напрямку руху вантажу скидач може займати три різних положення. Керування скидачем – дистанційне, з пульта керування. Скидач дозволяє автоматично розвантажувати конвеєр або передавати вантажі з одного конвеєра на іншій.

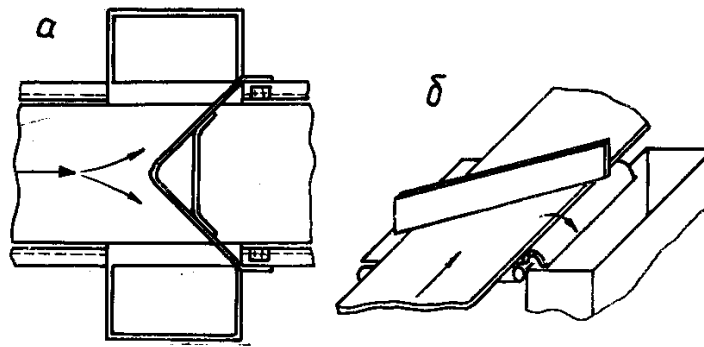


Рисунок 2.24 Плужкові скидачі:
а) двосторонній; б) односторонній

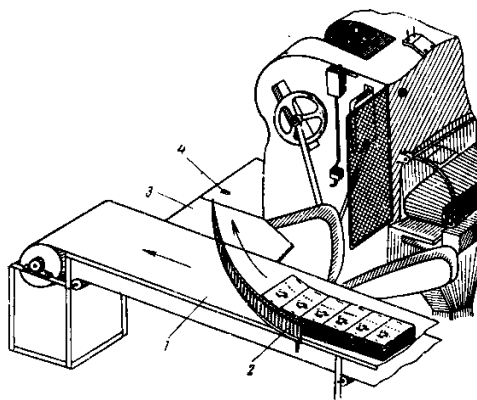


Рисунок 2.25 Скидач з вертикальними роликами:
1 – конвеєр; 2 – роликовий скидач; 3 – прийомний стіл; 4 – тристороння
різальна машина

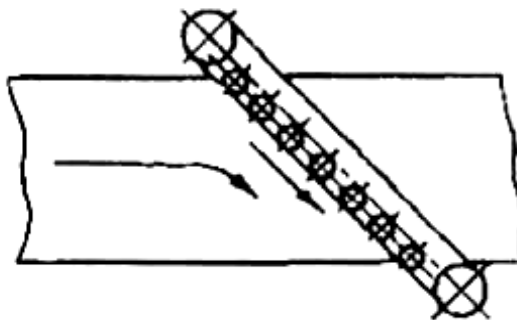


Рисунок 2.26 Схема механічного скидання

Недоліком скидачів є підвищений знос конвеєрної стрічки, тому що вантаж при сповзанні зі стрічки треться об неї. У механічних скидачах стрічка також швидко зношується, тому що швидкість стрічки значно вище швидкості вантажу.

Рама конвеєра складається з окремих секцій – двох кінцевих і типових проміжних. Секції виготовляють зі сталевого прокату шляхом зварювання,

з'єднання їх між собою виконують за допомогою болтів, а іноді і зварювання. Довжину конвеєра можна змінювати шляхом зміни числа проміжних секцій.

Продуктивність стрічкового конвеєра

Продуктивність – основна характеристика конвеєра. Продуктивність вимірюється в $t/год$, $m^3/год$, а для штучних вантажів також у $штук/год$.

При транспортуванні насипного вантажу безперервним потоком масову продуктивність визначають за формулою

$$Q = 3600ApV, \text{ т/год} \quad (2.6)$$

де, A – площа перерізу вантажу, m^2 ;

ρ – щільність вантажу, t/m^3 ;

V – швидкість конвеєра, m/c .

Продуктивність можна визначити і за погонною масою:
для насипних вантажів:

$$Q = 3,6q_m V, \text{ т/год} \quad (2.7)$$

де, q_m – погонна маса вантажу (маса вантажу, розміщеного на 1 метрі довжини стрічки), $кг/м$;

для штучних вантажів:

$$Q = 3,6V \left(\frac{m}{a} \right), \text{ т/год} \quad (2.8)$$

де m – маса штучного вантажу, $кг$;

a – крок розміщення вантажів на стрічці, $м$.

Продуктивність у $штуках/год$ визначають для штучних вантажів за формулою:

$$Z = 3600 \cdot \frac{V}{a} \quad (2.9)$$

Швидкість конвеєра, як видно з наведених формул, є одним з основних параметрів продуктивності.

Для насипних вантажів швидкість встановлюється в залежності від фізико-механічних властивостей вантажу і знаходиться у межах $1-4 \text{ м/с}$.

На поліграфічних підприємствах при транспортуванні штучних вантажів максимальна швидкість не перевищує 1 м/с . Швидкість конвеєрів, що входять у потокову лінію і здійснюють передачу сировини або напівфабрикатів від однієї операції до іншої, встановлюється в залежності від продуктивності основного устаткування і ритму або такту роботи (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 Швидкість стрічкових конвеєрів поліграфічних підприємств

Призначення конвеєра	Швидкість, м/с
Транспортування пачок сфальцьованих аркушів	0,6
Подавання підібраних блоків до ниткошвейних машин	0,1
Подавання зшитих блоків на заклеювання корінця	0,1
Сушіння книжкових блоків	0,08
Подавання обрізаних блоків на округлення	0,25
Подавання книг на контроль і упакування	0,25
Транспортування пачок книг в експедиції	0,3
Подавання пачок книг в автомашину	0,6

Номінальні швидкості повинні вибиратися з ряду: 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25. Допускається відхилення швидкості в межах $\pm 10\%$.

Опір переміщенню стрічки

Стрічка рухається по замкнутому контуру, що складається з прямолінійних (горизонтальних або похилих) і криволінійних ділянок. Рухаючись стрічка долає опір, який виникає на окремих ділянках. Для його визначення користуються коефіцієнтом опору w , що являє собою відношення сили опору W до сили ваги G вантажу

$$w = \frac{W}{G}$$

Коефіцієнт опору w визначають дослідним шляхом. Знаючи коефіцієнт опору для даної ділянки і масу переміщуваного вантажу m , можна знайти опір на цій ділянці:

$$W = G \cdot w = m \cdot g \cdot w,$$

де $g = 9.8 \approx 10 \text{ м/с}^2$ – прискорення сили ваги.

Враховуючи, що вантаж рухається разом зі стрічкою безперервним потоком, зручніше користуватися погонною масою, тобто масою, що приходить на l м довжини ділянки конвеєра.

Погонні маси (кг/м) визначають за формулами:

для насипного вантажу

$$q_m = \frac{Q}{3,6 \cdot V} \quad (2.10)$$

для штучного вантажу

$$q_m = \frac{m}{\alpha} \quad (2.11)$$

де Q – продуктивність конвеєра, $m/год$;

m – маса штучного вантажу, $кг$;

α – крок розміщення вантажів на стрічці, $м$ (визначають за формулою (2.9);

погонна маса стрічки $q_{\lambda} = m_{\lambda} \cdot B$

де m_{λ} – маса $1 м^2$ стрічки (приймають за ГОСТ 20-85);

B – ширина стрічки, $м$.

Приблизно для гумовотканинних стрічок, що застосовуються у конвеєрах поліграфічних підприємств, погонну масу стрічки можна визначити за емпіричною формулою $q_{CT} = (8-10) \cdot B$

де B – ширина стрічки, $м$.

Погонна маса обертових частин роlikоопор:

для навантаженої ділянки

$$q_p = m_p / t$$

для ненавантаженої ділянки

$$q'_p = m_p / t'$$

де m_p – маса обертових частин роlikоопори, $кг$;

t і t' – крок роlikоопор відповідно навантаженої і порожньої гілки, $м$.

При проектному розрахунку приблизно значення m_p для прямих роlikоопор можна обчислювати за емпіричною формулою:

$$m_p \approx (0,4 + 0,014l_p) \cdot d_p^2 \cdot 10^{-4}, \text{ кг} \quad (2.12)$$

де l_p та d_p відповідно довжина і діаметр ролика в $мм$.

Діаметр ролика вибирають залежно від ширини стрічки:

$B, мм$	300	400-500	650
$d_p, мм$	63; 89	63; 89; 108	89; 108

Знаючи сумарну погонну масу рухомих елементів конвеєра і вантажу (q) і загальний коефіцієнт опору можна визначити опір рухові на ділянці довжиною

l за формулою

$$W = q \cdot g \cdot l \cdot w$$

Розглянемо опір руху стрічки на окремих ділянках конвеєра (рис. 2.27).

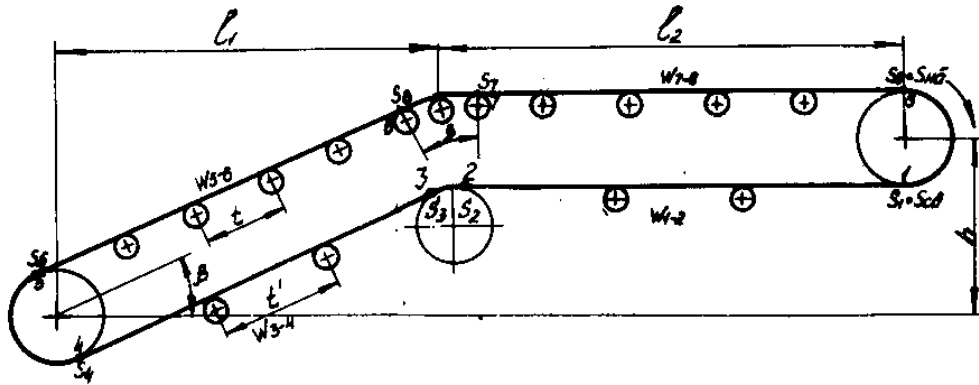


Рисунок 2.27 До тягового розрахунку стрічкового конвеєра

Прямолінійні ділянки. Стрічка на цих ділянках може переміщуватись з вантажем (навантажена ланка) або без нього (порожня ланка); опір переміщенню стрічки на цих ділянках вважають рівномірно розподіленим по всій довжині ділянки.

Опір на горизонтальній ділянці складається з опору тертя в підшипниках роликів і опору від кочення стрічки по роликах. Приймавши загальний коефіцієнт опору роликів w і визначивши погонні маси, знаходять опір на горизонтальній ділянці:

для навантаженої ділянки

$$W_{\Gamma} = (q_m + q_{\wedge} + q_p) \cdot g \cdot l_2 \cdot w \quad (2.13)$$

для ненавантаженої ділянки

$$W'_{\Gamma} = (q_{\wedge} + q'_p) \cdot g \cdot l_2 \cdot w \quad (2.14)$$

де l_2 – довжина горизонтальної ділянки.

У жолобкових конвеєрах (рис. 2.28), призначених для транспортування зшитих книжкових блоків на проклеюку корінців, крім опору, визначеного з рівняння (2.13), на навантаженій ланці виникає додатковий опір W_{κ} у результаті тертя блоків по стінках жолоба. Максимальна величина цього опору визначиться з умови забезпечення руху блоків без ковзання по стрічці:

$$W_{\kappa} \leq F_{CT}$$

де F_{CT} – сила тертя корінців блоків об стрічку. Отже, додатковий опір

$$W_{жс} = q_m g l_2 f$$

де f – коефіцієнт тертя корінців по стрічці, можна прийняти $f = 0,3-0,35$.

Опір на похилій ділянці буде включати, крім опорів на горизонтальній ділянці, ще й опори від складової сили ваги, паралельної напрямку руху. Опір на похилій ділянці визначають за формулами для навантаженої ділянки

$$W = (q_m + q_{CT} + q_p) \cdot g \cdot l \cdot w \pm (q_m + q_{CT}) \cdot g \cdot h \quad (2.15)$$

для порожньої гілки:

$$W' = (q_{CT} + q'_p) \cdot g \cdot l'_1 \cdot w \pm q_{CT} \cdot g \cdot h \quad (2.16)$$

де l_1 – довжина похилої ділянки (по горизонталі);

h – висота підйому.

У формулах (2.15) і (2.16) знак (+) приймають при переміщенні стрічки нагору, а знак (–) – при переміщенні стрічки вниз по схилу.

Значення коефіцієнта (w) приймають з табл. 2.7.

Таблиця 2.7 Коефіцієнти опору роликів опор на підшипниках кочення

Умови роботи конвеєра	Характеристика умов роботи	Коефіцієнт опору роликів опор	
		прямих	жолобкових
Легкі	У чистому, сухому приміщенні при відсутності абразивного пилу	0,018	0,020
Середні	В опалюваному приміщенні; є невелика кількість абразивного пилу, нормальна вологість	0,022	0,025
Важкі	У неопалювальному приміщенні на відкритому повітрі; велика кількість абразивного пилу, підвищена вологість та ін.	0,035	0,040

У випадку, коли стрічка, спирається не на ролики, а на настил, у формулах (2.10 – 2.13) $q_p = 0$ замість коефіцієнта w слід підставити коефіцієнт тертя f , величину якого, у залежності від матеріалу настилу, можна визначити з табл. 2.8.

Криволінійні ділянки. При переміщенні стрічки по криволінійній ділянці опір стрічки складається з опору тертя в підшипниках барабана (роликів) або тертя стрічки по нерухомих направляючих й опору, викликаного згином

стрічки. Опір на криволінійних ділянках W_{KP} пропорційний силі натягу стрічки на початку ділянки $S_n/W_{KP} = K'S_n$, отже, натяг наприкінці криволінійної ділянки

$$S_{n+1} = S_n + W_{KP} = (K' + 1)S_n \text{ або}$$

$$S_{n+1} = KS_n \quad (2.17)$$

де K – коефіцієнт збільшення натягу.

Таблиця 2.8 Значення коефіцієнта тертя f і тягового коефіцієнта e^{fa}

Вид барабана та атмосферні умови	Коефіцієнт тертя, f	e^{fa} для кутів охоплення (градуси і радіани)		
		180°	210°	240°
		3,14	3,66	4,19
Чавунний або сталевий (волога атмосфера)	0,20	1,87	2,08	2,31
Чавунний або сталевий (суха атмосфера)	0,30	2,56	3,00	3,51
З дерев'яною обшивкою (суха атмосфера)	0,35	3,00	3,61	4,33
З гумовою обшивкою (суха атмосфера)	0,40	3,51	4,33	5,34

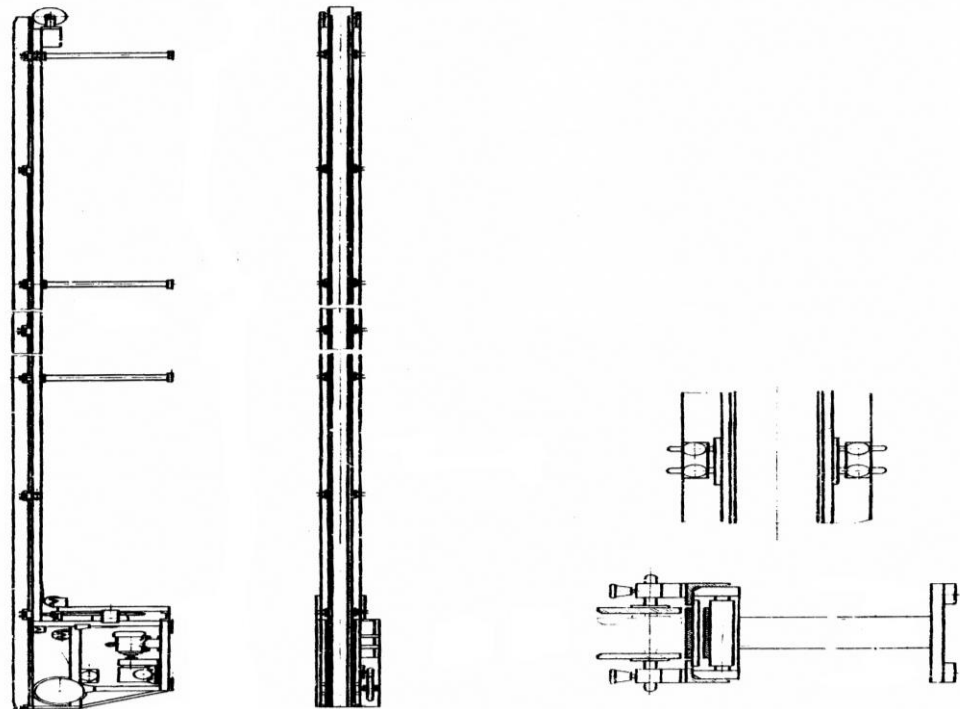


Рисунок 2.28 Жолобковий конвеєр для подавання зшитих книжкових блоків на проклеювання корінців

При огинанні відхиляючого барабана (рис. 2.29, а), значення K в залежності від кута обхвату:

при $\alpha = 180^\circ$ $K = 1,05 \dots 0,06$;

при $\alpha = 90^\circ$ $K = 1,03 \dots 0,04$;

при $\alpha < 90^\circ$ $K = 1,02 \dots 0,03$.

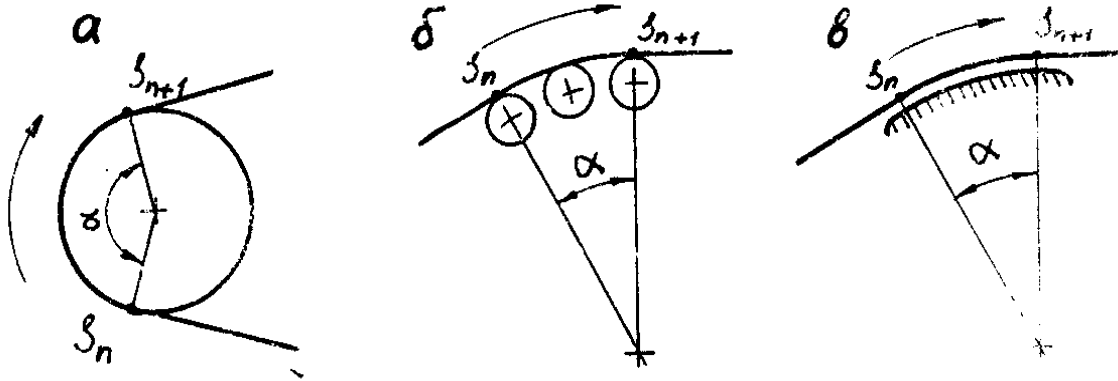


Рисунок 2.29 До визначення опорів руху стрічки на криволінійних ділянках

При огинанні роликової батареї (рис. 2.29, б) натяг в кінці ділянки

$$S_{n+1} = S_n e^{w\alpha} \quad (2.18)$$

де e – основа натуральних логарифмів;

w – коефіцієнт опору роликоопор (табл. 2.7);

α – кут повороту стрічки.

При ковзанні стрічки по направляючій (рис. 2.29, в) натяг в кінці ділянки

$$S_{n+1} = S_n e^{f\alpha} \quad (2.19)$$

де f – коефіцієнт тертя стрічки по напрямній (табл. 2.8).

Якщо стрічку, на криволінійній ділянці, розташувати опуклістю вниз, то приймають

$$S_{n+1} \approx S_n.$$

Опір при огинанні приводного барабана вважають пропорційним сумі натягів

$$W_{np} = (0,03 \dots 0,05)(S_{нб} + S_{зб}) \quad (2.20)$$

де $S_{нб}$ – натяг на ділянці, що набігає на привідний барабан;

$S_{зб}$ – натяг на ділянці, що збігає із приводного барабана.

Розрахунок стрічкового конвеєра

Вихідними даними для розрахунку є: продуктивність Q , $m/год$ або Z , $штук/год$; відстань переміщення вантажу L ; кут нахилу β або висота підйому вантажу h ; конфігурація траси і характеристика вантажу – щільність, кут природнього нахилу тощо – для насипного вантажу або габарити і маса для штучного вантажу.

Параметрами продуктивності при транспортуванні насипних вантажів є ширина стрічки та її швидкість, а при транспортуванні штучних вантажів – маса і габарити вантажу, швидкість стрічки і крок розміщення вантажів на стрічці.

Ширину стрічки для насипних вантажів визначають, виходячи з заданої продуктивності, за формулою

$$B = 1,1 \sqrt{\left(\frac{Q}{C V \rho} + 0,05\right)}, \text{ м} \quad (2.21)$$

де Q – продуктивність, $m/год$;

C – коефіцієнт, що залежить від площі перерізу вантажу (див. табл. 2.9);

V – швидкість стрічки, $м/с$;

ρ – щільність вантажу, $т/м^3$.

Таблиця 2.9 Значення коефіцієнта C

Показники	Форма стрічки			
	плоска	жолобчаста		
		на двох роликів опорі	на трьох роликів опорі	
Кут нахилу бічних роликів ($град$)	–	15	20	30
Кут нахилу насипного вантажу на стрічці ($град$)	15 20	15 20	15 20	15 20
Коефіцієнт C	240 325	450 535	470 550	550 625

При куті нахилу конвеєра $\beta \geq 12^\circ$, з огляду на розсипання вантажу, значення коефіцієнта C зменшують, як добуток його на коефіцієнт K :

Таблиця 2.10 Уточнення коефіцієнта C

Кут нахилу β	12°	14°	16°	18°	20°
Коефіцієнт C	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85

Для штучних вантажів ширину стрічки встановлюють у залежності від габаритів вантажу і його розташування на стрічці. Так, при транспортуванні книжок (рис. 2.30) ширина стрічки визначається розміром книжок по діагоналі і полями $e = 50..75 \text{ мм}$.

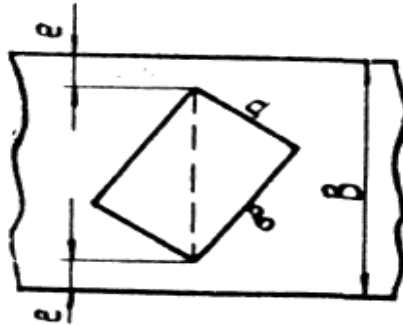


Рисунок 2.30 Визначення ширини стрічки

Якщо виріб розміщується на стрічці орієнтовано, то ширину стрічки приймають у залежності від розташування вантажу. Наприклад, для подавання зшитих блоків від ниткошвейних машин на верстат для проклеювання корінців застосовують стрічковий жолобковий конвеєр. Блоки укладаються в жолоб (рис. 2.28) корінцем до стрічки. Ширина стрічки в даному випадку визначиться, виходячи з діапазону регулювання ширини жолоба, яка у свою чергу залежить від товщини блоків.

Тяговий розрахунок конвеєра. Розрахунок ведуть методом обходу по контуру. Він дозволяє визначити натяг у будь-якій точці стрічки й одержати вихідні дані для розрахунку її на міцність, а також для визначення необхідної потужності двигуна і розрахунку натяжного пристрою.

Контур конвеєра (рис. 2.27) ділять на окремі ділянки з однаковим характером опорів – прямолінійні і криволінійні. За початкову точку приймають точку I , де стрічка збігає з приводного барабану. Позначивши натяг у цій точці $S_1 = S_{\text{зб}}$, приступають до обходу по контуру. Натяг на кінці кожної ділянки буде дорівнювати натягові на початку ділянки плюс опір на цій ділянці. Опори на окремих ділянках визначають з вищенаведених формул.

У результаті обходу по контуру отримуємо систему рівнянь:

$$S_1 = S_{\text{зб}}; \quad S_2 = S_1 + W_{1-2}; \quad S_3 = S_2 + W_{2-3}; \quad S_4 = S_3 + W_{3-4};$$

$$S_5 = S_4 + W_{4-5}; \quad S_6 = S_5 + W_{5-6}; \quad S_7 = S_6 + W_{6-7}; \quad S_8 = S_{\text{зб}} = S_7 + W_{7-8};$$

Вирішуючи цю систему рівнянь, одержують рівняння з двома невідомими $S_8 = S_{\text{нб}}$ та $S_1 = S_{\text{зб}}$, яке має вигляд:

$$S_{\text{нб}} = AS_{\text{зб}} + B, \quad (2.22)$$

де A і B – числові коефіцієнти;

$S_{нб}$ – натяг на ділянці стрічки, що набігає на приводний барабан (у точці 8);

$S_{зб}$ – Натяг на ділянці стрічки, що збігає з приводного барабана (у точці 1).

Для визначення натягу $S_{нб}$ та $S_{зб}$ використовують рівняння Ейлера:

$$S_{нб} = S_{зб} e^{fa} \quad (2.23)$$

де e – основа натурального логарифма;

f – коефіцієнт тертя стрічки об барабан (табл. 2.8);

α – кут охоплення (радіан).

Розв'язуючи рівняння (2.19) і (2.20), одержуємо

$$S_{нб} = \frac{Be^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - A} \quad (2.24)$$

$$S_{зб} = \frac{B}{e^{f\alpha} - A} \quad (2.25)$$

Стрічка під дією власної ваги і ваги вантажу провисає між роликоопорами (рис. 2.31). Стріла провисання стрічки y не повинна перевищувати допустимої величини, $[y] \approx 0,025t$.

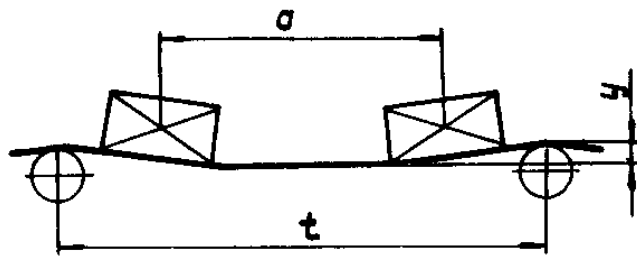


Рисунок 2.31 До визначення мінімально допустимого натягу стрічки на навантаженій ділянці

Виходячи із допустимої величини провисання, визначають мінімально допустимий натяг стрічки на навантаженій ділянці $S_{r\min}$ за формулою

$$S_{r\min} \geq 5(q_m + q_{CT})tg \cos \beta \quad (2.26)$$

для насипного і штучного вантажу, якщо в прольоті між роликами знаходиться кілька штучних вантажів ($t > a$) або за формулою

$$S_{r\min} \geq 10(q_{CT}t \cos \beta + 2m)q \quad (2.27)$$

для штучного вантажу, якщо в прольоті між роликами знаходиться один вантаж масою m . У формулах (2.23) і (2.24) β – кут нахилу конвеєра.

Визначення $S_{r\min}$ проводиться для стрічки, що спирається на роликоопори.

Для стрічки, що спирається на настил, провисання не буде, і тому немає потреби його знаходити.

Якщо підрахований за формулами (2.23) або (2.24) натяг виявиться більшим (на 10%), ніж найменший натяг у якій-небудь точці навантаженої ділянки стрічки, то в цій точці натяг приймають рівним $S_{r\min}$, і знову методом обходу по контуру знаходять уточнені значення натягів $S_{нб}$ та $S_{зб}$. Обхід цього разу ведуть в обидві сторони від цієї точки.

Знаючи натяги $S_{нб}$ та $S_{зб}$, можна за наведеними вище рівняннями послідовно визначити натяг стрічки в кожній характерній точці контуру і побудувати діаграму натягів стрічки (рис. 2.32).

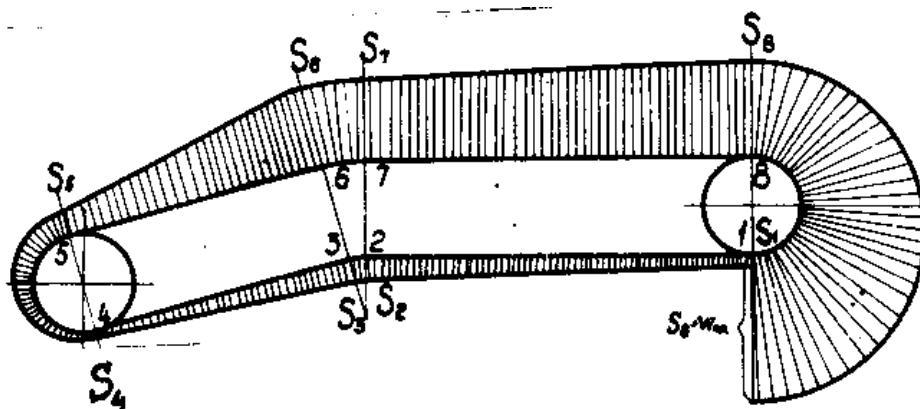


Рисунок 2.32 Діаграма натягів стрічки

Максимальний натяг у стрічці буде в точці 8, тобто там, де стрічка набігає на приводний барабан. За цим натягом розраховують стрічку на міцність.

Розрахунок стрічки на міцність зводиться до визначення необхідного числа шарів стрічки:

$$i \geq \frac{S_{\max} K}{K_p B} \quad (2.28)$$

S_{\max} – максимальний натяг стрічки, Н;

B – ширина стрічки, мм;

K_p – межа міцності на розрив однієї прокладки шириною 1 мм, Н/мм;

K – коефіцієнт запасу міцності; приймають $K = 10$ для горизонтальних конвеєрів та $K = 11-12$ для похилих конвеєрів.

Знайдене число прокладок повинне бути відповідним до числа прокладок, передбачених нормативом для даної ширини стрічки.

Тягове зусилля на приводному барабані визначають за різницею натягів стрічки на приводному барабані з урахуванням опору на барабані (W_{np}):

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} + W_{np}, \text{ Н} \quad (2.29)$$

Необхідна потужність двигуна

$$P = \frac{W_0 V}{1000 \eta}, \text{ кВт}$$

де V – швидкість стрічки, м/с;

η – ККД привода; орієнтовно приймають $\eta = 0,7-0,85$.

За потрібною потужністю підбирають електродвигун із запасом потужності 10 – 15 %. Далі визначають частоту обертання привідного барабану:

$$n_{\delta} = \frac{60V}{\pi D}, \text{ об/хв.}$$

де D – діаметр приводного барабану, м.

Загальне передаточне число привода

$$U = \frac{n_{\delta}}{n_{\epsilon}}$$

де n_{δ} – частота обертання двигуна, об/хв.

За загальним передаточним числом та необхідній потужності підбирають редуктор і додаткові передачі.

У конвеєрах з похилими і вертикальними ділянками траєкторії, особливо у елеваторах, при відключенні електродвигуна або порушенні кінематичного зв'язку можливий самовільний зворотний хід під дією сили ваги вантажу.

Рухома сила, що викликає зворотний хід

$$q_m g h,$$

де q_m – погонна маса вантажу; h – сумарна висота підйому вантажу.

Сила, що перешкоджає зворотному ходові визначається у вигляді

$$F = \frac{K \Sigma W}{\eta}$$

де ΣW – сумарний опір на трасі конвеєра (елеватора);

K – коефіцієнт, що враховує можливість зменшення опорів;

η – ККД привода.

Сумарний опір на траєкторії конвеєра (елеватора) дорівнює

$$\Sigma W = W_0 - q_m g h$$

де W_0 – тягове зусилля на барабані (тягових зірочках).

Коефіцієнт K приймають рівним 0,5.

Зворотний хід буде можливий у тому випадку, коли рушійна сила перевищує силу, що перешкоджає зворотному ходові:

$$q_m gh > \frac{K \Sigma W}{\eta} = \frac{0,5(W_0 - q_m gh)}{\eta}$$

Після перетворення отримуємо умову необхідності оснащення стопорним пристроєм:

$$q_m gh > \frac{W_0}{2\eta + 1} \quad (2.30)$$

У стопорному пристрої застосовуються роликові або храпові гальма.

Стопорний пристрій, зазвичай, вбудовують у муфту, що з'єднує вал електродвигуна зі швидкохідним валом редуктора. У цьому випадку необхідний гальмівний момент, за яким розраховують або підбирають стопорний пристрій, буде дорівнювати

$$T_T = \frac{(3q_m gh - W_0)D\eta}{4u}, \text{ Нм} \quad (2.31)$$

де D – діаметр барабана (тягової зірочки), м;

u – загальне передаточне число привода.

Конвеєри спеціального призначення

Разом з конвеєрами загального призначення на поліграфічних підприємствах застосовують конвеєри спеціального призначення: *жолобкові, двоярусні, телескопічні* тощо.

Жолобковий конвеєр (рис. 2.28) призначений для подавання зшитих блоків від ниткошвейних машин до верстата для проклейки корінців блоків. Над робочою ділянкою стрічки встановлені дві стінки, що утворюють жолоб. Стоси блоків укладаються корінцем до стрічки, ширина жолоба регулюється в залежності від товщини пачки.

Двоярусний конвеєр відрізняється від звичайного збільшеною відстанню між верхньою і нижньою гілками стрічки. Це дозволяє використовувати нижню гілку для транспортування вантажів у зворотному напрямку.

Телескопічний конвеєр застосовують для подавання готової продукції з експедиції в автомобіль. Конвеєр (рис. 2.33) складається з привідного барабана 1, відхиляючих барабанів 2, 3, 4 (один із яких натяжний) і висувної секції 5 із двома барабанами 6 і 7. При завантаженні автомобіля секція 5 висовується через проріз у стіні сховища безпосередньо в кузов автомобіля.

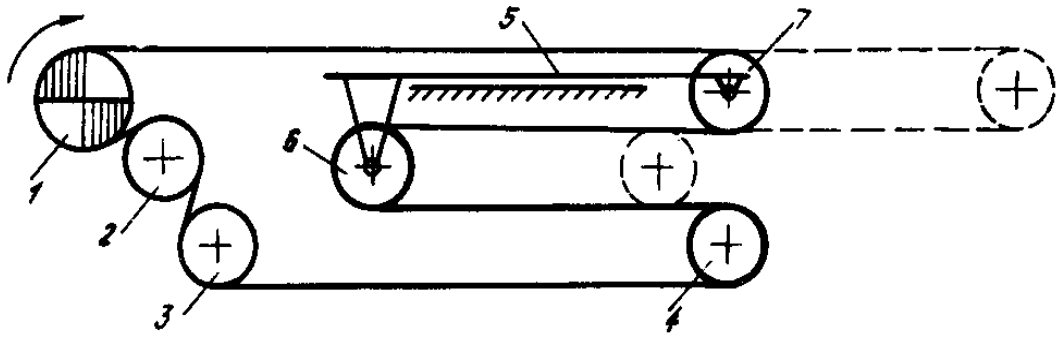


Рисунок 2.33 Телескопічний конвеєр

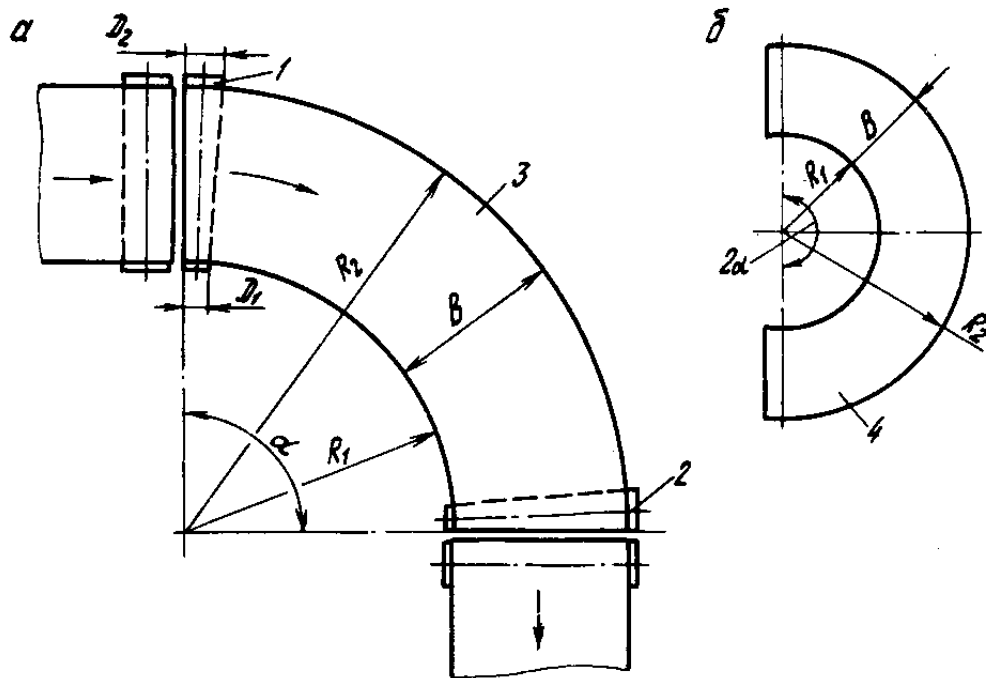


Рисунок 2.34 Кутовий конвеєр

Кутовий конвеєр (рис. 2.34, а) застосовують для пересування штучних вантажів з конвеєра на конвеєр, розташованих під кутом один до одного. Барабани виконують конічними. Діаметри барабанів повинні задовольняти умові $D_2/D_1 = R_2/R_1$. Стрічку конвеєра викроюють у вигляді округлої заготовки (рис. 2.34, б), складають навпіл і кінці стикують, утворюючи замкнутий контур, який забезпечує кут повороту $\alpha = 20^\circ - 180^\circ$.

Підлогові конвеєри, що використовуються у поліграфічному виробництві наведено у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 Підлогові конвеєри поліграфічного виробництва розробки ДІПРОНДІ поліграфії

Назва, призначення	Модель	Технічні характеристики
<i>Транспортер жолобковий.</i> Застосовується в палітурно-брошурувальному виробництві для транспортування зшитих книжкових блоків.	<i>ТЖТ</i>	Продуктивність за зміну – 6000; 16000 блоків. Швидкість руху стрічки – 3,0; 3,75; 7,5; 10; 80 м/хв. Ширина стрічки – 125 мм.
<i>Конвеєр пластинчастий.</i> Застосовується у палітурно-брошурувальному виробництві для транспортування підібраних книжкових блоків. Може застосовуватися разом із транспортером жолобковим ТЖТ.	<i>КПТ</i>	Навантаження на 1 м довжини – 30кг. Розмір пластини в плані – 255х300 мм. Швидкість руху – 1,52; 1,5; 2,54; 3,18; 3,38; 4,67; 5,06 м/хв.
<i>Транспортер стрічковий комбінований типовий.</i> Застосовується для транспортування привертків підібраних блоків від аркушепідбірної машини до ниткошвейної та машини для безшвейного клеєвого (клеєного) скріплення.	<i>КЛТ</i>	Рівень транспортування зшитих блоків – 1140 мм. Кількість жолобкових транспортерів – 2. Швидкість руху стрічки головного транспортера – 3,4; 6,м/хв. Швидкість руху стрічки жолобкового транспортера – 3,0; 3,75; 5,0; 6,25; 7,5; 8,0; 10 м/хв. Ширина стрічки головного транспортера – 300 мм. Ширина стрічки жолобкового транспортера – 125 мм. Потужність – 1,1 кВт.
<i>Транспортер аروحний.</i> Застосовується в палітурно-брошурувальному виробництві для транспортування підібраних чи зшитих блоків над проїзною частиною приміщення чи території.	<i>ТА ТА2</i>	Продуктивність – 1200 блоків/зміну. Швидкість руху пластин – 212 м/хв. Потужність – 0,6 кВт.

2.3.2 Ланцюгові конвеєри

У ланцюгових конвеєрах тяговим елементом є ланцюг, а вантажонесучим елементом – настил, шкребки, ківші, візки та ін.

У ланцюгових конвеєрів у порівнянні зі стрічковими є *переваги*: можна транспортувати важкі, великокускові, абразивні та розігріті вантажі складною просторовою трасою. На ланцюгових конвеєрах одночасно з транспортуванням можна робити технологічні операції – складання, сушіння, травлення, акліматизацію папера, охолодження і т. д.

Недоліки ланцюгових конвеєрів: велика вага, складність експлуатації і зношення тягових ланцюгів.

На поліграфічних підприємствах ланцюгові конвеєри застосовують для транспортування стосів паперах, матеріалів, готових виробів.

Тягові ланцюги. Найбільш розповсюдженими є *пластинчаті* і *розбірні* ланцюги. Основними параметрами ланцюга є крок ланцюга і руйнівне навантаження.

В залежності від конструкції шарнірів пластинчаті ланцюги, згідно ГОСТ 588-81, бувають втулкові (тип 1), роликові (тип 2) і каткові з гладкими катками (тип 3) або з ребрами на катках (тип 4) (рис. 2.35). Шарнір може бути нерозбірним або розбірним.

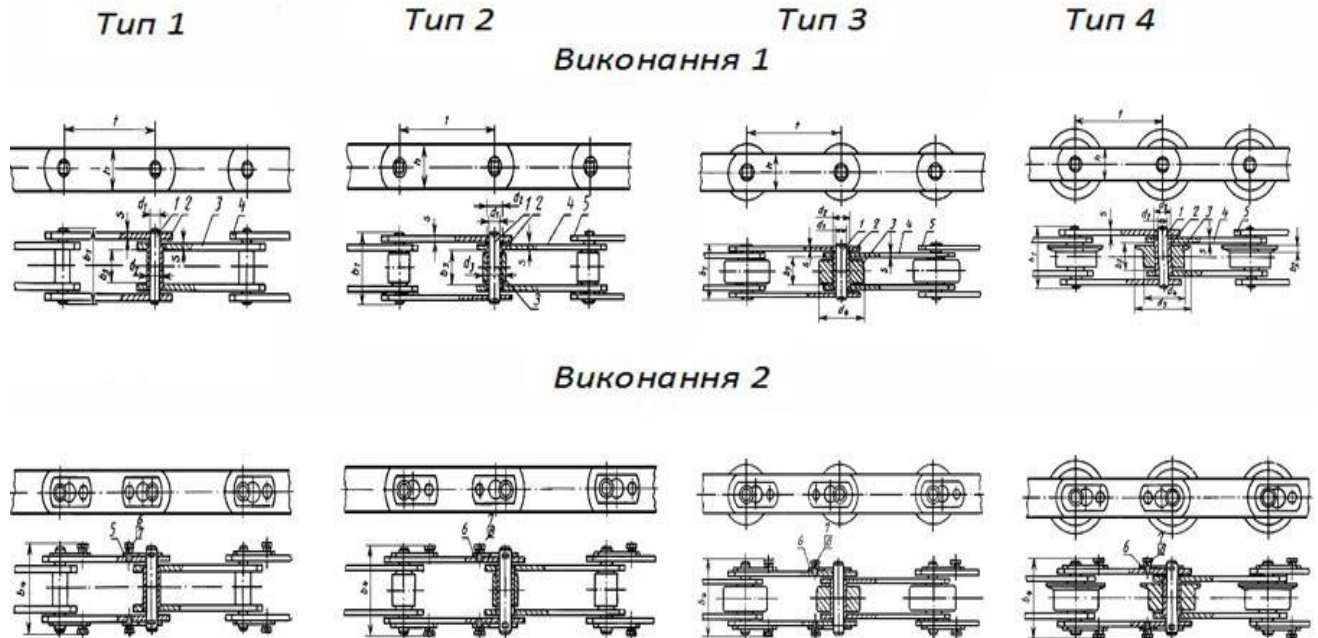


Рисунок 2.35 Типи тягових пластинчастих ланцюгів

В таблицях 2.12 та 2.13 наведено дані про масу та розміри ланцюгів.

Таблиця 2.12 Маса I м ланцюга, кг

Тип	№ ланцюга	Крок ланцюга, мм									
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
	M20	1,26	1,14	1,05	0,96	0,93	0,88	0,85			
	M28		1,58	1,45	1,34	1,26	1,20	1,15	1,10		
	M40			2,10	2,05	1,90	1,76	1,70	1,65	1,50	
	M56			3,34	3,08	2,82	2,62	2,46	2,38	2,30	
	M80				4,80	4,40	3,95	3,80	3,66	3,47	3,30
	M112				7,26	6,00	5,80	5,30	5,05	4,80	4,55
	M160					9,15	8,20	7,75	7,05	6,64	6,28
	M224						12,70	11,40	10,70	9,80	9,28
	M315							15,90	14,60	13,60	12,60
2	M20	1,42	1,27	1,16	1,04	0,95	0,90				
	M28		1,84	1,64	1,50	1,40	1,30	1,22	1,16		
	M40			2,30	2,28	2,10	2,00	1,82	1,75	1,70	
	M56			3,23	3,45	3,15	2,85	2,65	2,55	2,37	
	M80				5,40	4,90	4,33	4,10	3,90	3,67	3,46
	M112				8,40	6,40	6,10	5,90	5,46	5,15	4,80
	M160					10,60	9,35	8,70	7,80	7,25	6,75
	M224						14,30	12,70	11,70	10,60	9,95
	M315							13,10	16,40	15,00	13,70
3	M20		1,80	1,50	1,37	1,26	1,13	1,05			
	M28			2,44	2,22	1,89	1,70	1,55	1,40		
	M40			3,47	3,14	2,78	2,47	2,25	2,05	1,93	
	M56				4,90	4,30	3,80	3,38	3,15	2,85	
	M80				8,05	7,00	6,05	5,38	4,96	4,50	4,10
	M112					10,00	9,32	8,12	7,24	6,58	5,95
	M160						13,65	12,00	10,48	9,38	8,45
	M224							18,90	16,60	14,60	13,00
4	M20		2,04	1,80	1,52	1,38	1,25	1,12			
	M28			2,43	2,35	2,05	1,85	1,65	1,50		
	M40			3,80	3,40	3,00	2,60	2,38	2,18	2,15	
	M56				5,38	4,65	4,10	3,60	3,30	3,10	
	M80				8,80	7,00	6,50	5,78	5,26	4,75	4,38
	M112					10,00	10,00	8,00	7,55	6,88	6,17
	M160						13,80	12,10	10,60	9,45	8,50
	M224							19,60	17,10	15,00	13,45
	M315								25,7	22,50	19,70

Таблиця 2.13 Крок та розміри ланцюгів

№ ланцюга	Руйнівне навантаження		Крок ланцюга t , мм										Розміри, мм										
	H	кгс	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	B _{вн}	h	S	b	B _{max}	b ₁
M20	20	2000	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	9,0	12,5	25	35	15	18	2,5	35	49	3,5
M28	28	2800	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	15,0	30	40	17	20	3,0	40	56	4,0
M40	40	4000	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	8,5	12,5	18,0	36	45	19	25	3,5	45	63	4,5
M56	56	5600	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	10,0	15,0	21,0	42	55	23	30	4,0	52	72	5,0
M80	80	8000	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	12,0	18,0	25,0	50	65	27	35	5,0	62	86	6,0
M112	112	11200	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	15,0	21,0	30,0	60	75	31	40	6,0	73	101	7,0
M160	160	16000	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	18,0	25,0	36,0	70	90	36	45	7,0	85	117	8,5
M224	224	22400	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	21,0	30,0	42,0	85	105	42	56	8,0	98	134	10,0
M315	315	31500	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	25,0	36,0	50,0	100	125	47	60	10,0	112	154	12,0
Виготовлення каткових ланцюгів, позначених знаком «х», не допускається. Знаком «-» відмічена номенклатура ланцюгів, яка повинна виготовлятися у відповідності з діючим стандартом.																							

На рис. 2.36 показана конструкція шарніра пластинчастого втулкового ланцюга.

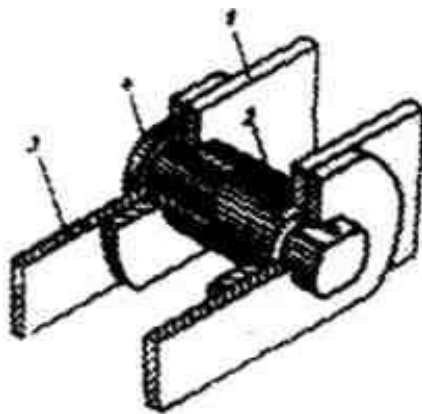


Рисунок 2.36 Шарнір пластинчастого втулкового ланцюга

У внутрішні пластини 1, запресовані втулки 2, усередині втулки розміщений валик 4, що з'єднує зовнішні пластини 3. З'єднання валика з зовнішньою пластиною виконується на пазу або за допомогою ригельної планки. Роликовий ланцюг відрізняється від втулкового тим, що на втулці 2, між внутрішніми пластинами, встановлюється ролик. У каткового ланцюга на втулці 2 замість ролика встановлюється каток.

Найчастіше в ланцюгових конвеєрах застосовують роликові і каткові ланцюги.

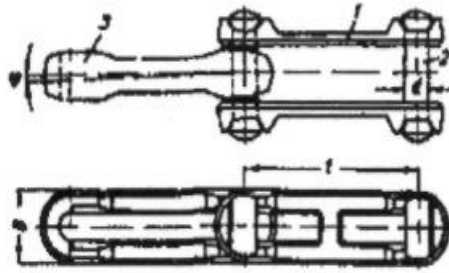


Рисунок 2.37 Розбірний ланцюг

Розбірний ланцюг (рис. 2.37) складається з парних секцій, що збираються із двох зовнішніх ланок 1, валика 2 внутрішньої ланки 3. Усі деталі ланцюга виготовляють методом кування або холодного штампування. Параметри розбірних ланцюгів наведені в ГОСТ 589-85. Завдяки односторонній опорній поверхні і наявності зазорів між внутрішніми та зовнішніми ланками розбірні ланцюги дозволяють бічний поворот ланок на кут β , що досягає $8^\circ - 12^\circ$. У зв'язку з цим розбірні ланцюги застосовують у ланцюгових конвеєрах з просторовою трасою.

Вибір ланцюга виконують за руйнівним зусиллям:

$$S_{\text{розн}} K \leq S_{\text{руйн}} \quad (2.32)$$

де $S_{\text{розн}}$ – розрахункове зусилля на ланцюг;

$S_{\text{руйн}}$ – руйнівне навантаження ланцюга;

K – запас міцності, він дорівнює:

$K = 6-7$ – для горизонтальних конвеєрів;

$K = 8-10$ – для конвеєрів з похилими ділянками;

$K = 10-13$ – для розбірних ланцюгів.

При виборі кроку ланцюга враховують, що зі збільшенням кроку зменшується маса і вартість ланцюга і спрощується її експлуатація, але при цьому збільшуються діаметри зірочок, передаточне число привода, радіуси перегинів і динамічні навантаження на ланцюг.

Крім пластинчастих і розбірних ланцюгів, у легких конвеєрах застосовують приводні ланцюги типу ПР і ПРД, а також зварні кругло ланкові ланцюги.

Приводи в ланцюгових конвеєрах застосовують кутові і гусеничні. Найбільш простим і поширеним є кутовий привід (рис. 2.38). Тяговий ланцюг приводиться в рух приводною зірочкою яка встановлюється в місці повороту траси.

Обертний момент від електродвигуна передається до приводних зірочок або через редуктор, або через редуктор і відкриту зубчасту або ланцюгову

передачу. Для регулювання швидкості конвеєра застосовують варіатори швидкості. У конвеєрах з похилими ділянками для запобігання зворотного ходу привод оснащують зупиночним пристроєм (храповим або роликовим) або гальмом.

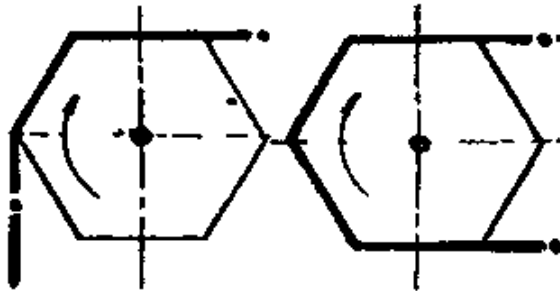


Рисунок 2.38 Схема кутового привода

Натяжний пристрій може бути *гвинтовим, пружинно-гвинтовим* або *вантажним*. Частіше застосовують гвинтовий натяжний пристрій. Пружинно-гвинтовий і вантажний натяжний пристрої рекомендується застосовувати у важких і довгих конвеєрах з метою зменшення динамічних навантажень на ланцюг. У дволанцюгових конвеєрах одну натяжну зірочку жорстко закріплюють на валу, а другу ставлять вільно для можливості само встановлення лише за розташуванням ланцюга у випадку нерівномірної витяжки ланцюгів. Хід натяжного пристрою приймають рівним 1,6 - 2,0 кроки ланцюга.

Зірочки тягових ланцюгів виготовляють литими зі сталі або чавуна або збірними – маточину з чавуна, а вінець із фрезерованими зубами з листової сталі.

Динамічні навантаження. У ланцюговому конвеєрі переважно застосовують ланцюги з великим кроком. Для зменшення діаметра зірочок приймають невелике число зубців. Це приводить до того, що при постійній кутовій швидкості ω зірочки швидкість ланцюга періодично змінюється в досить значних межах. На рис. 2.39 представлена чотиризуба зірочка в трьох положеннях. У положенні I швидкість ланцюга й колова швидкість зірочки $V_{34} = \omega R$ однакові, тому прискорення ланцюга $j = 0$. У положенні II швидкість ланцюга $V_4 = \omega R \cos \varphi$ і прискорення ланцюга

$$j = \frac{dV_4}{dt} = \omega^2 R \sin \varphi$$

Максимальне прискорення ланцюга буде в положенні III при $\varphi = \pm \frac{\alpha}{2}$

де α – кут між сусідніми зубцями:

$$j_{\max} = \pm \omega^2 R \sin \alpha / 2$$

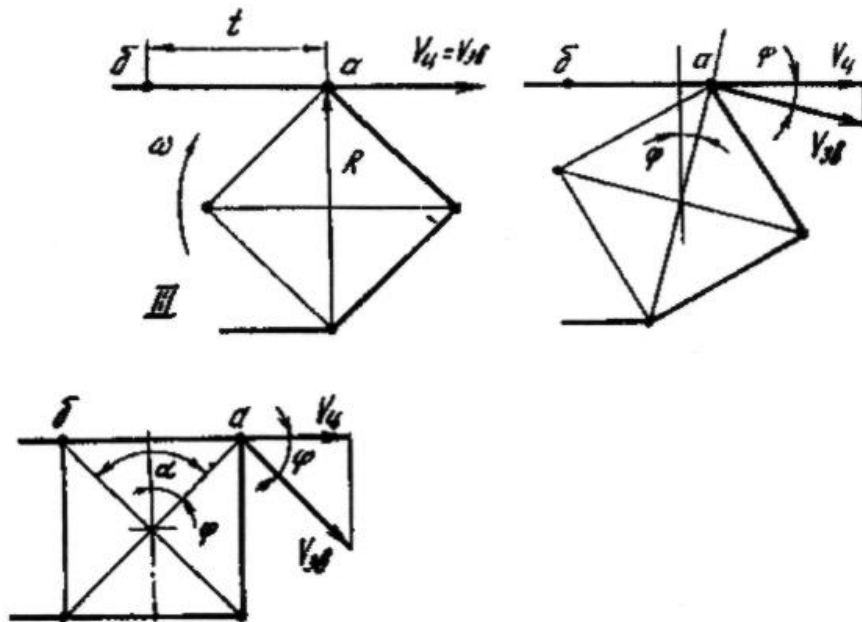


Рисунок 2.39 До визначення динамічних навантажень у ланцюзі

Це прискорення спричиняє динамічну силу в ланцюзі, величину якої визначають за формулою:

$$S_{дин} \approx \frac{60V_4^2 L}{z^2 t} (q_m + Kq_x), \quad (2.33)$$

Де V_4 – середня (робоча) швидкість ланцюга, м/с;

L – довжина конвеєра, м;

z – число зубів ведучої зірочки;

t – крок ланцюга, м;

q_m – погонна маса вантажу, кг/м;

q_x – погонна маса ходової частини конвеєра, кг/м;

K – коефіцієнт приведення маси, враховує те, що не вся маса конвеєра рухається з прискоренням j_{max} , а також вплив пружності і прогинів ланцюга.

Приймають $K = 2$ при $L < 25$ м; $K = 1,5$ при $L = 25 - 60$ м; $K = 1$ при $L > 60$ м.

Динамічну силу враховують при швидкості ланцюга вище 0,2 м/с. В цьому випадку розрахункове навантаження (формула 2.32) збільшують на величину $S_{дін}$.

Основними типами ланцюгових конвеєрів є пластинчаті, скребкові, підвісні та візкові. Скребкові конвеєри в поліграфії не знаходять застосування і тому не розглядаються.

2.3.3 Пластинчасті конвеєри

Пластинчасті конвеєри застосовують для транспортування насипних і штучних вантажів у горизонтальному і похилому напрямку. Швидкість пластинчастих конвеєрів не перевищує 1 м/с .

На поліграфічних підприємствах їх використовують для транспортування паперу, книжкових блоків та ін.

Пластинчастий конвеєр (рис. 2.40) складається з тягових ланцюгів, до яких прикріплені пластини, що є вантажонесучим елементом, приводної і натяжної станцій. Усі частини конвеєра монтуються на рамі.

Тяговими елементами є два пластинчасті втулково-каткові ланцюги. Іноді, при ширині конвеєра до 400 мм , застосовують один ланцюг. В легких конвеєрах застосовують також втулкові та втулково-роликові ланцюги. Тягові ланцюги з вантажонесучими елементами утворюють ходову частину конвеєра (рис. 3.7).

Вантажонесучим елементом є настил, конструкція якого досить різноманітна і залежить від характеристики вантажу та призначення конвеєра. Для насипних вантажів настил роблять у вигляді окремих пластин перекриваючих одна одну та прикріплених до ланок ланцюга. Для запобігання розсипання вантажу і підвищення продуктивності конвеєр обладнується нерухомими бортами, що кріпляться на рамі, або рухомими бортами, закріпленими на пластинах.

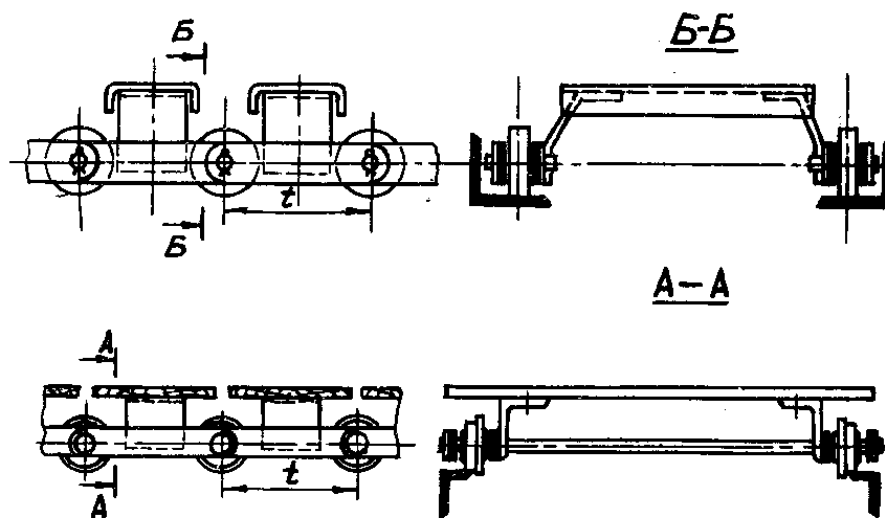


Рисунок 2.40 Ходова частина конвеєрів з настилом для штучних вантажів

На рис. 2.41 показаний конвеєр, призначений для транспортування рулонного паперу.

До ланок ланцюга за допомогою кутників кріпляться дерев'яні бруси або металеві пластини з опуклою поверхнею, на яку спирається рулон.

Приводні зірочки роблять з числом зубів від 5 до 8.

Натяжний пристрій зазвичай гвинтовий. Хід натягування – 1,6 - 2,0 від кроку ланцюга.

Раму конвеєра виготовляють із прокатної сталі (кутників або швелерів) у вигляді окремих секцій. До рами кріплять опорні шляхи, по яких рухаються катки ланцюга.

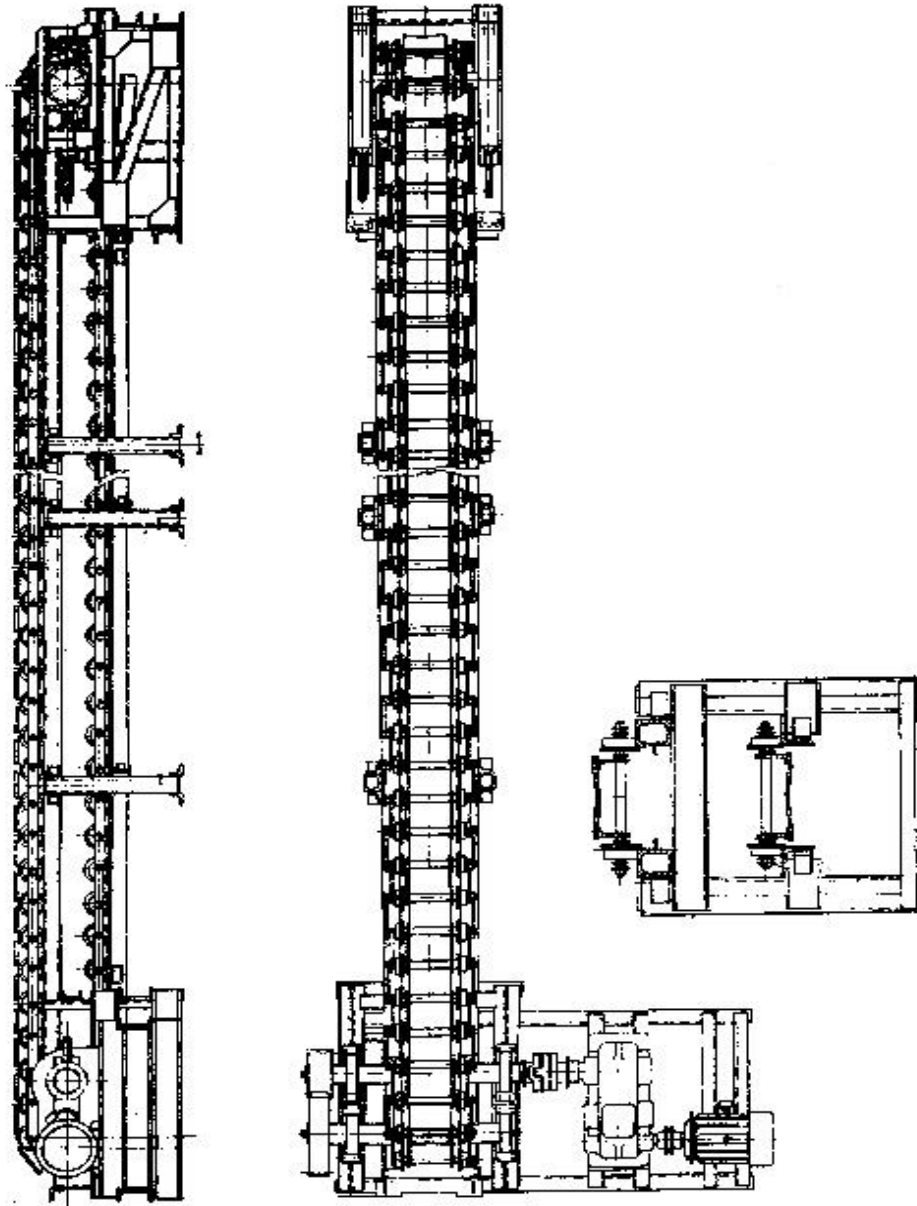


Рисунок 2.41 Пластинчастий конвеєр для транспортування рулонного паперу.

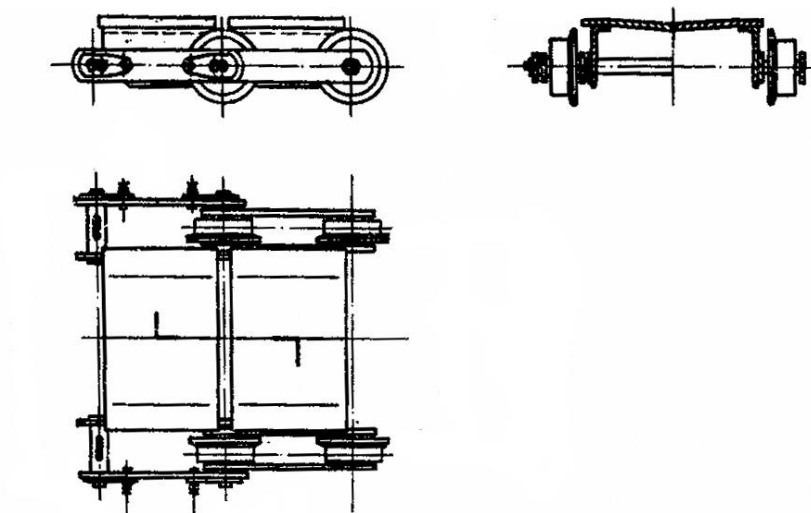


Рисунок 2.42 Ходова частина пластинчатого конвеєра для рулонного паперу

У легких конвеєрах з безкатковими ланцюгами, ланцюги спираються своїми гранями на опорні шляхи, або на роликоопори.

Розрахунок пластинчастого конвеєра

Вихідні дані задаються ті ж, що і для стрічкового конвеєра. Ширина настилу для насипного вантажу визначається в залежності від заданої продуктивності.

У конвеєра без бортів ширина настилу

$$B = \sqrt{\frac{Q}{648CV\gamma \cdot \tan(0,4\varphi)}}, \text{ м} \quad (2.34)$$

де Q – продуктивність, т/год ;

V – швидкість руху настилу, м/с ;

γ – щільність вантажу, т/м^3 ;

C – коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності при похилому конвеєрі (табл. 2.14)

φ – кут природнього нахилу.

Таблиця 2.14 Значення коефіцієнту C

Кут нахилу конвеєра α	Тип настилу	
	без бортів	з бортами
до 10°	1	1
10° - 20°	0,9	0,95
понад 20°	0,85	0,9

Ширину настилу перевіряють за розмірами шматків використовуючи формули.

$$B = 1,7a + 0,2 \text{ м} - \text{для рядового вантажу},$$

$$B = 2,7a + 0,2 \text{ м} - \text{для сортувального вантажу},$$

де a – найбільший розмір шматка, м .

Прийняту ширину округляють до найближчого розміру, передбаченого ТУ 24.09.495-85.

Ширину настилу для штучного вантажу визначають за габаритами вантажу. Для рулонного паперу ширину настилу приймають $B \approx (0,2 - 0,3)D$, де D – діаметр рулону.

Тяговий розрахунок ведуть так само, як і для стрічкового конвеєра, методом обходу по контуру. Після визначення ширини настилу і попереднього вибору типорозміру ланцюга визначають погонні маси.

Погонну масу ходової частини (маса l м ланцюгів з настилом) для насипних вантажів орієнтовно можна визначити за емпіричною формулою.

$$q_x = 60B + A, \text{ кг/м} \quad (2.35)$$

де B – ширина настилу, м ;

A – коефіцієнт, який приймають по табл. 2.13.

Таблиця 2.13 Значення коефіцієнта A для сталюого бортового хвилястого настилу

Тип настилу	Ширина настилу, м		
	0,4 - 0,5	0,65 - 0,8	більше 0,8
Легкий $p \leq 1 \text{ т/м}^3$	40	50	70
Середній	60	70	100
Важкий $p \geq 2 \text{ т/м}^3$	80	110	150

Для настилу без бортів значення коефіцієнту A зменшують на 10-15%.

Погонну масу ходової частини для штучних вантажів можна визначити по формулі

$$q_k = K(q_\Lambda + q_n), \text{ кг/м} \quad (2.36)$$

де q_Λ – погонна маса ланцюга;

q_n – погонна маса настилу; визначають по кресленню або на підставі аналогічних конструкцій;

$K = 2$ – для двохланцюгового конвеєра і $K = 1$ – для одноланцюгового конвеєра.

Погонну масу вантажу визначають так само, як і для стрічкового конвеєра, за формулами (2.10) або (2.11).

Обхід по контуру ведуть в обидва боки від точки найменшого натягу ланцюга. У цій точці призначають натяг $S_{\min} = 1000 - 3000 \text{ Н}$.

Опір руху втулково-каткового ланцюга на прямолінійних ділянках визначають по формулах (2.10) - (2.13); він включає опір тертя в підшипниках катків і опір тертя кочення катків. Цей опір оцінюють загальним коефіцієнтом опору w' , який приймають по табл. 2.14. В (2.13-2.16) $q_p = 0$; $q_p' = 0$, замість q_d та w підставляють q_k та w' .

Таблиця 2.14 Приблизні значення коефіцієнтів w' та $K_{зв}$

Умови роботи	w' при катках на підшипниках ковзання	$K_{зв}$ при зірочках на підшипниках кочення і куті повороту траси:	
		90°	100°
Легкі	0,06 - 0,08	1,02	1,03
Середні	0,08 - 0,10	1,025	1,04
Важкі	0,10 - 0,13	1,035	1,05

Примітка. Характеристика умов роботи наведена в таблиці 2.8.

При огинанні поворотних (не приводних) зірочок опір рухові ланцюга складається із зусиль тертя в підшипниках зірочок, у шарнірах ланцюга і тертя на зубах зірочок. Натяг наприкінці дуги повороту S_{n+1} визначають за формулою (2.19), у якій замість коефіцієнта K підставляють коефіцієнт $K_{зв}$ (табл. 2.14).

При огинанні ланцюгом роlikової батареї (рис. 2.29, б) або коченні каткового ланцюга по направляючій натяг S_{n+1} визначають за формулою (2.15), у якій замість коефіцієнта w коефіцієнт w' (табл. 2.14).

При коченні ланцюга по направляючій (рис. 2.29, в) натяг визначають за формулою (2.16), у якій коефіцієнт тертя $f = 0,15 - 0,18$. Опір на приводних зірочках обчислюють за формулою (2.17).

Якщо конвеєр має нерухомі борти, то додатково враховують опір тертя вантажу об борт.

Вибір ланцюга ведуть за формулою (2.32), у якій за розрахункове навантаження при одноланцюговому конвеєрі приймають максимальний натяг в ланцюгу $S_{розр} = S_{\max}$, а при дволанцюговому конвеєрі:

$$S_{розр} = 1,15 S_{\max} / 2 \quad (2.37)$$

де коефіцієнтом 1,15 враховують нерівномірність розподілу навантажень між ланцюгами.

При швидкості більше 0,2 м/с виникає значне динамічне навантаження на

ланцюг, що враховують, збільшуючи значення динамічної сили в ланцюзі на величину $S_{дин}$ (формула 2.33).

Тягове зусилля на приводних зірочках, натяжне зусилля і потрібну потужність електродвигуна визначають так само, як і для стрічкового конвеєра.

2.3.4 Візкові конвеєри

Візкові конвеєри застосовують для транспортування штучних вантажів – напівфабрикатів і готових виробів. Їх широко використовують при потоковому виробництві для передачі оброблюваних виробів від однієї робочої операції до іншої або для розподілу напівфабрикатів по окремим робочим місцям. На візкових конвеєрах у процесі транспортування можна виконувати технологічні операції.

Візкові конвеєри являють собою систему візків, що прикріплені до одного або двох тягових ланцюгів і рухаються по направляючим шляхам.

Візкові конвеєри бувають *вертикально-замкнуті* і *горизонтально-замкнуті*.

Вертикально-замкнуті конвеєри транспортують вантаж у вертикальній площині по прямолінійній трасі. Вони можуть бути виконані з перекидними і з неперекидними візками. Конвеєри з перекидними візками (рис. 2.43) бувають одно й дволанцюговими. У цих конвеєрах, як і в пластинчастих, використовується тільки одна верхня гілка.

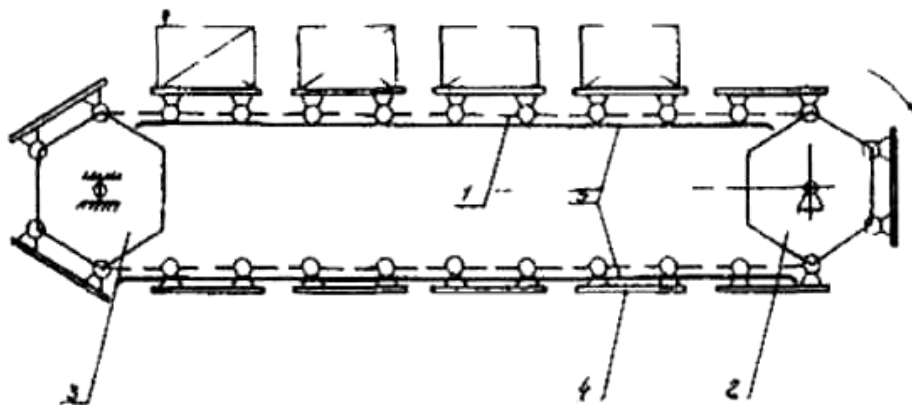


Рисунок 2.43. Схема вертикально-замкнутого візкового конвеєра з перекидними візками:

- 1 – тяговий ланцюг; 2 – приводна зірочка;
3 – натяжна зірочка; 4 – візок; 5 – направляючий шлях

Конвеєри з неперекидними візками мають два тягові ланцюги. Вони по конструкції складніші, але в них корисно використовуються обидві гілки. На рис. 2.44 представлена схема вертикально-замкнутого конвеєра з неперекидними візками. Такого типу конвеєри застосовуються на поліграфічних підприємствах для подавання підібраних блоків від

аркушепідбірної машини до ниткошвейних машин.

Конвеєр складається з двох ланцюгів 1 і 2, що огинають приводні 3 і натяжні 4 зірочки. Крайні зірочки встановлені консольно для того, щоб забезпечити прохід візків між ними. До ланцюгів прикріплені візки 5, що котяться на чотирьох колесах по направляючих шляхах 6. Візок кріпиться до ланцюга 1 у точці 7, а до ланцюга 2 у протилежній по діагоналі точці 8. Привідна і натяжна зірочки одного ланцюга зміщені щодо зірочок другого ланцюга на величину a рівну відстані між точками кріплення ланцюга. Завдяки цьому візки при огинанні зірочок виконують плоско-паралельний рух і зберігають своє горизонтальне розташування як на верхній, так і на нижній гілках конвеєра. Діаметр зірочок і відстань між сусідніми візками встановлюються, виходячи з умови прохідності навантажених візків при огинанні зірочок і при пересуванні по нижній гілці. Конвеєр встановлюють паралельно рядові ниткошвейних машин. На місці завантаження конвеєра стопу підібраних блоків ставлять на порожній візок, що підійшов. Швачка, у міру потреби, знімає стос з найближчого візка конвеєра й укладає в магазин ниткошвейного автомата. Не зняті з візків блоки на кінці конвеєра переходять на нижню гілку і можуть циркулювати по контуру конвеєра.

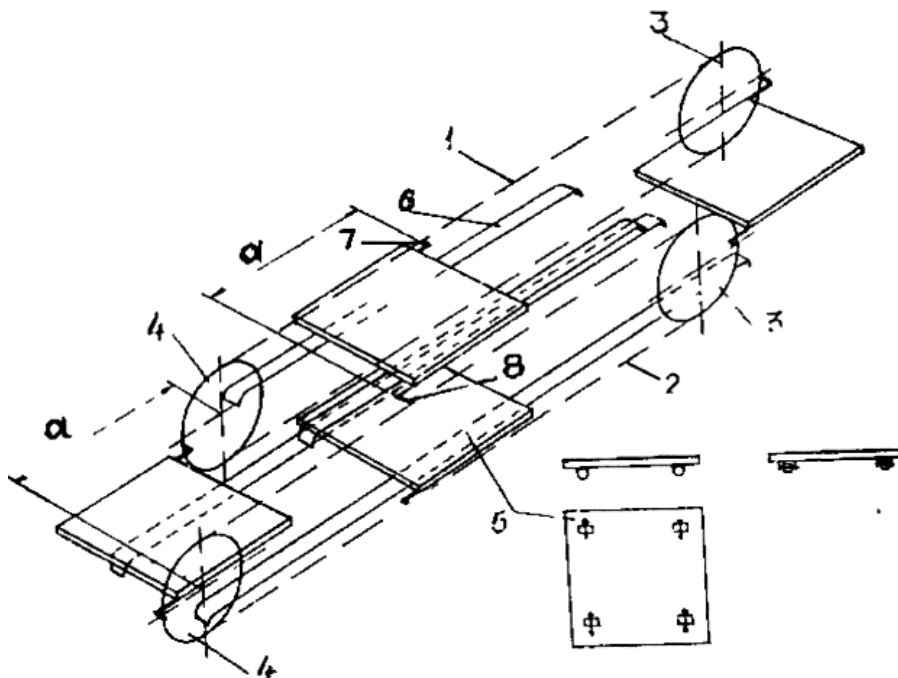


Рисунок 2.44 Схема вертикально-замкнутого візкового конвеєра з непрекидними візками

Горизонтально-замкнуті візкові конвеєри мають один тяговий ланцюг, що огинає приводну і натяжну зірочки, які обертаються в горизонтальній площині навколо вертикальних осей. У порівнянні з вертикально-замкнутими горизонтально-замкнуті конвеєри простіші за конструкцією, надійніші в роботі,

можуть транспортувати вантаж по складній трасі, завантаження і розвантаження візків можливе в будь-якій точці контуру і може бути автоматизоване. У горизонтально-замкнутому конвеєрі корисно використовується вся його довжина, він має велику ємність, тому що візки можна розташовувати майже впритул один до одного, тому вони застосовуються так само, як рухомі склади і накопичувачі.

Горизонтально-замкнені конвеєри бувають з центральним розташуванням ланцюга (рис. 2.45) і з бічним розташуванням ланцюга (рис. 2.46). Конвеєр з центральним розташуванням ланцюга може транспортувати вантаж по просторовій трасі. Конвеєри з бічним розташуванням ланцюга застосовують для транспортування легких вантажів масою до 100 кг по прямолінійній горизонтальній трасі.

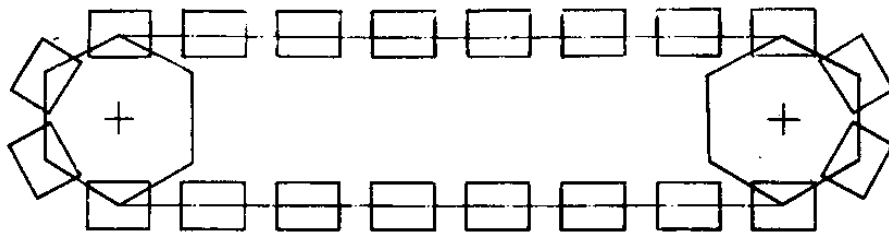


Рисунок 2.45 Схема горизонтально-замкнутого візкового конвеєра з центральним розташуванням ланцюга (вид зверху)

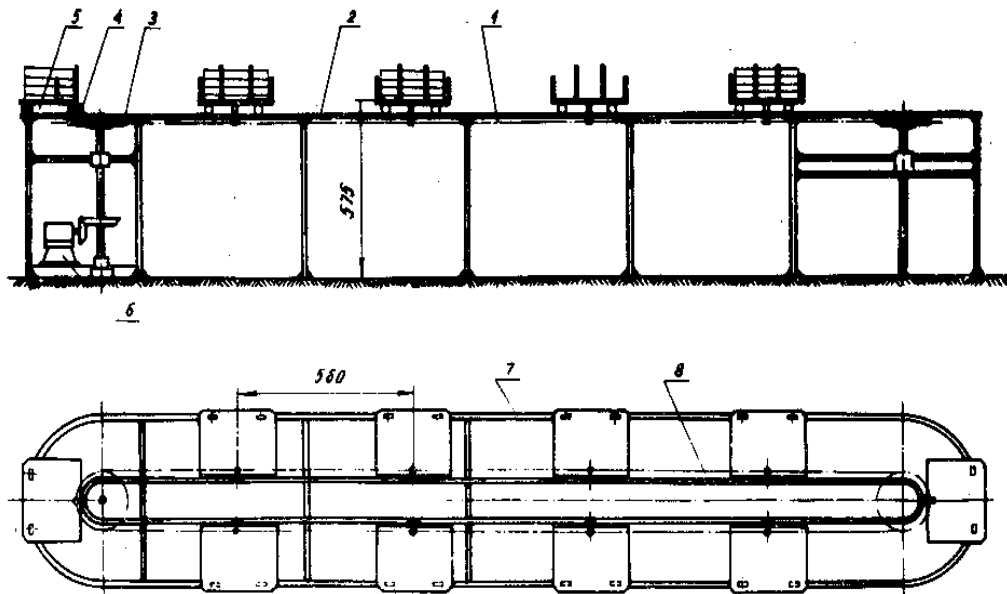


Рисунок 2.46 Горизонтально-замкнутий візковий конвеєр з бічним розташуванням ланцюга:

1 – тяговий ланцюг; 2 – ходовий шлях; 3 – приводна зірочка; 4 – кріплення візка до ланцюга; 5 – візок; 6 – привод

Тяговим елементом візкових конвеєрів можуть бути пластинчасті ланцюги, а при просторовій трасі – ланцюги для підвісних просторових конвеєрів. Привод у вертикально-замкнутих конвеєрів такий же, як у пластинчастих, а в горизонтально-замкнутих – як у підвісних конвеєрів. Швидкість візкових конвеєрів зазвичай не перевищує $0,10$ м/с. Для регулювання швидкості конвеєра в привод включають варіатор. Рух конвеєра може бути безперервним або пульсуючим. В останньому випадку привод оснащують гальмом для забезпечення точної зупинки візка в заданому пункті.

Натяжний пристрій гвинтовий або пружинно-гвинтовий.

Тяговий розрахунок виконують відомим методом обходу по контуру; при цьому мінімальний натяг ланцюга приймають рівним: $S_{\min} = 1000 \div 1500H$.

РОЗДІЛ 3 ПІДВІСНИЙ ТРАНСПОРТ

Для створення безперервного транспортування вантажів по складній просторовій трасі, яка простягається на усій ділянці технологічного процесу, від отримання напівфабрикату і до кінцевої готової продукції застосовуються підвісні конвеєри. Вони особливо ефективні в умовах потокового виробництва для між операційного передавання виробів і напівфабрикатів. Причому в процесі передавання можуть піддаватися певним технологічним операціям.

3.1 Типи підвісних конвеєрів

Підвісні конвеєри призначені для транспортування штучних і упакованих вантажів. Переміщення вантажів здійснюється тяговим ланцюгом (іноді канатом), що спирається на каретки і рухається по замкнутому підвісній траєкторії. Вантажі розміщуються на підвісках або візках, які приєднуються до кареток. Траєкторія транспортування може бути дуже складною: з горизонтальними, похилими і вертикальними ділянками. Довжина конвеєра може досягати 500 і більш метрів.

Перевага підвісних конвеєрів: вони не займають виробничої площі, зручно доставляють вантажі до обладнання, дозволяють робити завантаження і розвантаження в різних точках траси як вручну, так і автоматично, витрачають мало енергії. Під час транспортування із вантажами можуть проводитись різні технологічні операції: сушіння, фарбування, охолодження і т. д.

Велике поширення підвісні конвеєри отримали на поліграфічних підприємствах, де вони використовуються для акліматизації паперу, для подавання стосів до складальних машин, для сушіння блоків і книг і для багатьох інших цілей.

Розрізняють три основних типи підвісних конвеєрів (рис. 3.1): вантажонесучі, штовхаючі і тягнучі. У вантажонесучих конвеєрах каретки з підвісками для вантажів постійно зв'язані з тяговим елементом і рухаються по трасі підвісних шляхів.

У штовхаючих конвеєрах вантажні каретки не зв'язані з тяговим

елементом. Тяговий елемент має свої опорні каретки і рухається по самостійному шляху. Ці каретки мають кулачки, як штовхають вантажні каретки. Оскільки каретки не приєднані до тягового елемента, їх можна в необхідному місці звільнити від упору і зупинити або перевести на інший шлях.

У тягнучих конвеєрах вантаж розміщується на підлогових візках. Для пересування візки зчіплюють з каретками тягового елемента. Таким чином, у цих конвеєрах візок з вантажем також можна відчепити від тягового елемента і відвести убік від траси конвеєра.

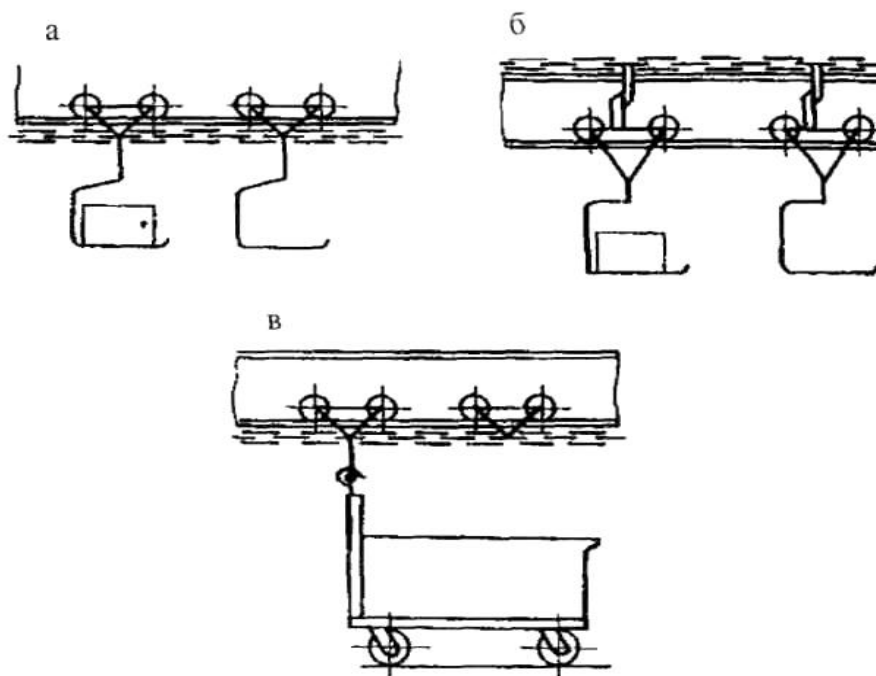


Рисунок 3.1 Схема підвісних конвеєрів транспортування вантажу:
а) несучий; б) штовхаючий; в) тягнучий

Можливість зупинки кареток або візків з вантажем і перевodu їх на інший шлях є важливою перевагою штовхаючих і тягнучих конвеєрів. Система таких конвеєрів дозволяє автоматично виконувати різні по ритму технологічні операції, організувати підвісні склади, здійснювати автоматичну комплектування і сортування виробів, їх подачу до робочих місць у потрібній послідовності, не пов'язаної з ритмом роботи заготівельних цехів. Однак ці конвеєри складніші порівняно з вантажонесучими конвеєрами.

3.2 Конструкції підвісних конвеєрів

Основними частинами вантажонесучих конвеєрів є (рис. 3.2): тяговий елемент 1, каретки 2, підвіски 3, підвісний шлях 5, приводний, натяжний і поворотний пристрої.

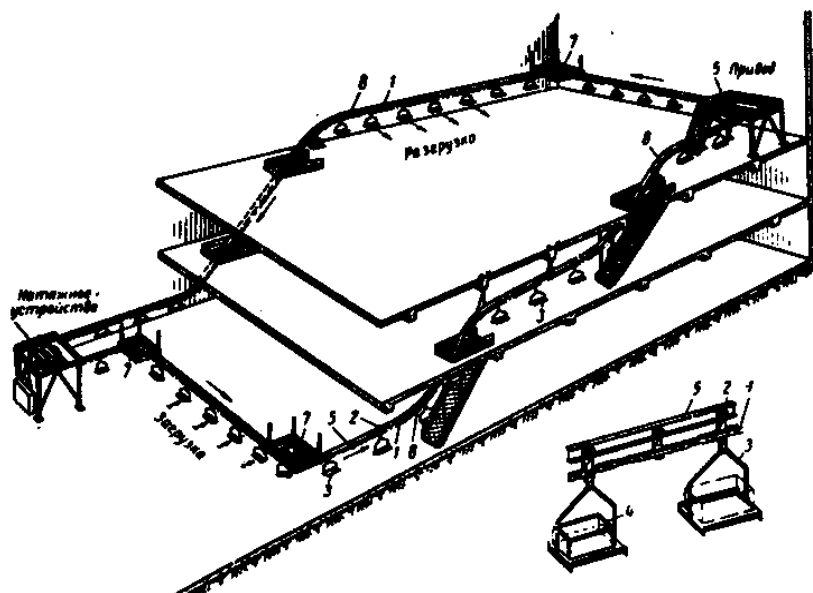


Рисунок 3.2 Підвісний вантажонесучий конвеєр

Тяговим елементом для конвеєрів із плоскою трасою може бути будь-який ланцюг. Для конвеєрів із просторовою трасою застосовують розбірні, зварні, спеціальні пластинчасті і двошарнірні ланцюги, а іноді й сталеві канати.

Найбільш простими і зручними є розбірні ланцюги. У цих ланцюгів кут повороту внутрішньої ланки в площині осі шарніра досягає $8^\circ - 12^\circ$ у кожен бік, що дозволяє зменшити радіуси перегинів до $1,4 - 2$ м.

Спеціальний пластинчастий ланцюг відрізняється від звичайного пластинчастого тим, що він має збільшені зазори в шарнірах і тому ланка ланцюга може повертатися в площині осі шарніра на кут $2^\circ - 2,5^\circ$. При малих радіусах вертикального перегину застосовують двошарнірний і зварний ланцюги, канат або одношарнірний ланцюг з шарнірним приєднанням до каретки.

Каретка (рис. 3.3) складається з двох або чотирьох катків, що обертаються на консольних осях. Вони закріплені в кронштейнах (литих або штампованих). До кронштейнів за допомогою болтів і планок кріпляться ланки ланцюга і підвіски. Ролики в залежності від профілю колії бувають конічні, циліндричні і циліндрично-конічні. Каретки бувають робочі і холості. До робочих кареток кріплять підвіски для вантажу, а холості каретки призначені для підтримки ланцюга від провисання. Крок кареток приймають рівним $0,8 - 1,6$ м (великі значення – для горизонтальних конвеєрів і для ланцюгів з великим кроком).

Крок кареток має бути кратним подвоєному крокові ланцюга. Якщо крок підвісок більше кроку кареток, то між каретками з підвісками ставлять холості каретки.

Підвісну трасу виготовляють зі сталевих прокату – двотавру, кутків, труб, смуг. Його прикріплюють до перекриття, або встановлюють на спеціальних колонах або кронштейнах.

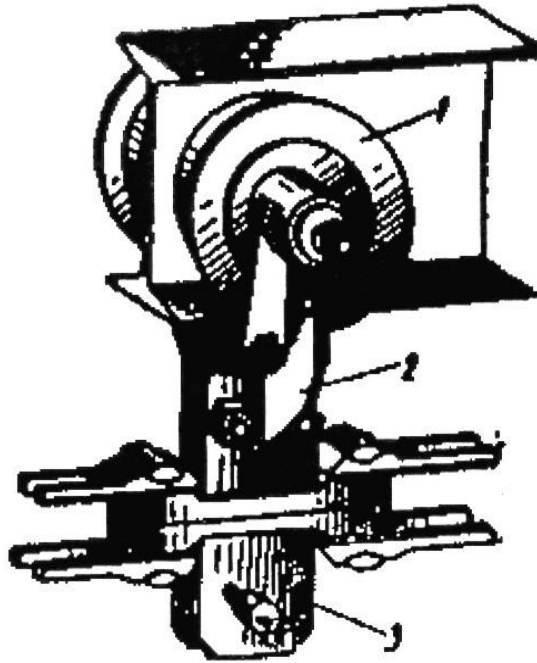


Рисунок 3.3 Каретка підвісного конвеєра:
1 – каток; 2 – кронштейн; 3 – вилка

Вертикальні перегини конвеєра здійснюються за рахунок відповідного вигину контуру підвісного шляху. Вигин виконують по радіусу, величина якого залежить від типорозміру і натягу ланцюга, кроку кареток та інших факторів.

Підвіски призначені для розміщення вантажу. Конструкція підвісок визначається формою і розмірами вантажу, а також способом завантаження і розвантаження. Підвіски кріпляться до кареток шарнірно, з тим, щоб вони зберігали вертикальне розташування на похилих ділянках траси. На рис. 3.4 представлені характерні конструкції підвісок, що застосовуються в підвісних конвеєрах поліграфічних підприємств.

Крок підвісок a визначають за заданою штучною продуктивністю Z , *штук/год* і швидкості конвеєра V , *м/с*:

$$a = \frac{3600Vi}{Z} \quad (3.1)$$

де i – кількість вантажів на підвісці.

Знайдений за цією формулою крок не повинен бути меншим за мінімальний припустимий крок, який розпізнається з умов вільного проходження вантажів на горизонтальних поворотах і вертикальних перегибах траси.

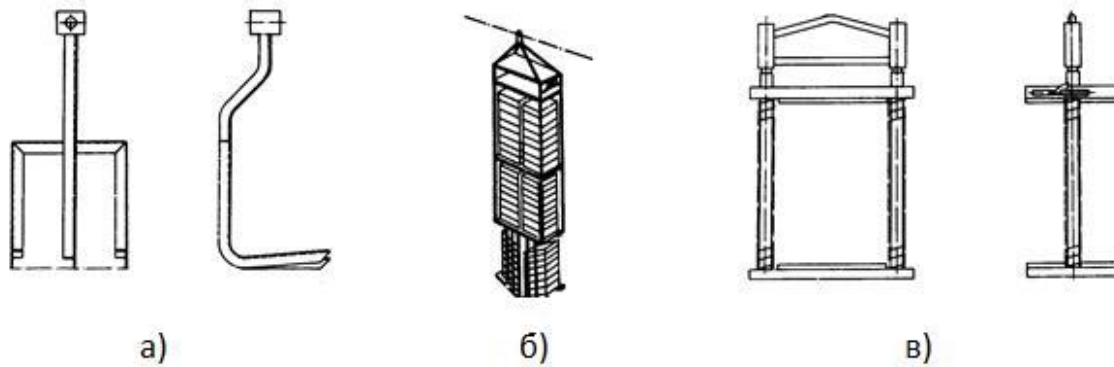


Рисунок 3.4 Конструкції підвісок: а) для стосу зошитів; б) для зшитих блоків книг; в) для опресування книг

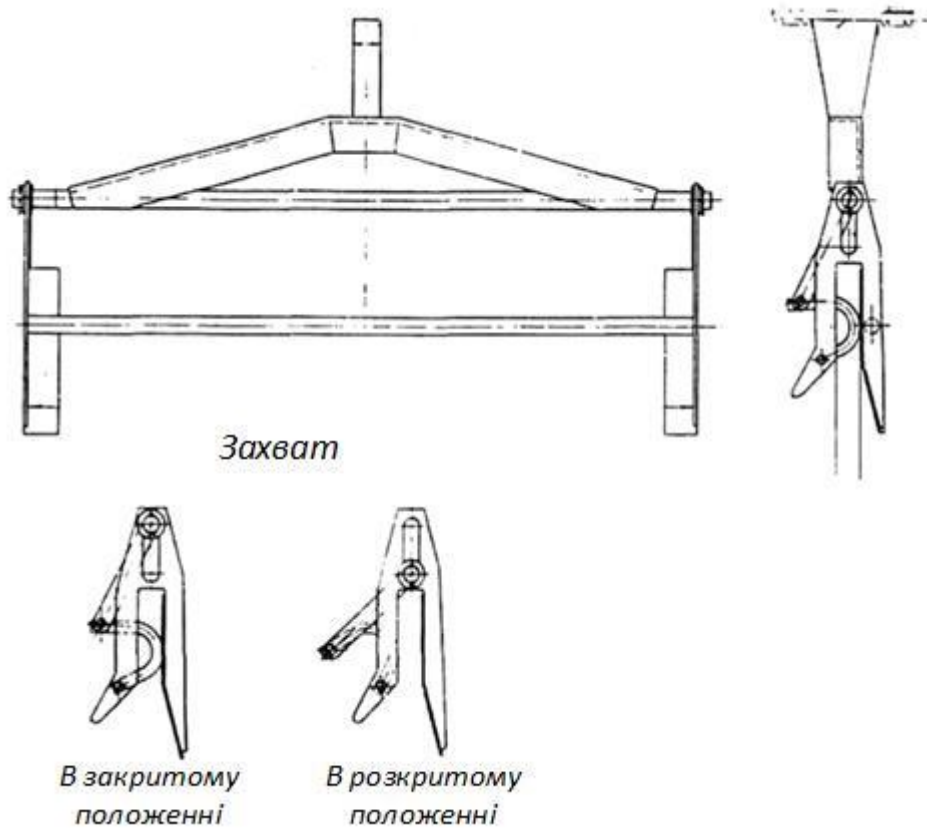


Рисунок 3.5 Конструкція підвісок для акліматизації паперу

Привод застосовують кутовий і гусеничний. Кутовий привод (рис. 3.6) складається з приводної зірочки 1, редуктора 2, електродвигуна 3 і пружної муфти 4. Для попередження механізмів привода і ходової частини конвеєра від поломок привідна зірочка з'єднується з вихідним валом редуктора через запобіжний пристрій 5. Звичайно запобіжним пристроєм служить штифт, який зрізується при перевищенні тягового зусилля на 25%.

Для підвісних конвеєрів випускаються спеціальні редуктори з

вертикальним вихідним валом типу ВДВ із розрахунковим обертовим моментом 800, 1600, 4000 і 10000 Н/м, передаточними числами від 81 до 2909.

Підвісні конвеєри зазвичай мають швидкість від 0,05 до 0,35 м/с. Швидкість транспортування вантажів визначається, виходячи з заданої продуктивності. У технологічних конвеєрах швидкість налаштовується відповідно до ритму виробництва.

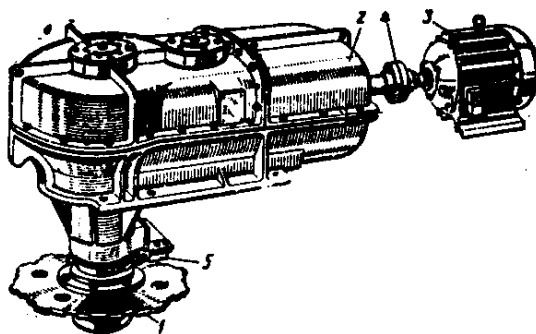


Рисунок 3.6 Кутовий привод з редуктором типу ВДВ

Натяжний пристрій застосовують вантажний чи гвинтовий. Частіше застосовують вантажний натяжний пристрій. Гвинтовий натяжний пристрій поставляють у коротких (довжиною до 10 м) конвеєрах із простою конфігурацією траси. Хід натяжного пристрою приймають рівним 250 – 400 мм.

Вантажний натяжний пристрій (рис. 3.7) складається з візка 4 із натяжною зірочкою 2 і рухомої ділянки 1 підвісного шляху. Переміщення візка здійснюється за допомогою вантажу 5.

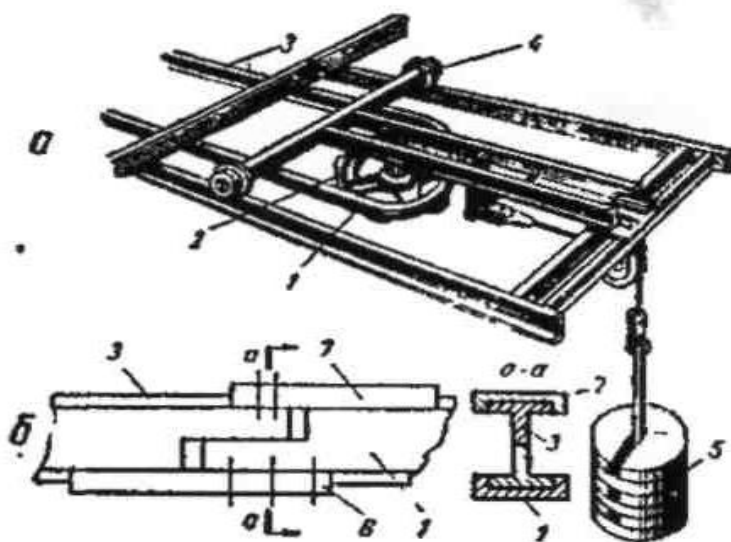


Рисунок 3.7 Вантажний натяжний пристрій:
а) загальний вигляд; б) розсувний стик

Рухома ділянка шляху з'єднана з нерухомим шляхом 3 за допомогою розсувного стику. Для того, щоб каретки конвеєра могли проходити по стику її ділянок 1 і 3, прикріплені планки 6 і 7.

Поворотний пристрій служить для відхилення тягового ланцюга на горизонтальних криволінійних ділянках. Для цієї мети застосовують зірочки, блоки і роликові батареї (рис. 3.8), а для ланцюгів з горизонтальними ковзанками – направляючі шини. Радіус поворотного пристрою визначається з умови прохідності вантажів на поворотах і залежить від габаритів вантажу і типорозміру тягового елемента.

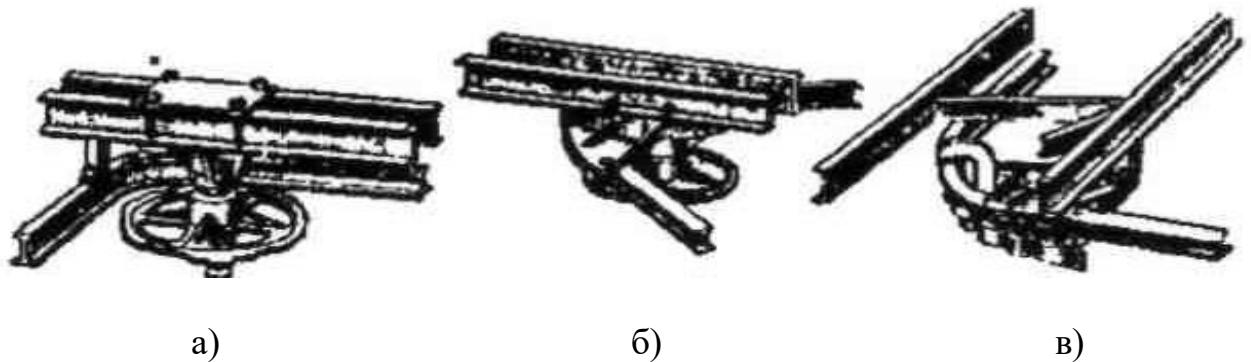


Рисунок 3.8 Поворотний пристрій: а) із зірочкою; б) із блоком; в) з роликовою батареєю

Завантаження і розвантаження підвісок конвеєра може виконуватись вручну або автоматично. На рис. 3.9, а показано автоматичне завантаження конвеєра. Вантажі подаються до місця завантаження рольгангом на гребінчастий роликовий стіл. Підвіски своїми лапами заходять між гребінцями столу і, піднімаючись, захоплюють вантаж. На рис. 3.9, б показано автоматичне розвантаження конвеєра. У місці розвантаження під підвісним конвеєром встановлений розвантажувальний стрічковий конвеєр, швидкість якого трохи вища швидкості підвісного конвеєра.

Траса конвеєра опускається над стрічковим конвеєром, вантажі укладають на стрічку конвеєра і знімаються з підвісок.

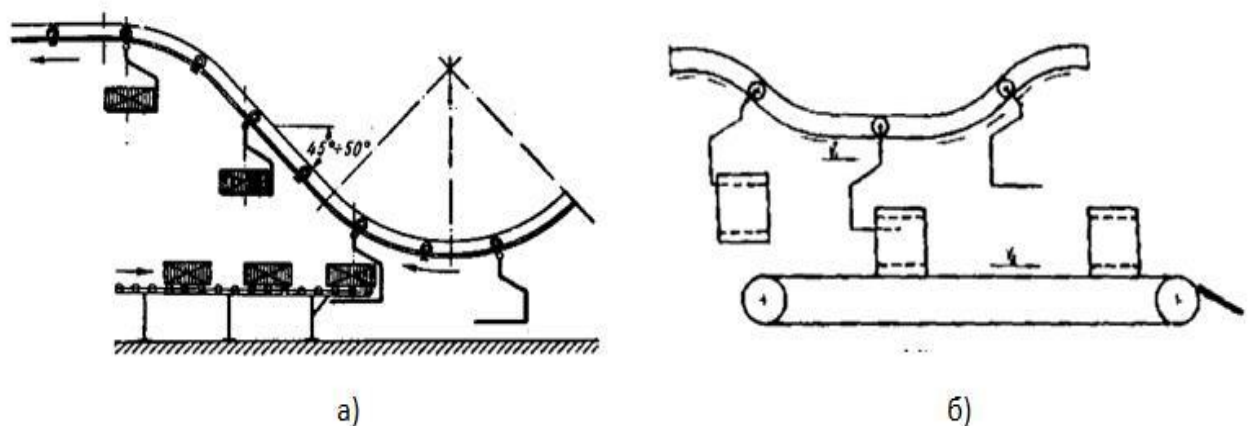


Рисунок 3.9 Автоматичне завантаження (а) та розвантаження (б) підвісок

Характеристики підвісних конвеєрів, що застосовуються у поліграфічному виробництві наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Підвісні конвеєри поліграфічного виробництва розробки ДППРОНДІ поліграфії

№ з/п	Призначення	Марка	
1	Конвеєр для передавання сторінок і папок	КПС	Крок між підвісками – 800 мм. Кількість полок на підвісці – 2 шт. Максимальна вантажопідйомність – 30 кг. Продуктивність – 104 т/зміна. Швидкість руху – 2,6 м/с.
2	Конвеєр підвісний застосовується у палітурно-брошурувальному цеху для транспортування підвісних книжкових блоків від аркушів підбиральної машини до ниткошвейної машини	КПБ	Продуктивність – 68160 блоків/зміна. Крок підвісок – 0,96 м. Ємкість підвісок – 80 шт. Швидкість руху – 1,9 м/хв. Потужність – 1,1 кВт.
3	Конвеєр підвісний застосовується в палітурно-брошурувальному виробництві для транспортування і витримки книг під тиском	КО КПОТ	Довжина шляху – 70-300 м. Крок ланцюга – 80 мм. Відстань між підвісками – 800, 920 мм. Ємкість підвіски – 350х500х420 мм. Час витримки під тиском – 2,5-4,0 год. Потужність – 1,1 кВт

РОЗДІЛ 4 МІЖПОВЕРХОВИЙ ТРАНСПОРТ

4.1 Гравітаційні засоби

При транспортуванні вантажів зверху вниз дуже часто використовують силу ваги вантажу. Пристрої, у яких вантаж пересувається під дією сили ваги, називаються *гравітаційними*. Вони відрізняються простотою, економічністю і високою продуктивністю.

Простий спуск (рис. 4.1) – найпростіший гравітаційний пристрій. Він може бути виконаний у вигляді похилої площини жолоба або труби. Спуски виготовляють з металу, дерева чи пластмаси.

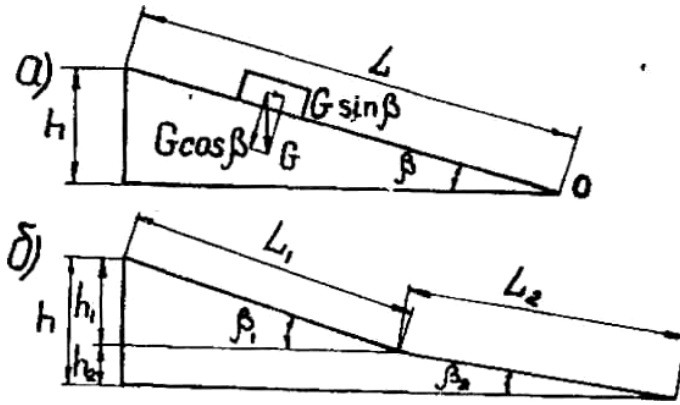


Рисунок 4.1 Схеми простих спусків

Кут нахилу β встановлюють у залежності від кута тертя вантажу по поверхні спуска. Для можливості руху вантажу кут нахилу приймають на $5^\circ - 10^\circ$ більше кута тертя.

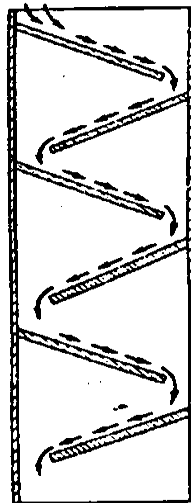


Рисунок 4.2 Схема східчастого спуска

Рушійною силою є складова $G \sin \beta$, а силою опору рухові вантажу – сила тертя $fG \cos \beta$.

З умови руху вантажу $G \sin \beta \geq fG \cos \beta$

маємо $\operatorname{tg} \beta \geq f$ або $\beta \geq p$

При $\beta \geq p$ вантаж буде рухатися з прискоренням. Якщо вантаж поступає на похилу площину з початковою швидкістю V_0 , то кінцева швидкість вантажу:

$$V = \sqrt{2g(1 - f \operatorname{ctg} \beta)h + V_0^2} \quad (4.1)$$

де $h = \frac{L}{\sin \beta}$ – висота, з якої спускається вантаж.

З рівняння випливає, що швидкість не залежить від маси вантажу, а визначається параметрами похилої площини β і h та коефіцієнтом тертя f .

Якщо кінцева швидкість виявляється більшою за допустиму для даного вантажу, то роблять спуск із гальмівною ділянкою (рис. 4.1), на якій $\beta_2 < \rho$. Параметри гальмівної ділянки можна вибрати такими, при яких у кінцевій точці спуска буде забезпечена задана швидкість.

Для вертикального переміщення вантажів застосовують східчасті, гвинтові і тороїдні спуски.

Східчасті спуски застосовують для транспортування сипучих вантажів. Східчастий спуск (рис. 4.2) являє собою вертикальну шахту, у якій установлені похилі полиці, що змінюють напрямок руху вантажу і тим самим зменшують його швидкість.

Гвинтові спуски застосовують для транспортування як сипучих, так і штучних вантажів. На поліграфічних підприємствах вони знайшли широке застосування для транспортування упакованих стосів книг, брошур, журналів, газет в експедицію і з експедиції безпосередньо в автотранспорт.

Гвинтовий спуск (рис. 4.3) являє собою жолоб, вигнутий по гвинтовій траєкторії. Жолоб виготовляють з листової сталі або деревини.

У гвинтовому спуску рушійною силою є складова сили ваги вантажу, а силами опору рухові – сила тертя вантажу по дну жолоба і сила тертя вантажу по бортах, що виникає внаслідок притиснення вантажу до борта під дією відцентрової сили.

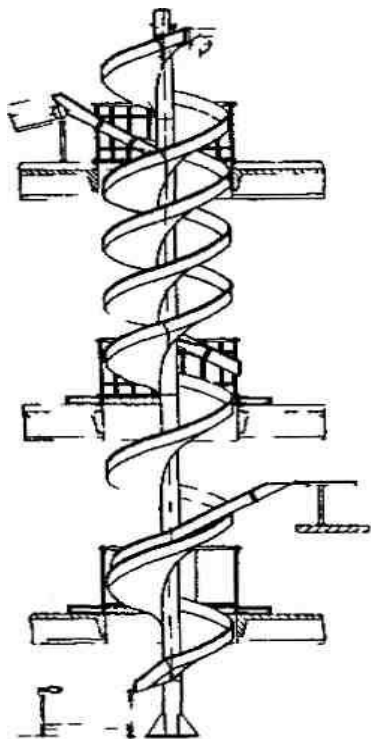


Рисунок 4.3 Гвинтовий спуск

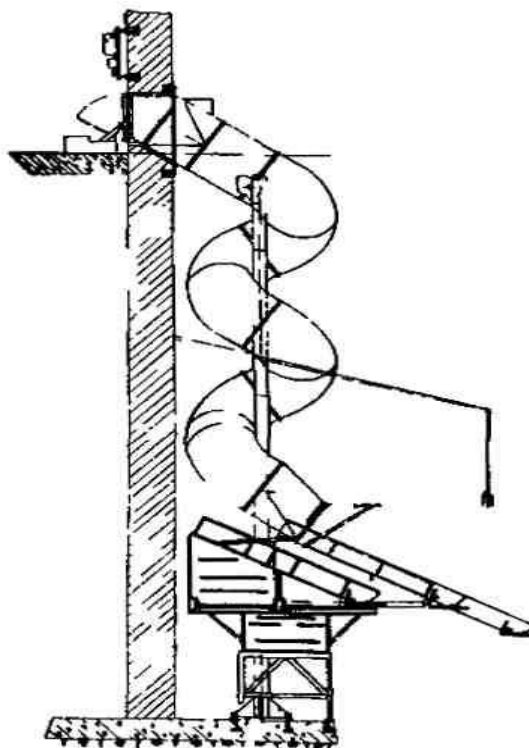


Рисунок 4.4. Тороїдний спуск

На поліграфічних підприємствах поряд із гвинтовими спусками застосовують *тороїдні спуски*. Тороїдний спуск (рис. 4.4) являє собою вигнуту

по спіралі трубу. Нижній кінець труби оснащений висувним лотком для подавання готової продукції в автотранспорт і шибером, що перекриває вихідний отвір труби. Наявність шибера дозволяє використовувати тороїдний спуск як нагромаджувач вантажів.

4.2 Елеватори

Елеватори застосовують для транспортування насипних або штучних вантажів у вертикальних або близькому до вертикального напрямках.

Переваги елеваторів: малі габарити поперечного перерізу, можливість підйому вантажу на значну висоту (до 60 м) і великий діапазон продуктивності. Недоліки – чутливість до перевантаження і необхідність рівномірного завантаження.

Елеватори бувають *люлькові* і *з полицями*.

Привод встановлюють у верхній частині елеватора. Для запобігання зворотного ходу ходової частини елеватора при його зупинці привод оснащують гальмом (храповим або роликовим). Можливість зворотного ходу визначають за формуюлю 2.28.

Натяжний пристрій може бути гвинтовим або пружинно-гвинтовим. Хід натягу визначають так само, як у ланцюгових конвеєрах.

4.2.1 Елеватори з полицями

Елеватори з полицями призначені для транспортування штучних вантажів у вертикальному або похилому (під великим кутом) напрямках. Швидкість таких елеваторів невелика, до 0,2 – 0,3 м/с. При більшій швидкості стає складнішим завантаження і розвантаження.

Елеватор з полицями (рис. 4.5) складається з двох вертикально-замкнутих ланцюгів, що огинають верхні приводні і нижні натяжні зірочки. До ланцюгів жорстко прикріплені консольні захвати-полиці.

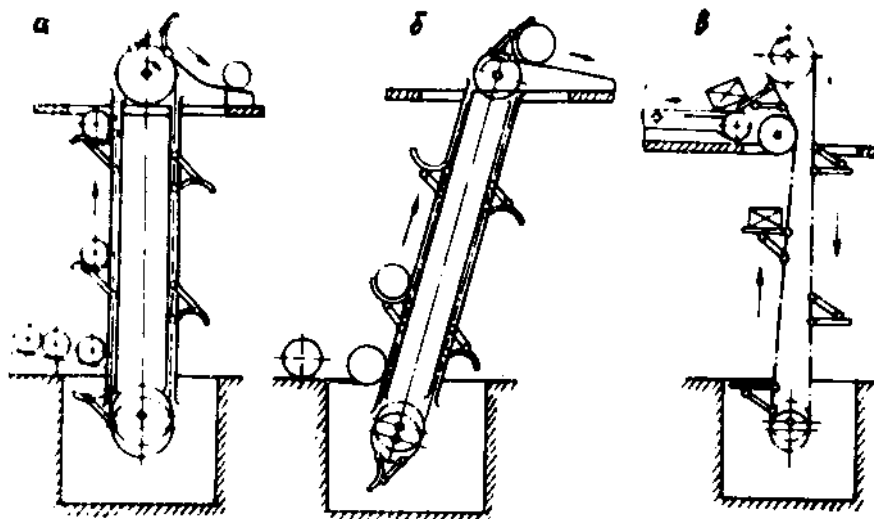


Рисунок 4.5 Схеми елеваторів з полицями: а) вертикального; б) похилого; в) вертикального з відхиленням полиці.

Тяговим елементом служать пластинчасті втулочні або втулочно-каткові ланцюги. Ланцюги рухаються між напрямними, розташованими з обох сторін кожного ланцюга.

Полиці виконують функції вантажонесучого елемента. Форма і конструкція полиць визначаються конфігурацією вантажу і способом завантаження і розвантаження [4]. Завантаження полиць виконується на гілці і може бути автоматичним або ручним. При автоматичному завантаженні полиць роблять у вигляді гребінки, що, проходячи через гребінчастий завантажувальний стіл, знімає з нього вантаж. Розвантаження виконується у верхній частині висхідної гілки.

Продуктивність розглядуваних елеваторів визначається за формулами (2.5) або (2.6).

Розрахунок поличних елеваторів аналогічний розрахунку пластинчастих конвеєрів.

Тяговий розрахунок ведуть методом обходу по контуру. У точці траси (рис. 4.6), де має місце найменший натяг (точка 1) приймають натяг

$$S_1 = 1000 - 2000H.$$

У точці 2 натяг

$$S_2 = K_{зв} S_1,$$

де $K_{зв}$ – коефіцієнт опору на поворотних зірочках (табл. 2.14).

У точці 3 натяг

$$S_3 = S_2 + W_{2-3},$$

де W_{2-3} – опір на навантаженій ланці.

Опір на навантаженій ланці дорівнює:

$$W_{2-3} = (q_m h + q_x h_0) g + W_{гон}$$

де h_0 – висота елеватора, м;

h – висота підйому вантажу, м;

q_m – погонна маса вантажу (при масі вантажу, що укладається на полицю m , з кроком полиць a : $q_m = m/a$);

q_x – погонна маса ходової частини.

Погонну масу ходової частини визначають за формулою

$$q_x = q_n + 2q_\Lambda \quad (4.1)$$

де q_n – погонна маса полиць (масу полиці визначають за її кресленням, орієнтовно можна приймати масу полиці рівною 40 - 50% від маси вантажу);

q_Λ – погонна маса ланцюга (приймають за каталогом).

Додатковий опір W_{gon} виникає через консольне розташування полиць, що створює тиск тягових ланцюгів на їхні напрямні. Тиск у кожній точці кріплення полиці до ланцюга при вазі навантаженої полиці G (див. рис. 4.6) $N=Gl/b$ і, отже, додатковий опір від однієї навантаженої полиці дорівнює

$$W'_{gon} = \frac{2Nlw'}{b} = \frac{2m'glw'}{b}$$

де m' – маса навантаженої полиці;

l – відстань від центра ваги навантаженої полиці до осі ланцюга;

b – відстань між точками кріплення полки до ланцюга;

w' – коефіцієнт опору руху ланцюга по напрямних (для каткового ланцюга його значення приймають за табл. 2.14, для безкаткового ланцюга $w' = 0,25-0,35$).

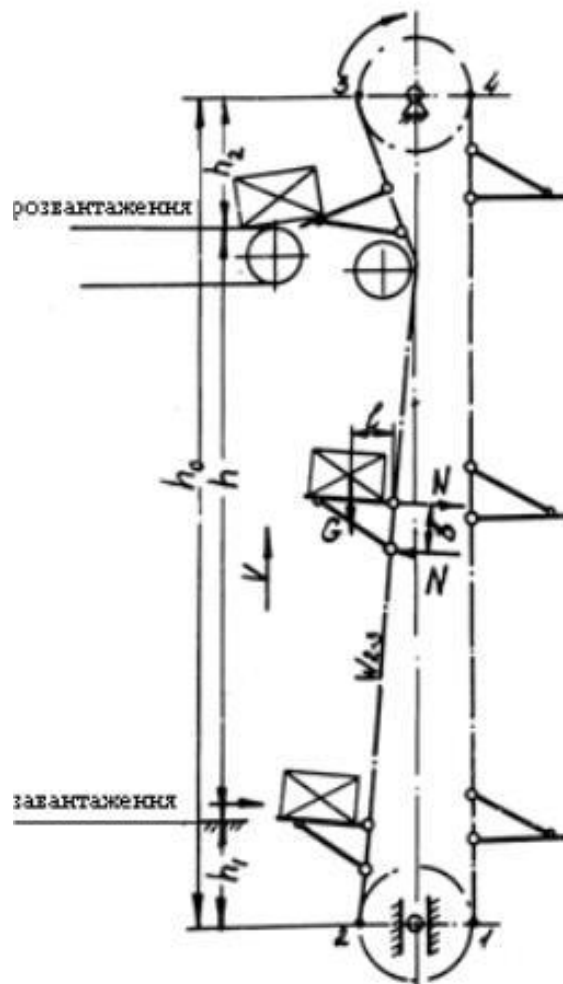


Рисунок 4.6 До тягового розрахунку елеватора з полицями

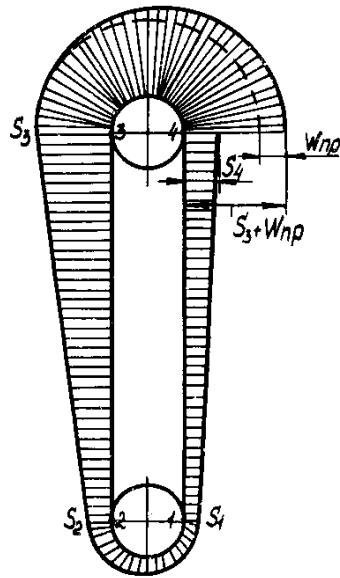


Рисунок 4.7 Діаграма натягу ланцюга елеватора

Додатковий опір від навантажених полиць на ділянці

$$W_{gon} = \frac{2(q_m + q_n)ghlw'}{b} \quad (4.2)$$

і повний опір на навантаженій ділянці

$$W_{gon} = (q_m h + q_x h_0)g + \frac{2(q_m + q_n)ghlw'}{b} \quad (4.3)$$

Натяг у точці 4

$$S_4 = S_1 + q_x h_0 g \quad (4.4)$$

За знайденими натягами у характерних точках будують діаграму натягів (рис. 4.7). Далі визначають тягове зусилля на приводних зірочках і необхідну потужність двигуна так само, як для пластинчастих конвеєрів.

4.2.2 Люлькові елеватори

Люлькові елеватори транспортують штучні вантажі у вертикальному напрямку. Швидкість люлькових елеваторів і конвеєрів так само, як і поличних, не перевищує 0,2 – 0,3 м/с. На поліграфічних підприємствах їх застосовують для міжповерхового транспортування пачок сфальцьованих зошитів з друкарського цеху на базу збереження і до листопідбірних машин, підібраних блоків до ниткошвейних машин, стереотипів, а також для транспортування і сушіння зшитих блоків.

На відміну від поличних елеваторів, у люлькових елеваторах вантажонесучі елементи – колиски прикріплені до ланцюга не жорстко, а шарнірно. Завдяки шарнірній підвісці колісок їх розвантаження може здійснюватися в будь-якому місці спадаючої гілки. Люлькові елеватори бувають

двохланцюгові (рис. 4.8) і одноланцюгові (рис. 4.9). Одноланцюгові елеватори мають консольно-підвішені колиски і застосовуються для транспортування легких вантажів.

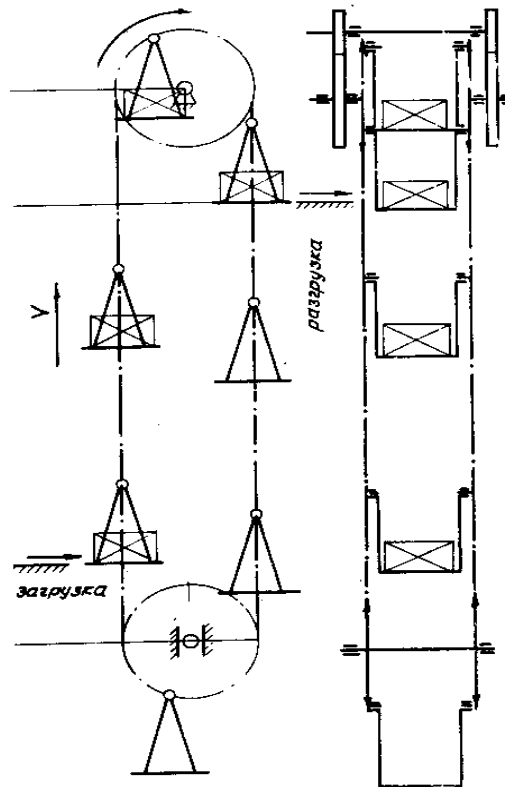


Рисунок 4.8 Схема дволанцюгового люлькового елеватора

Тяговим елементом, як і в полочних елеваторах, служать втулично-роликові або втулично-каткові ланцюги.

Колиски бувають різної конструкції в залежності від способу завантаження і розвантаження [4]. Для попередження розгойдування колиски оснащені роликами, що пересуваються в напрямних.

Привод розташовують, як правило, у верхній частині елеватора. У дволанцюгових елеваторах колиска при проходженні через верхні зірочки може перетинати їхню вісь, тому кожен верхню зірочку встановлюють консольно на окремому валові. Зірочки приводяться в обертання від загального трансмісійного вала за допомогою зубчастої пари. Іноді для спрощення конструкції привода його встановлюють у нижній частині елеватора, але при цьому тягове зусилля збільшується.

Діаметр тягової зірочки попередньо призначають за умови прохідності кошиків на вертикальній ділянці траси

$$D \geq B + (150 - 200), \text{ мм},$$

де B – габарит люльки, мм.

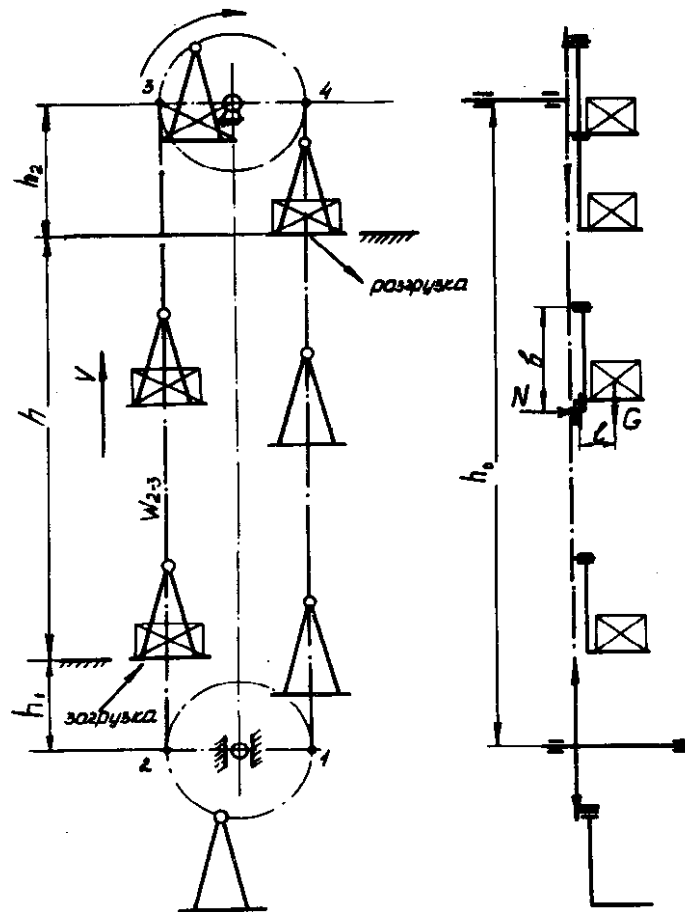


Рисунок 4.9 Схема одноланцюгового люлькового елеватора

Після цього графічно визначають прохідність колиски на криволінійній ділянці (рис. 4.10) і при необхідності збільшують діаметр для того, щоб проміжок був $\Delta \geq 150 \text{ мм}$.

Розрахунок люлькових елеваторів аналогічний розрахунку поличних. Орієнтовно масу колиски приймають рівною 30 - 50% від маси вантажу (менші значення для одноланцюгового елеватора).

Натяг у точці 3 визначають за формулою:

$$S_3 = S_2 + [q_m(h + h_2) + q_x h_0]g + W_{gon}$$

Тут додатковий опір W_{gon} , що виникає внаслідок консольного розташування вантажу і люльки, враховують тільки в одноланцюговому елеваторі, а також у деяких конструкціях дволанцюгового елеватора, у яких вантаж на люльці розміщується не центрально. Опір від однієї люльки (рис. 4.5) дорівнює:

$$W_{gon} = \frac{Glw'}{b}$$

де G – вага навантаженої люльки, H ;

l – відстань від центра ваги навантаженої коліски до реборди ролика, м;
 b – відстань між віссю підвіски люльки і віссю ролика, м.

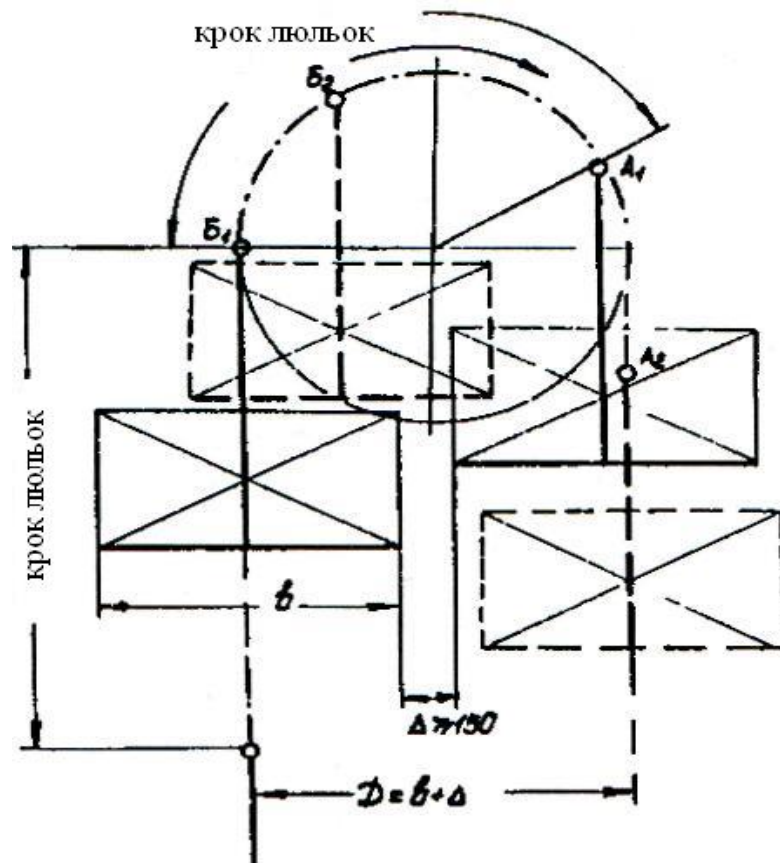


Рисунок 4.10 До визначення прохідності люльок

Додатковий опір від усіх колісок на ділянці від місця завантаження, до осі верхніх зірочок ($h + h_2$):

$$W_{gon} = \frac{(q_m + q_{\Delta}) \cdot (h + h_2) glw'}{b} \quad (4.5)$$

де q_m – погонна маса вантажу;

q_{Δ} – погонна маса люльок.

При визначенні натягу в точці 4 враховують додатковий натяг, що створюється вантажем на ділянці h_2 :

$$S_4 = S_1 + (q_m h_2 + q_x h_0)g \quad (4.6)$$

де q_x – погонна маса ходової частини (формула 4.1).

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПОЛІГРАФІЧНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ

5.1 Автоматизований комплекс транспортування рулонів та матеріалів фірми “MAN Roland”

Система AUROSYS фірми “MAN Roland” автоматичного транспортування рулонів та матеріалів

Система автоматичного транспортування рулонів паперу та матеріалів (рис 5.1) охоплює всі сфери сучасної логістики. Вона будується за модульним принципом і тому може бути адаптована до розміру підприємства і його індивідуальних запитів: як при газетному, так і при рулонному друкуванні з термозакріпленням відбитка (Heatset) або ілюстраційному рулонному друці. Її компоненти поєднуються в систему з можливістю для подальшого розширення. Це стає можливим завдяки відкритим інтерфейсам, що забезпечує взаємодію із друкарською машиною й периферійним устаткуванням. Так, наприклад, обчислювальна машина системи логістики “AUROlog” пропонує інтегроване з’єднання із системою електронного керування виробничими процесами “РЕСOM” фірми “MAN Roland”, а також з використовуваними в галузі системами інших виробників.

Система реалізує свою ефективність завдяки:

- зниженню витрат за рахунок скорочення необхідного для роботи персоналу;
- підвищенню надійності виробництва за рахунок стандартизації виробничих операцій;
- скороченню обсягу макулатури за рахунок ретельного поводження з рулонами паперу;
- підвищенню продуктивності праці за рахунок автоматизації матеріально-технічного забезпечення;
- поліпшенню умов роботи за рахунок скорочення ручної праці;
- зменшенню обсягу інвестицій на будівельні роботи, оскільки в концепцію нової системи закладений принцип економії виробничих площ.

“MAN Roland” не тільки розробляє і виготовляє систему, а й працює над проектом з урахуванням особливостей підприємства на місці, розробляє відповідне технічне рішення і проводить монтаж обладнання. Крім того, разом з фірмою “Eurografica”, яка надає послуги в сфері планування й консультацій, за бажанням замовника, розробляють комплекс послуг — від проектування виробничих приміщень і планування розміщення устаткування до оптимізації процесу виробництва і повного керівництва проектом як генеральний підрядник.

У концепції системи “AUROSYS” передбачені автоматичне розвантаження рулонів паперу з транспорту, складування, розпаковування й підготовка місця склеювання, зміна рулонів й утилізація залишків рулону, втулок і макулатури.

Таким чином, система логістики рулонів та матеріалів відповідає всім вимогам, які пред'являють друкарні до рішень, що відкривають нові перспективи.

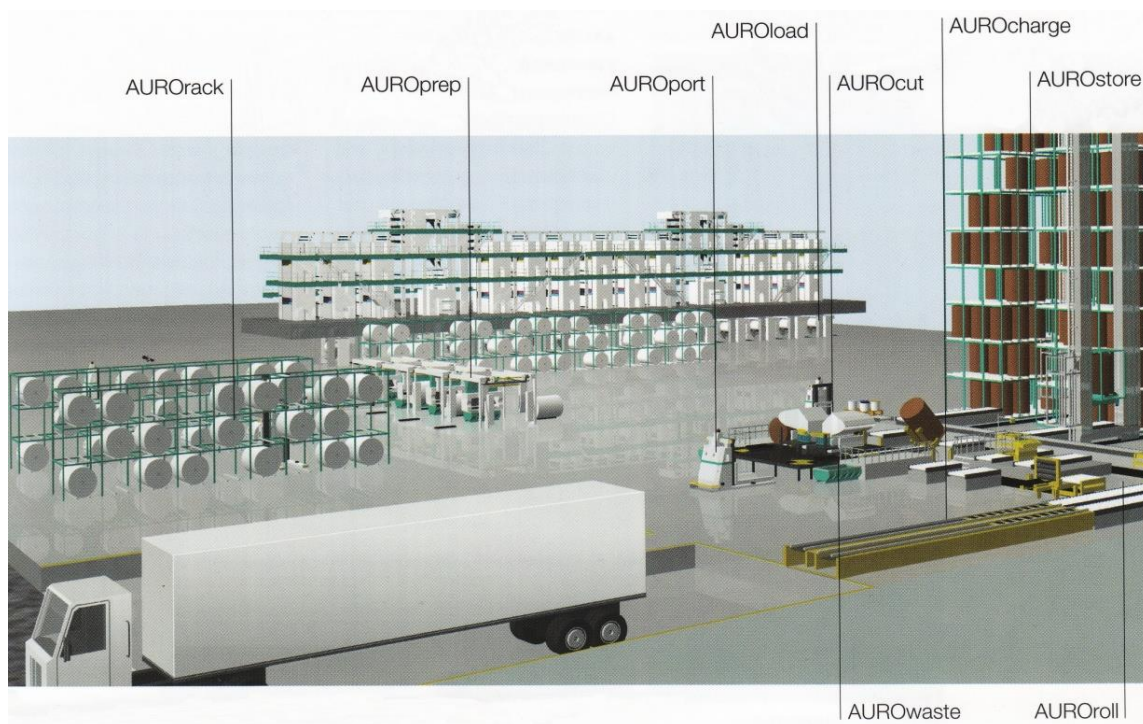


Рисунок 5.1 Система “AUROlog” автоматичного транспортування рулонів паперу та матеріалів “

Модуль “AUROlog” для автоматичного керування системою логістики

Комп'ютерна система включає центральний комутатор “AUROSYS” з певними підсистемами. Вона регулює постачання виробничими матеріалами й координує рух матеріалів, їхню подачу й процес керування ними. “AUROlog” поєднує підсистеми в єдину локальну електронну мережу або, інакше кажучи, у систему, що автоматично вирішує всі завдання по розміщенню матеріалів та їх розподілу під час зміни рулонів у секторі відправлення продукції (рис. 5.2).

Для того щоб точно відслідковувати доставку паперу (Tracking), система “AUROlog” враховує й зберігає всі дані про стан рулону паперу. За допомогою зручного графічного інтерфейсу користувача в будь-який момент можна зчитати статус підсистем і внести зміни у виробничі процеси логістики рулонів.

Графічний “робочий стіл” використовується також для контролю за виробничим процесом і для аналізу проблем. Відомості по рулонах, збережені в базі даних, можна передавати для обробки в аналітичну програму, яку використовують на підприємстві.

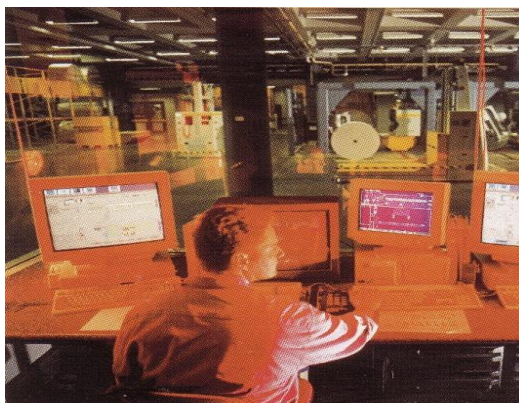


Рисунок 5.2 Модуль “AUROlog” для централізованого регулювання подачі матеріалів

Система “AUROlog” через локальну мережу зв’язується з головним комп’ютером машини або із системою виробничого планування поліграфічного підприємства. Використовувані інтерфейси “AUROlog” сумісні із системою “РЕСОМ” і рулонними зарядками фірми “MAN Roland”, а також із системними компонентами інших виробників.

Модуль “AUROport” для автоматичного транспортування матеріалів

Існують різні можливості транспортування рулонів паперу і ємностей для макулатури. Наприклад, система рейкових транспортних візків з інтегрованим допоміжним блоком заощаджує місце й дозволяє автоматизувати виробничий процес у секторі зберігання рулонів без застосування дорогих захисних пристосувань. Автонавантажувачі системи FTS самостійно (за допомогою лазерного керування) визначають найкоротший шлях або вільно переміщуються завдяки позиційному сканеру (рис. 5.3).

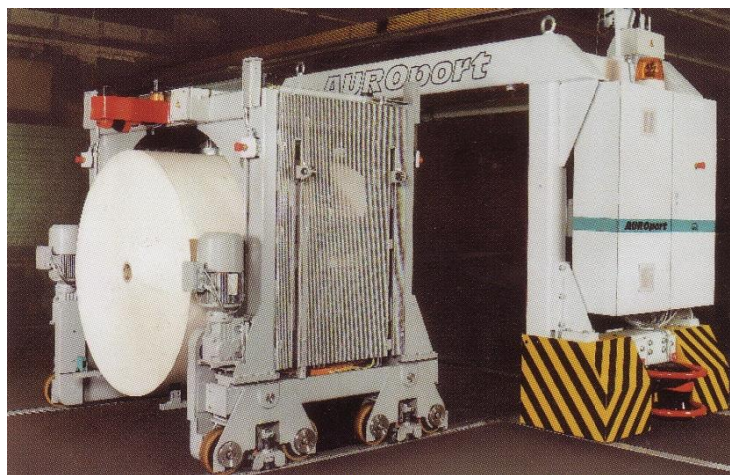


Рисунок 5.3 Модуль “AUROport” для автоматичного транспортування матеріалів

Замовлення на транспортування матеріалів за принципом “Таксі” передаються через обчислювальний пристрій більш високого рангу із системи “AUROlog” у систему транспортування. Замовник має можливість придбати для автотранспортування регульовані захоплювачі. У цьому випадку немає необхідності в застосуванні адаптерів для залишків рулонів. Спеціально розроблена форма вантажопідійомників даної системи дозволяє транспортувати підготовлені до склейки рулони, не ушкоджуючи їх.

*Модуль “AUROprep” для автоматичної підготовки місця
склеювання рулонів*

Для того щоб підготовка рулонів до склеювання виконувалася завжди з незмінно високою якістю, існує система “AUROprep” (рис. 5.4). Вона дозволяє стандартизувати процес підготовки місця склеювання та у точності відтворювати його. Власна розробка фірми “MAN Roland” може бути частково або повністю автоматизованою.

Напівавтоматична станція “AUROprep” дозволяє частково скоротити обсяг ручної праці. Тут підготовка місця склеювання виконується із центрального пульта або тільки на рулонній зарядці. Повністю автоматизована підготовка місця склеювання відбувається на центральній станції. Рулон встановлюється так, що його можна обертати, а всі робочі операції на ньому виконуються в автоматичному режимі, без застосування ручної праці. Весь процес віднімає всього лише три хвилини; при одній і тій же ширині рулону протягом однієї години можуть бути підготовлені до склеювання приблизно 15 рулонів.



Рисунок 5.4 Модуль “AUROprep” для частково чи повністю
автоматизованої підготовки місця склейки

Модуль “AUROLoad” для автоматичного завантаження рулонних зарядок

Коли рулон паперу знятий з “безпілотного” автонавантажувача та розташований на візку біля рулонної зарядки, застосовується система завантаження й розвантаження “AUROLoad” (рис. 5.5). Вона адаптована до рулонних зарядок фірми “MAN Roland”. В залежності від потреб виробництва існують різні рівні автоматизації.

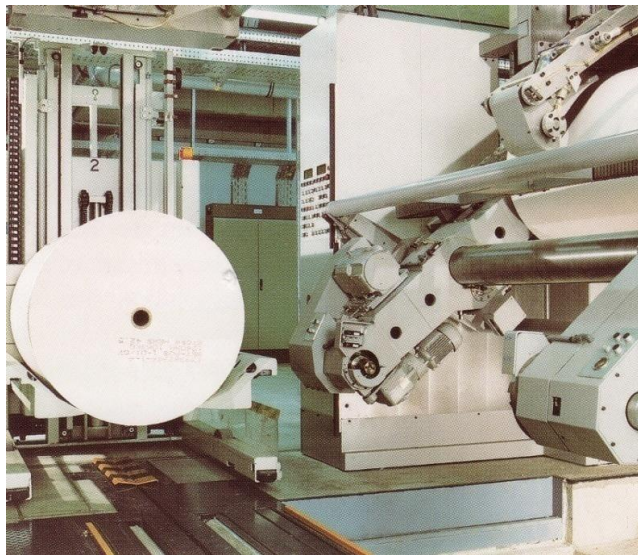


Рисунок 5.5 Модуль “AUROLoad” для автоматичного завантаження рулонних зарядок

Рулон подається на мобільну платформу й на ній транспортується до рулонної зарядки. Одночасно направляючі елементи рулонної зарядки переміщуються в позицію завантаження. Затискні конуси вводяться у втулку, несучі направляючі елементи з рулоном паперу повертаються в позицію розмотування – рулон готовий до друку. Потім мобільна платформа повертається у вихідну позицію, а візок повертається назад: від мобільної платформи в позицію передавання рулону. Система готова до прийому наступного рулону. Розвантаження залишку рулону здійснюється у зворотному порядку, порожні втулки збирають у контейнер. Система автоматичного завантаження рулонних зарядок “AUROLoad” розрахована на діаметр рулонів у діапазоні від 1270 до 200 мм.

Модуль “AUROcharge” для автоматичного розвантаження вантажних автомобілів

Рулони паперу або піддони можна швидко й просто транспортувати від вантажного автомобіля до сектора розвантаження: для цього служить системний комплекс “AUROcharge”, що має різні системи, розраховані на спеціально обладнані навантажувальні площадки й платформи (рис. 5.6).

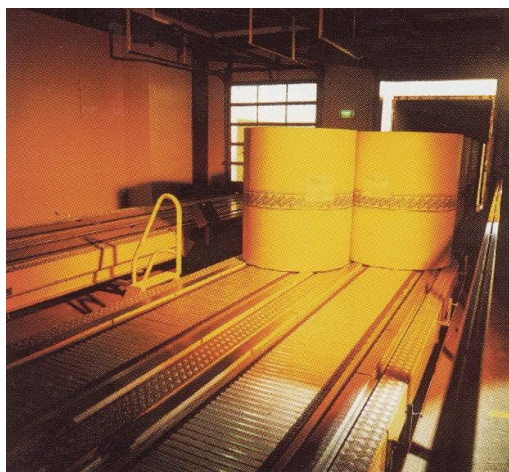


Рисунок 5.6 Модуль “AUROcharge” для автоматичного розвантаження вантажних автомобілів

Для рулонів, що транспортують у вертикальному положенні, є альтернативні рішення, що задовольняють будь-які запити. Використовуючи нові технології, можна розвантажити вантажний автомобіль (до 22 рулонів) всього за кілька хвилин. Якщо рулони транспортуються в горизонтальному положенні, то при розвантаженні використовується стіл-підйомник із пластинчастим транспортером. Всі системи “AUROcharge” працюють без застосування ручної праці. Водій вантажного автомобіля запускає процес розвантаження й стежить за його ходом.

Модуль «AUROroll» для автоматичного транспортування рулонів

Система “AUROroll” транспортує поставлені в друкарню рулони із сектора розвантаження до установок розпакування або відразу на головний склад (рис. 5.7). Можна вибирати між роликовим, пластинчастим транспортером або рейковим візком, відповідно, для рулонів у вертикальному або горизонтальному положенні. Потім візки транспортують рулони на установки для підготовки місця склеювання.

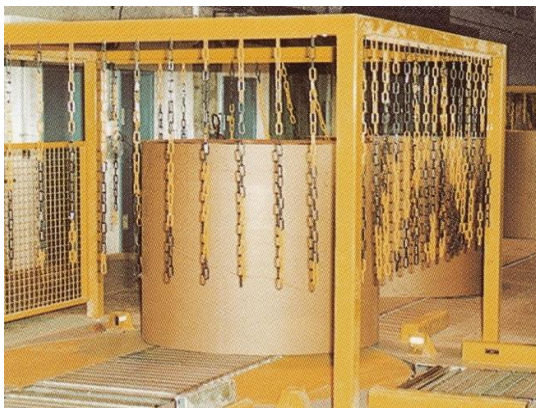


Рисунок 5.7 Модуль “AUROroll” для автоматичного транспортування рулонів

Для обліку виробничих даних пристрої транспортування можуть бути оснащені вагами й автоматичною станцією зчитування кодів. Інтерфейси забезпечують передачу даних на обчислювальну машину системи логістики “AUROlog”, яка з їхньою допомогою управляє складом.

Модуль «AUROstore» для ефективного складування

Система “AUROstore” забезпечує повністю автоматизоване складування на багатофункціональних стелажах і гарантує гнучке й незалежне постачання виробничими матеріалами (рис. 5.8). Складувати можна, наприклад, рулони паперу, на піддонах – друковану продукцію для вкладок, запасні частини в ящиках, а також ємності з рідиною.

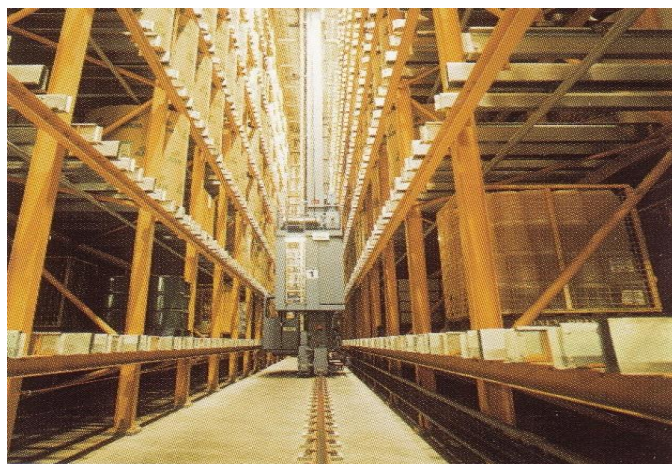


Рисунок 5.8 Модуль “AUROstore” для автоматизованого складування

Склад самонесучої конструкції “AUROstore” має достатню кількість блоків, утворених з рядів сталевих полиць, розташованих паралельно один одному. По висоті на цих полицях налічується до 20 площадок для зберігання. Автоматичні пристрої RBG, що обслуговують стелажі, під’їжджають до площадки зберігання. Завдяки застосуванню автоматичного візка кожен пристрій RBG має доступ до 75% складських запасів. Рулони або піддони мають штрих-код, що сканується по шляху на склад і передається в систему керування складом. У такий спосіб “AUROstore” забезпечує постійну наявність матеріалів і синхронне їх подавання.

Модуль “AUROcut” для автоматизованого розпакування рулонів

Піднімальний пристрій і поворотний агрегат – це базові елементи станції розпакування “AUROcut” (рис. 5.9). Захоплювачі з електрогідравлічним приводом піднімають рулон паперу з візка й обертають його. Для видалення торцевої частини пакування оператор підводить до рулону, який обертається, ніж. Коли рулон нерухомий, його зовнішня оболонка надрізається вздовж твірної і знімається під час наступного обертання рулону.

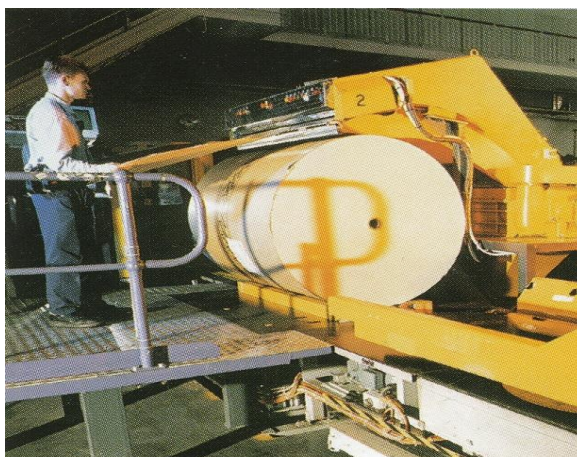


Рисунок 5.9 Модуль “AUROcut” для автоматизованого розпакування рулонів паперу

Оператор контролює якість рулону, відзначає дефекти або ушкодження й ухвалює рішення щодо можливості направлення даного рулону на виробництво.

Незадруковані макулатурні аркуші й залишки пакування рулонів подрібнюються в стружку і подаються, наприклад, за допомогою вакуумної установки, на утилізацію. Пристрій підвищує пропускну здатність станції розпакування “AUROcut” з 18 до 25 рулонів паперу за годину.

Модуль “AUORack” для автоматичного проміжного складування

Рулони паперу й додатки до газет повинні доставлятися на виробничу лінію “just in time”-точно в заданий час. Для цього необхідний денний запас рулонів паперу і додатків до газети на піддонах зберігаються в “AUORack” – модульному проміжному складі, розміщеному на сталевих полицях висотою до трьох рівнів (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 Модульний проміжний склад “AUORack”

Зі складу “AUROrack” необхідні матеріали точно в призначений час подаються на друкарські машини й засоби для виготовлення друкованої продукції. Він забезпечує також гнучкий підхід у можливості складування матеріалів, що необхідні для виробництва у вихідні дні або в нічну зміну. За допомогою “безпілотних” автотранспортувачів (FTS) підготовлені до склеювання рулони паперу складаються горизонтально на полицях трьох рівнів. У виробництво вони передаються за принципом “першим надійшов на склад – першим вийшов зі складу” (“first in – first out”). Керування складськими площадками “AUROrack”, а також контроль за розміщенням рулонів паперу виконує центральна ЕОМ “AUROlog”, що обслуговує цю систему логістики.

*Модуль “AUROWaste” для автоматичного транспортування
макулатури*

Система “AUROWaste” використовується для утилізації паперових відходів процесу друку, втулок рулонів, незадрукованих макулатурних аркушів і відходів пакування, а також відпрацьованих друкарських форм (рис. 5.11). Відходи відразу ж, на місці виробництва, збираються, сортуються й завантажуються в спеціальні ємності вручну або автоматично – це залежить від виду відходів.



Рисунок 5.11 Модуль “AUROWaste” для автоматичної утилізації паперових відходів

“Безпілотна” система транспортування (FTS) перевозить ємності з відходами до центральної установки утилізації, де за допомогою підйомно-перекидаючого устрою вони спорожняються й відходи попадають у прес-контейнер. Система “AUROWaste” утилізує всю макулатуру автоматично.

5.2 Автоматизований комплекс обслуговування аркушевої друкарської машини фірми “Heidelberg”

Загальна тенденція автоматизації, прийнята фірмою Heidelberg, спрямована сьогодні не тільки на підвищення швидкості роботи друкарського устаткування з одночасним зниженням відходів і підвищенням якості друку, але й на скорочення частки важких ручних операцій, пов'язаних з обслуговуванням друкарських машин. Для обслуговування сучасних швидкісних аркушевих друкарських машин необхідна постійна участь обслуговуючого персоналу в організації завантаження машини папером і знімання готової продукції. Ці операції піддаються автоматизації й донедавна проводилися вручну.

Для ліквідації рутинного ручного процесу операцій в обслуговуванні аркушевих друкарських машин фірма Heidelberg розробила високоавтоматизований комплекс *Heidelberg Logistics* для завантаження й розвантаження стапелів аркушевої друкарської машини *Speedmaster CD 102*. З огляду на високий рівень автоматизації цієї машини, а також широкий діапазон матеріалів, що задруковують, фахівці фірми Heidelberg пропонують різні варіанти при використанні *системи Logistics*. При цьому враховуються специфіка поліграфічного підприємства, його завантаженість, кількість працюючих друкарських машин, а також займана ними площа. Найбільш ефективна ця система при обслуговуванні декількох машин (2-3 машини), що друкують пакувальну продукцію. Практика експлуатації подібних машин показала, що при максимальній продуктивності ($15\ 000$ *відбитків/год*) час спрацьовування стапеля при друкуванні на картоні становить лічені хвилини. Система *Logistics* призначена для обслуговування самонакладу *Preset*, що працює в режимі *Non-Stop*. Відповідно в такому ж режимі працює прийомний пристрій. Самонаклад і прийомний пристрій зв'язані між собою ланцюговим транспортером, що по рейковій ділянці, розташованій уздовж машини, переміщає порожні палети (піддони). Із цією метою вся машина піднята відносно рівня підлоги на висоту 500 мм.

У наведеній нижче таблиці показаний час спрацьовування стапеля самонакладу з урахуванням товщини матеріалу, що задруковується, швидкості роботи машини, висоти і ємності стапеля для машини, піднятої вище рівня підлоги.

Heidelberg Logistics передбачає організацію транспортних потоків за допомогою системи *Aulopile*, що забезпечує подачу зі складу стапеля паперу до самонакладу машини, переміщення вільних палет від самонакладу до прийомного пристрою й транспортування стапеля з готовою друкованою продукцією для складування. На рис. 5.12 наведена схема транспортування стапелів при обслуговуванні однієї машини *Speedmaster CD 102*. Керування переміщенням стапелів відбувається автоматично без зміни швидкості друкування, незалежно від друкаря по спеціальній програмі через систему *CPTronic*. Подачу стапеля зі складу на друк здійснює електрокара, рухаючись (рис. 5.13) по запрограмованому маршруту в автоматичному режимі, після чого вона точно позиціює із транспортером 1 самонакладу (рис. 5.12), на який передається палета з папером.

Таблиця 5.1 Час спрацювання стапеля

Товщина матеріалу, мм	Швидкість, відбитків/год	Висота стапеля, см	Кількість аркушів стапелі у	Час спрацювання стапеля, хв
0,2	10 000	124	6 200	38,0
0,2	13 000	122	6 100	28,0
0,2	15 000	120	6 000	24,0
0,4	10 000	117	2 925	17,0
0,4	13 000	112	2 800	13,0
0,4	15 000	108	2 700	10,8
0,6	10 000	108	1 800	10,8
0,6	13 000	102	1 700	7,8
0,6	15 000	97	1 600	6,4

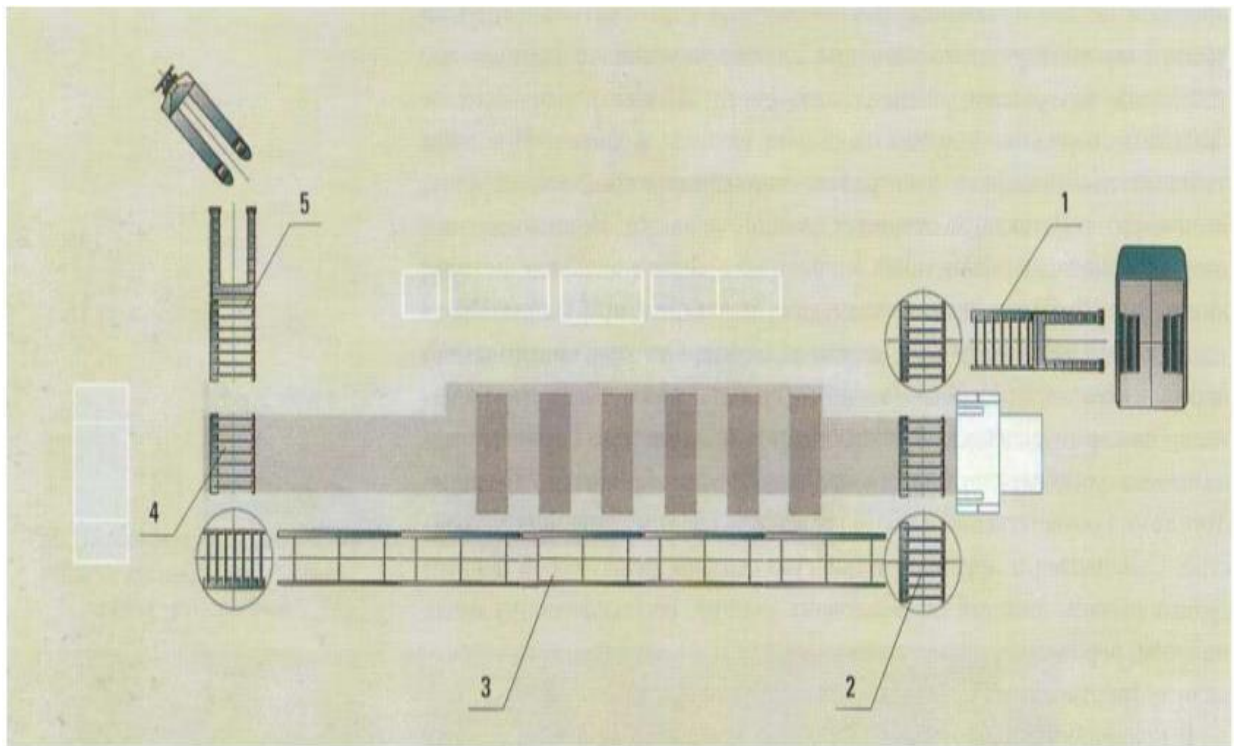


Рисунок 5.12 Схема транспортування стапелів



Рисунок 5.13 Електрокара

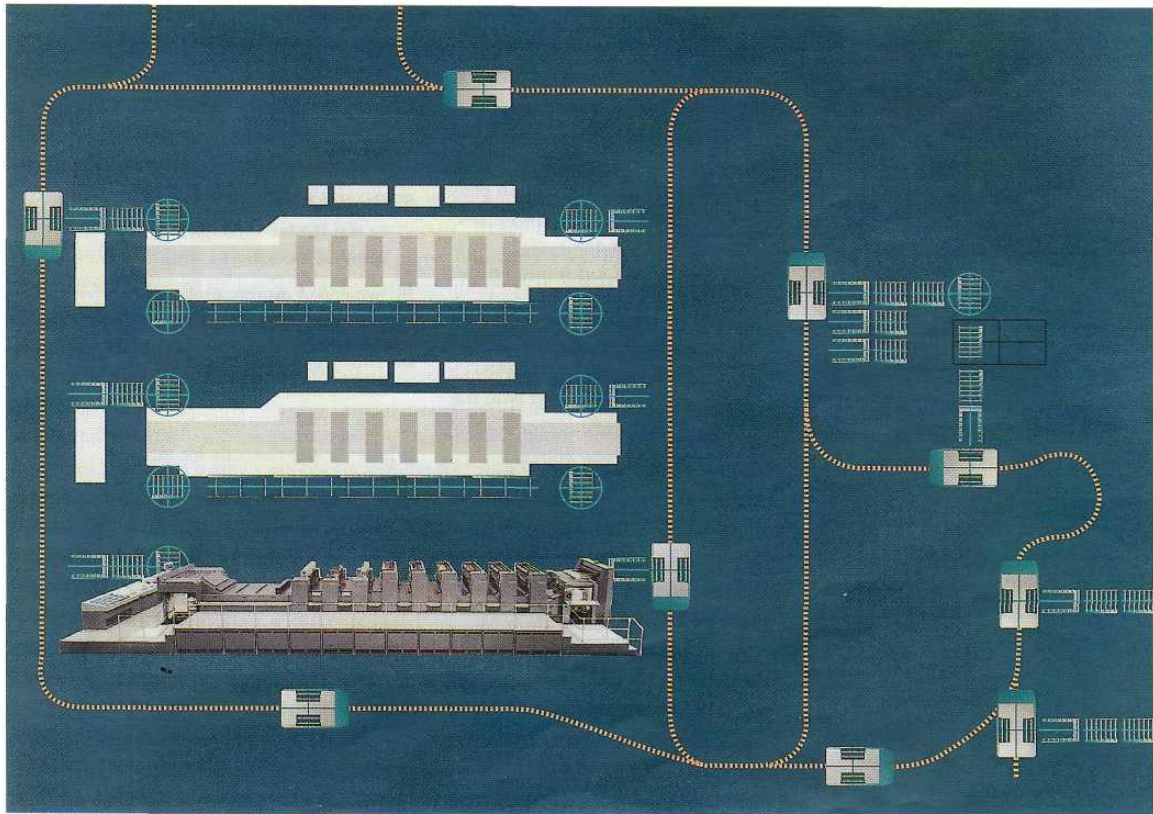


Рисунок 5.14 Схема транспортних маршрутів при обслуговуванні трьох друкарських машин

По мірі спрацювання стапеля самонакладу в режимі *Non-Stop* автоматично здійснюється зміна стапеля, після чого палета, що звільнилася, по рейкових напрямних розвертається на ділянці 2 і переміщається уздовж машини

(ділянка 3) до прийомного пристрою 4. В автоматичному режимі проводиться й розвантаження прийомного пристрою, після чого стапель із готовою продукцією з ділянки 5 переміщається електрокарою на склад.

Перевага застосування системи *Heidelberg Logistics* очевидна, оскільки її використання дозволяє друкарській машині працювати без зупинки, не знижуючи продуктивності, виключивши витрати на обслуговування самонакладу й прийомного пристрою. Оснащення системою *Autopile* машини *Speedmaster CD 102-6+LX*, що працює тільки в режимі транспортування палет від самонакладу до прийомного пристрою, як показали розрахунки й практика, вже є ефективним. З урахуванням збільшення продуктивності до 14000 відбитків/год, скорочення допоміжних операцій по обслуговуванню при двозмінній роботі витрати на систему окупаються через 14 місяців.

На рис. 5.14 наведена схема транспортування стапельів при обслуговуванні трьох друкарських машин, як у друкарні, так і при складуванні витратних матеріалів і готової продукції.

Розробка високоавтоматизованої системи *Logistics* – це ще один крок фахівців фірми Heidelberg для створення в найближчому майбутньому повністю автоматизованої друкарні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. - М.: Высшая школа, 1985.
2. Александров М.П., Решетов Д.Н. Подъемно-транспортные машины: Атлас конструкции. - М.: Машиностроение, 1973.
3. Ксифилинов Л.А. Конструкции транспортирующих машин полиграфических предприятий: Конвейеры. - М.: Моск. полиго. ин-т, 1980.
4. Ксифилинов Л.А. Конструкции транспортирующих машин полиграфических предприятий: Элеваторы. - М.: Моск. полиго. ин-т, 1984.
5. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов Подъемно-транспортных машин. - Минск : Высшая школа, 1983.
6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. -М.: Машиностроение, 1984.
7. Спиваковский А.О. и др. Транспортирующие машины: Атлас конструкции. - М.: Машгиз, 1970.
8. Эрлих В.Д. Подъемно-транспортное оборудование в легкой промышленности. - М.: Легпромбытиздат, 1985.
9. Правила по технике безопасности и промышленной санитарии на предприятиях полиграфической промышленности. - М.: Книга, 1975.
10. Колісник М.П., Шевченко Д.Ф., Мелашич В.В. Основні розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин.- Навчальний посібник. - Дніпропетровськ: Пороги, 2007. - 193 с.
11. Піпа Б.Ф., Хом'як О.М., Чабан В.В. Підйомно-транспортні пристрої. - Навчальний посібник. - К.:КНУТД, 2006. – 143с.
12. Григоров О.В., Петренко О.В. Вантажопідйомні машини.- Навчальний посібник. - Харків: НТУ «ХПІ», 2006. - 299 с.
13. Малащенко В.О., Стрілець В.М., Новіцький Я.М., Стрілець О.Р. Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання. Навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2017. – 335 с.
14. ДСТУ Б А.2.4-36:2008. СПДБ. Підйимально-транспортне устаткування. Умовні зображення.
15. Будішевский В.О., Гутаревич В.О., Ляшок Я.О., Пуханов О.О. Проектирование транспортных систем энергоёмных производств /Під заг. ред.. В.О. Будішевського, А.О. Суліми – Донецьк: ДРУК-ІНФО, 2008. – 454 с.
16. Расчет и проектирование транспортных средств непрерывного действия / Под ред. В.А. Будишевского. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 689 с.
17. Бондарев В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П. та інші. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин. Підручник для ВУЗів. – Київ: Вища школа, 2009.
18. Кожушко Г.Г., Лукашук О.А. Расчет и проектирование ленточных конвейеров. Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. – 232 с. – ISBN 978-5-7996-1836-0.
19. Реутов А.А. Моделирование приводов ленточных конвейеров. Брянск:

БГТУ, 2011. – 152 с.

20. McGuire P. Conveyors: Application, Selection, and Integration. CRC Press, 2009. – 210 p.

21. Рачков Е.В. Машины непрерывного транспорта. Учебное пособие. – М.: Алтайр-МГАВТ, 2014. – 164 с.

22. Турушин В.О., Федорченко В.В. Машины промышленного транспорта безперервної дії. Навчальний посібник. – Луганськ: Вид-во СЛУ ім. В. Даля, 2009. – 134 с.

23. ГОСТ 1478-93 Винты установочные с цилиндрическим концом и прямым шлицем классов точности А и В. Технические условия.

24. ГОСТ 20-85 Ленты конвейерные резинотканевые. Технические условия.

25. ГОСТ 588-81 Цепи тяговые пластинчатые. Технические условия.

26. ГОСТ 589-85 Цепи тяговые разборные. Технические условия.

27. ДСТУ EN 619:2017 Підіймально-транспортне обладнання та системи безперервної дії. Обладнання для механічного переміщення вантажних одиниць. Вимоги щодо безпеки та електромагнітної сумісності (EN 619:2002+A1:2010, IDT)

28. ДСТУ ISO 1819:2013 Устаткування підіймально-транспортне механічне безперервної дії. Загальні положення щодо безпеки (ISO 1819:1977, IDT).

29. ДСТУ ISO 2148:2013 Устаткування підіймально-транспортне безперервної дії. Номенклатура (ISO 2148:1974, IDT).

30. ДСТУ EN 13059:2013 Безпечність промислових навантажувачів. Методи випробовування для вимірювання вібрації (EN 13059:2002 + A1:2008, IDT).

31. ДСТУ 2676-94 Конвеєри стрічкові стаціонарні. Загальні технічні вимоги.

32. ДСТУ 3591-97 Конвеєри стрічкові. Терміни та визначення.

33. ДСТУ 4156-2003 Конвеєри стрічкові. Системи електропривода. Методика розрахунку та вибору.