

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Донбаська державна машинобудівна академія

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу

«Електропривод та автоматизація
загальнопромислових механізмів»

(для студентів спеціальності 151)

Краматорськ 2020

УДК 62-83 (075.8)

Конспект лекцій з курсу «Електропривод та автоматизація загальнопромислових механізмів» (для студентів спеціальності 151) / Укладачі: О.В. Суботін, А. В. Люта. - Краматорськ: ДДМА, 2020 - 54 с.

Розглянуто конструктивні і технологічні особливості, вимоги до електроприводів і основи автоматизації механізмів загальнопромислового призначення. Наводяться аналіз, структура і принципи розрахунку їх електроприводів. Приділено увагу металургійного устаткування.

Укладачі

О.В. Суботін, доцент
А. В. Люта, доцент

Відп. за випуск

О.В. Суботін, доцент

З М І С Т

1	ЗМІСТ КУРСУ	47
1.1	Завдання курсу	47
1.2	Методика вивчення курсу.....	47
2	КРАНОВІ МЕХАНІЗМИ (КМ)	48
2.1	Технологічні особливості	48
2.2	Методика вибору електродвигунів приводів КМ.....	49
2.2.1	Попередній вибір.....	49
2.2.2	Перевірка в динамічному режимі.....	50
2.3	Управління крановим електроприводом (ЕП).....	52
2.4	Методика аналізу схем ЕП.....	53
2.5	Особливості кранів-штабелерів (КШ).....	54
2.5.1	Основні вузли КШ.....	54
2.5.2	Види кранів-штабелерів.....	54
2.5.3	Характеристики КШ.....	54
2.5.4	Особливості роботи.....	55
2.5.5	Управління.....	55
3	ЕКСКАВАТОРИ	57
3.1	Класифікація екскаваторів. Конструктивні та технологічні особливості.....	57
3.2	Порівняльна оцінка конструктивних і технологічних особливостей кранових механізмів і екскаваторів.....	59
3.2.1	Допоміжні приводи екскаваторів	60
3.2.2	Особливості роботи приводів екскаваторів	60
3.2.3	Привід підйому.....	60
3.2.4	Привід повороту	60
3.2.5	Привід напору і тяги	61
3.3	Загальні вимоги до електроприводів екскаваторів.....	61
3.3.1	Джерела живлення екскаваторів	61
3.3.2	Система живлення Г - Д.....	61
3.3.3	Система живлення ТП - ДПТ.....	62
3.4	Особливості статичних характеристик електроприводів по вузлах....	64
3.5	Вибір потужності ЕП екскаваторів	65
3.5.1	Особливості управління ЕП екскаваторів.....	66

4 ПІДЙОМНИКИ.....	67
4.1 Шахтно-підйомні машини	67
4.1.1 Класифікація ШМП.....	67
4.1.2 Технологічні особливості ШПМ	68
4.2 Скіпові підйомники доменних печей	69
4.3 Багатопозиційні підйомники	71
4.3.1 Вимоги до ЕП багатопозиційного підйомника.....	71
4.3.2 Конструктивні особливості.....	72
4.3.3 технологічні особливості	72
4.3.4 Реалізація швидкості дотягування.....	74
4.3.5 Методика вибору потужності ЕД для підйомника	76
4.4 Системи живлення ліфтових та інших підйомників.	78
4.5 Особливості управління ліфтами	79
4.5.1 Особливості тахограм ліфтів:	79
4.5.2 Особливості управління ліфтами:	80
4.5.3 Вузли системи управління.	80
4.6 Засоби контролю положення кабіни в шахті	81
4.7 Засоби автоматизації поточно-транспортних систем.....	83
4.8 Особливості приводів ескалаторів	84
5 ВІДЦЕНТРОВІ І ПОРШНЕВІ МАШИНИ.....	85
5.1 Особливості та класифікація:	85
5.2 Технологічні особливості насосних установок	87
5.3 Вимоги до ЕП	87
5.4 Методика вибору потужності насосів і вентиляторів	87
6 ЕП ПРОКАТНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	89
6.1 Види ОМД	89
6.2 Різновиди прокатних станів.....	90
6.3 Вимоги до ЕП прокатного обладнання	92
6.4 Вибір потужності двигуна головного руху стану.....	92
7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	46

1 ЗМІСТ КУРСУ

Під загальнопромисловими механізмами (ЗПМ) розуміють універсальні по виконанню робочих операцій механізми, які застосовуються практично у всіх галузях промисловості: підйомні крани, екскаватори, машини безперервного транспорту, поршневі і відцентрові пристрої, металургійне обладнання.

ЗПМ можна класифікувати наступним чином:



Завдання курсу

- 1 Аналіз конструктивних і технологічних особливостей механізмів.
- 2 Вивчення і аналіз вимог до приводу і засобів автоматизації.
- 3 Особливості силових схем.
- 4 Особливості засобів і принципи управління.

Методика вивчення курсу

- 1 Аналіз особливостей механізмів.
- 2 Вимоги до приводів.
- 3 Розрахунок потужності приводів.
- 4 Вивчення системи управління.

2 КРАНОВІ МЕХАНІЗМИ (КМ)

Кранові механізми, призначені для виконання допоміжних операцій з транспортування сировини, палива.

Різновиди кранових механізмів представлені на рис. 1.



Рисунок 1 - Різновиди КМ

Таблиця 1 – Характеристика режимів роботи кранових механізмів

Режим роботи	число включень в годину	λ	$ПВ = \frac{t_{ц}}{t_{ц} + t_{р}} \cdot 100$
надважкий	400÷600 і >	4, 5, 6	60
важкий	300÷400	4, 5, 6	40
середній	<200	2,5÷3,5	25
м'який	<150	2,5÷3,5	15

Технологічні особливості

Виникнення сил опору:

- на навивальному органі;
- на механізмі повороту;
- на механізмі переміщення.

Циклічний характер роботи.

Вимоги до ЕП кранових механізмів:

- надійність роботи при поворотно-короткочасній роботі;
- безвідмовність роботи при високій продуктивності;
- перевантажувальна здатність $\lambda = \frac{M_{\max}}{M_{\min}}$;
- електрообладнання крана, захист, схема управління, проводка повинні виконуватися відповідно до ШЕУ, а експлуатація - з ПТБ і ПТЕ;
- повинні бути обмежувачі ходу;
- захист може бути: струмовий; максимально-струмовий (подвійна перевантаження); від ураження персоналу; від повторного включення.

Методика вибору електродвигунів приводів КМ

2.1.1 Попередній вибір

Попередній вибір ЕД здійснюємо за каталогом в статичних режимах.

Початкові дані:

- вага вантажу G_{ep} , Н;
- вага обладнання G_o , Н;
- швидкість вантажу V_{ep} , М / с;
- маса обладнання M_o , Кг;
- число включень на годину N ;
- діаметр барабанів, коліс ПВ d , D ;
- жорсткість характеристик β ;
- помилка σ .

Знаходимо за паспортними даними: P_H , ω_H , U_H , I_H , λ , η , S_H , ПВ.

Статичний момент опору знаходимо за формулами:

$$M_{C\text{ под}} = \frac{(G_{TP} + G_o)}{2U_{PE3}\eta_{PE3}} D_{K(\sigma)},$$

$$M_{C \text{ пер}} = \frac{(G_{ГР} + G_O)}{2U_{РЕЗ}\eta_{РЕЗ}}(\mu + f)K,$$

$$M_{C \text{ под}} = \frac{FD_H}{2U\eta},$$

де $D_{К(Б)}$ - діаметр коліс (барабана); M_C - момент опору підйомника; $U_{рез}$ - результуюче передавальне число редуктора; $M_{C \text{ пер}}$ - момент переміщення; K - тertia коліс об реборти; μ - коефіцієнт тертя ковзання; $\eta_{рез}$ - результуючий ККД; f - коефіцієнт тертя кочення.

Потужність знаходимо наступним чином:

$$P = \frac{F_C V}{\eta} 10^{-3}; P = M_C \omega, \text{ кВт.}$$

$$F_C = G_{ГР} + G_O; V = \omega R_\sigma; \omega = \frac{\omega_d}{U},$$

де U - передавальне число редуктора.

Тривалість включення в динамічному режимі:

$$ПВ_{расч} = \frac{t_P}{t_P + t_{II}} \cdot 100\% = \frac{\sum t_i}{t_K} \cdot 100\%.$$

2.1.2 Перевірка в динамічному режимі

Перевірка в динамічному режимі здійснюється за такими параметрами:

1 Перевірка по моменту, струму, потужності

$$M_{\max}, I_{\max}, P_{\max};$$

$$M_{\max} \approx M_{\text{екв}} \leq M_H - \text{усереднюється.}$$

$$I_{\max} \approx I_{\text{екв}} \leq I_H,$$

$$P_{\max} \approx P_{\text{екв}} \leq P_H.$$

Здійснюється перевірка двигуна по нагріванню $\tau_{уст} \leq \tau_{дон}$ (див. рис. 2):

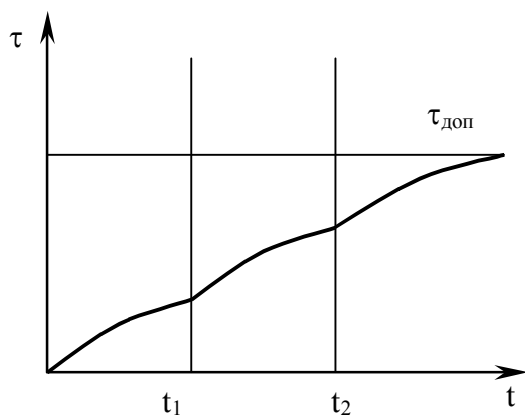


Рисунок 2 - Процес нагріву двигуна при роботі

Визначення еквівалентного моменту по нижче наведеною формулою є також і перевіркою по нагріванню:

$$M_{\text{ЭКВ}} = M_{\text{СР.КВ}} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\beta^1 \cdot t_{\text{ц}}}},$$

де β - коефіцієнт, який враховує якість охолодження двигунів.

Для визначення еквівалентного моменту будується навантажувальна діаграма, де визначені моменти, що діють на механізм і час їх існування.

2 Перевірка на перевантажувальну здатність - $\lambda_{\text{розрах}} = \lambda_{\text{пасп}}$,

де $\lambda_{\text{пасп}}$ - паспортне значення.

За паспортними даними обраного двигуна знаходимо M_n :

$$M_n = \frac{P_H}{\omega_H}.$$

$$\lambda_{\text{расч}} = \frac{M_{\text{max}}}{M_H}, \quad M_{\text{max}} = \frac{P}{\omega},$$

де M_{max} - визначається з навантажувальної діаграми.

3 Корекція обраного ЕД і ПВ

$$P_H^I = P_{\text{РОЗРАХ}} \sqrt{\frac{ПВ_{\text{РОЗРАХ}}}{ПВ_H}}, \quad P_H^I \leq P_H,$$

де P_H - визначається за паспортними даними двигуна.

Управління крановим електроприводом (ЕП)

Для реалізації поворотно-короткочасного режиму і управління швидкістю в КП (кранові приводи) застосовується контрольне управління. В даному випадку контролер - як елемент управління релейно-контакторних схемами. Схеми виконуються:

- 1 З використанням силового контролера - в ланцюзі статора (для здійснення реверсу); в ланцюзі ротора (регулювання опору, пуск, гальмування). Їх виконують кулачкового типу: КВ-100 - постійного струму, ККТ61А (60А) - змінного.
- 2 З використанням магнітних контролерів - це сукупність контролера з магнітною станцією (набором контролерів).

Переваги магнітних контролерів:

- заміна контактів силових контролерів на контакти контакторів, які працюють відповідно за послідовністю, яка визначається логікою роботи (способом управління);
- підвищення швидкодії;
- ергономічність.

Обидва способи управління здійснюють:

- автоматичне обмеження ходу КМ;
- блокування проти зіткнення двох кранів;
- блокування виходу людини на крановий міст;
- захист по струму.

Наприклад, захисні панелі: ППЗБ - по постійному струму, ПЗКБ - за змінним струмом.

Таблиця 2 – Види електроприводів кранових механізмів

вид ЕП за механізмами	вид ЕП постійного струму	Вид ЕП змінного струму	
		Магнітні станції змінного струму	Магнітні станції постійного струму
ЕП переміщення	П (ДП)	ТА (ДТА)	К (ДК)
ЕП підйому	ПС (ДПС)	ТСА (ДТСА)	КС (ДКС)

Магнітні контролери ТА, ТСА, ДТА, ДТСА використовуються в комплекті із захисною панеллю ПЗКБ.

Методика аналізу схем ЕП

Аналіз схем ЕП включає наступні етапи:

Перший етап:

- виділення головного струму - оцінка системи живлення (ТП, ТПЧ);
- визначення режиму роботи у відповідних координатах (руховий, генераторний і т.д.);
- регулювання швидкості;
- реалізація повзучої швидкості (дотягування);
- аналіз характеристик у відповідних координатах.

Другий етап:

- аналіз ланцюгів захисту (максимальна, струмовий, обмеження руху в просторі);
- наявність нульового захисту (мінімальна);
- наявність струмового захисту (максимальна);
- обмеження руху в просторі;
- захист доступу до пускової апаратури.

Третій етап:

- аналіз ланцюгів управління;
- автоматизація режимів пуску, зупинки і реверсу;
- автоматизація процесу гальмування;
- види управління (в функції швидкості, ЕРС, струму, часу, шляху);
- логіка роботи;
- основні елементи схеми управління.

При аналізі аналогових схеми ЕП виділяється:

- вид системи живлення;
- вид системи управління;
- способи підвищення жорсткості характеристик;
- види характеристик.

Особливості кранів-штабелерів (КШ)

Крани-штабелери призначені для обслуговування механізованих складів, обладнаних стелажми висотою $H = 10 \dots 25$ м.

2.1.3 Основні вузли КШ

Основними вузлами КМ є:

- механізми підйому на основі механічних штовхачів двошвидкісних з мікроприводом;
- навивальний орган (барабан), розташований внизу;
- механізм повороту (колона);
- механізм пересування (рейковий);
- захватний пристрій (поворотний або телескопічний).

2.1.4 Види кранів-штабелерів

Крани-штабелери бувають:

- мостові;
- стелажні;
- опорні;
- підвісні.

2.1.5 Характеристики КШ

Механізм підйому (граничні характеристики):

- висота 10 м;
- швидкість $8 \div 12$ м / хв;
- швидкість дотягування 4 м / хв.

Механізм пересування:

- швидкість руху 50 м / хв;
- швидкість дотягування до 10 м / хв.

візок:

- швидкість $12 \div 20$ м / хв;
- повзуча швидкість 5 м / хв.

Обертання колони:

- до 4 м / хв.

2.1.6 Особливості роботи

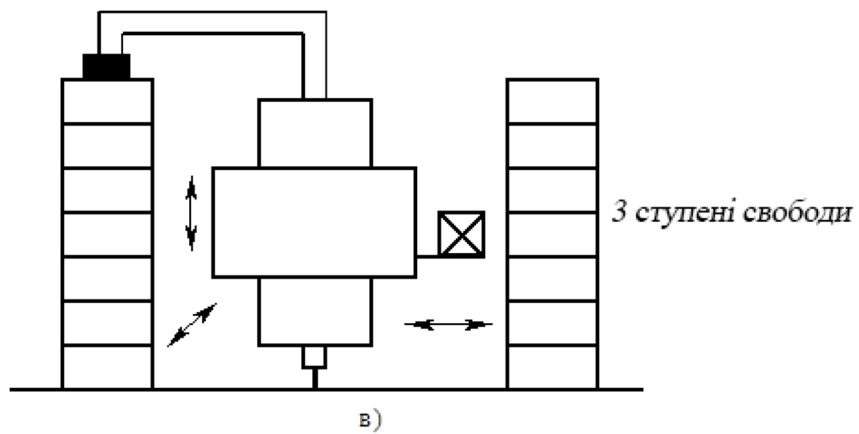
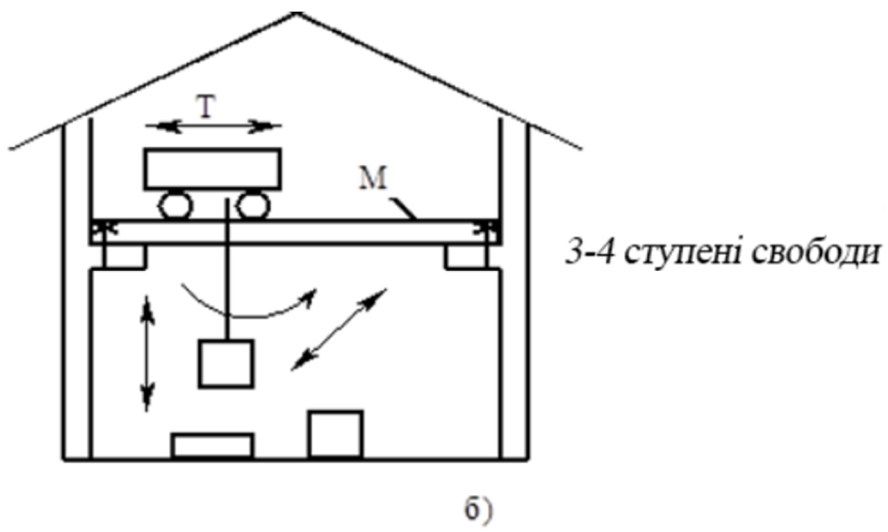
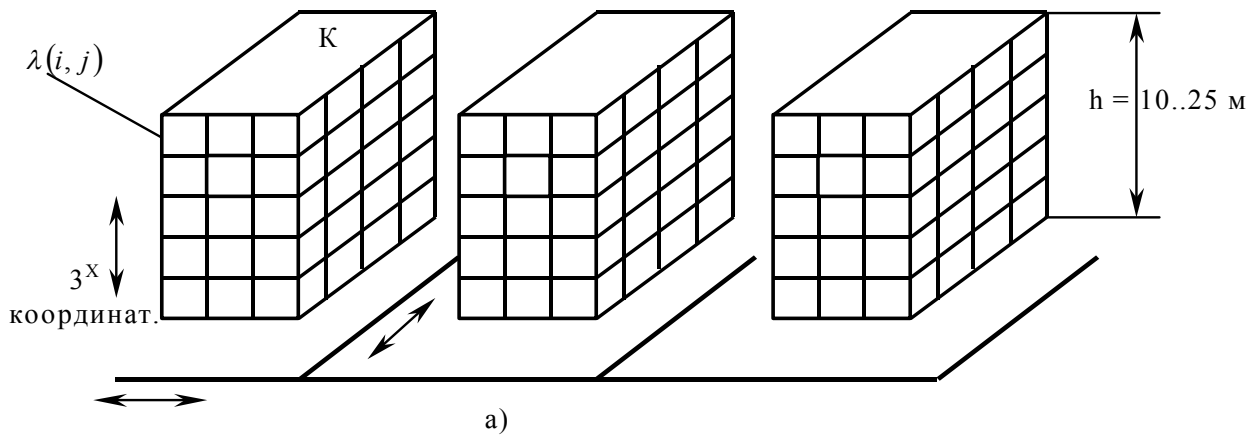
Особливостями роботи КШ є

- точна зупинка забезпечується за допомогою режиму дотягування перед осередком;
- управління приводами в функції шляху за рахунок застосування електричного гальмування;
- шляхові вимикачі: геркони або фотоелектричні локаційні датчики;
- блокування: виключення можливості одночасного переміщення моста і візка;
- захист від перевантажень при наїзді на конструкцію складу;
- обмеження вантажопідйомності;
- обмеження ходів;
- захист від обриву тягового елемента (каната).

2.1.7 Управління

Управління КШ буває:

- ручне (з пульта оператора в кабінеті);
- дистанційне з підлоги;
- автоматичне з програмним управлінням.



а - багатоярусний стелаж; б - мостовий опорний КШ; в - стелажний велосипед.

Рисунок 3 - Види і використання кранів-штаблёрів

3 ЕКСКАВАТОРИ

Екскаватори (Е) - це спеціалізовані землерийні машини, призначені для черпання ґрунту, розпушеної вибухами скельної породи і переміщення наповненого ковша до місця розвантаження.

Класифікація екскаваторів. Конструктивні та технологічні особливості.

По робочому органу:

- пряма лопата;
- зворотна лопата;
- лопата-струк;
- драглайн (крокуючий екскаватор);
- роторний.

За способом пересування:

- гусеничні;
- колісні;
- крокуючі;
- на ж / д платформі.

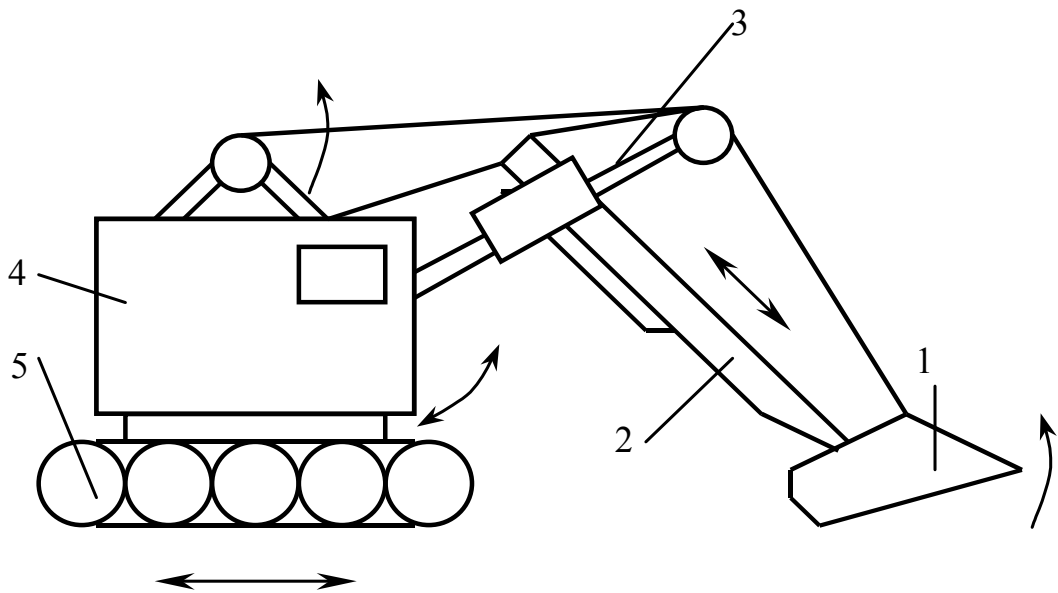
Конструктивні особливості

- механізм пересування;
- повертаюча платформа;
- стріла;
- механізм підйому;
- механізм набору ковша;
- механізм відкривання ковша.

Екскаватор з прямою лопатою ЕКГ 35/65 (рис. 4).

Об'єм лопати - $V = 35$ м³;

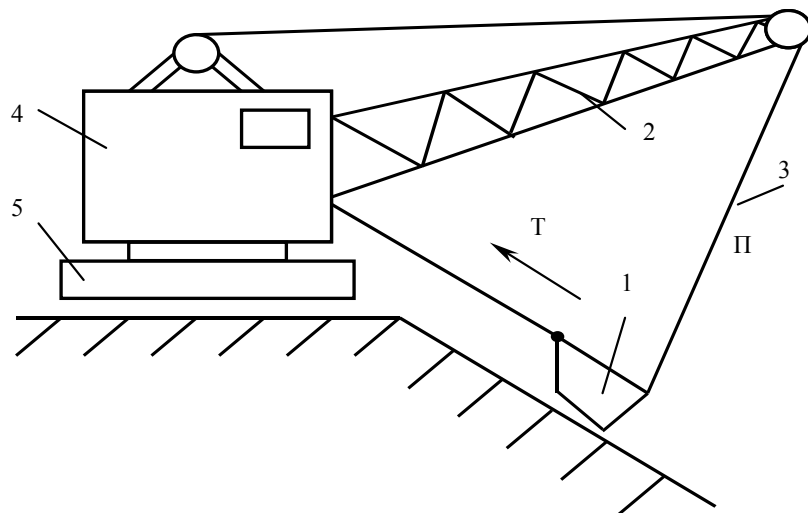
Довжина стріли $l = 65$ м.



1 - ківи; 2 - рукоять; 3 - стріла; 4 - поворотна платформа; 5 - гусеничний хід.

Рисунок 4 - Екскаватор з прямою лопатою ЕКГ 35/65

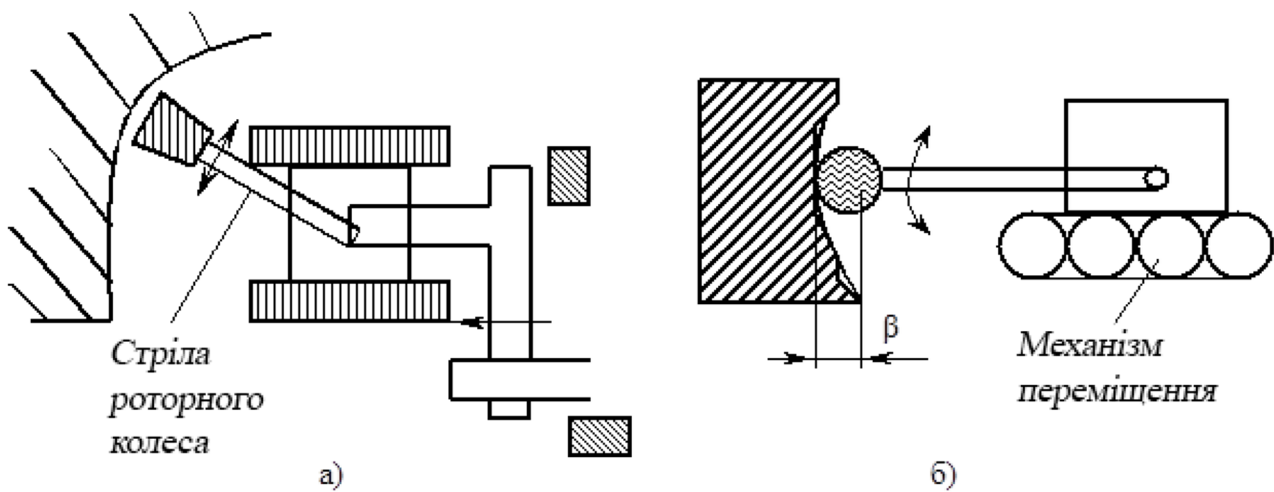
Драглайн ЕШ 100/100 (рис. 5).



1 - ківи з механізмом тяги; 2 - стріла; 3 - механізм підйому;
4 - платформа; 5 - крокуючий пристрій

Рисунок 5 - Драглайн ЕШ 100/100

Роторний екскаватор (рис. 6).



а - вид зверху; б - вид збоку.

Рисунок 6 - Роторний екскаватор

Як правило екскаватор роторного типу виконує наступні операції:

- обертання роторного колеса;
- поворот стріли;
- підйом стріли;
- пересування.

Порівняльна оцінка конструктивних і технологічних особливостей кранових механізмів і екскаваторів

Порівняльна оцінка КМ і екскаваторів за видами виконуваних операцій представлена в табл. 1. Відмінна риса екскаваторів - наявність приводів напору і тяги.

Таблиця 3 – Порівняльна оцінка КМ і екскаваторів за видами виконуваних операцій

вид операції	КМ	екскаватори		
		Л	Д	РЕ
підйом	+	+	+	+
поворот	+	+	+	+
переміщення	-	+	+	+
напір	-	+	-	+
тяга	-	-	+	-

3.1.1 Допоміжні приводи екскаваторів

Допоміжні приводи забезпечують:

- пересування;
- відкривання-закривання ковша;
- вентиляцію;
- ремонтні операції.

3.1.2 Особливості роботи приводів екскаваторів

Особливостями роботи приводів екскаваторів є:

- режим роботи - поворотно-короткочасний (як в КМ);
- важкий режим роботи, часті перевантаження і догляд в режим сто-поріння;
- більш складні маніпуляції робочим органом в робочій зоні;
- механічні характеристики складніші, ніж у КМ, за рахунок трясіння, вібрацій, ударів;
- висока перевантажувальна здатність $\lambda = 4 \dots 6$;
- вплив пружних механічних зв'язків: зазорів і т.д. на точність.

3.1.3 Привід підйому

Привід підйому характеризують:

- різка змінна, навантаження багаторазово перевищує номінальне;
- обмеження моменту в статичному і динамічному режимі. Висока швидкодія в обмеженні цих моментів.

3.1.4 Привід повороту

Особливості приводу повороту:

- істотне перевищення моменту інерції механізму над механізмом інерції приводу (>10 раз);
- робота в основному в перехідних режимах (пуск, гальмування, реверс);

- велике число ланок - велика кількість люфтів і падає точність.

3.1.5 Привід напору і тяги

Цей привід аналогічний приводу підйому. Використовується механічний захист - муфта граничних моментів для згладжування ударних моментів.

Загальні вимоги до електроприводів екскаваторів

Електроприводи екскаваторів повинні забезпечити:

- високу перевантажувальну здатність (λ);
- обмеження струму (I) допустимим стопорним моментом;
- мінімальний час перехідного процесу при обмеженні моментів і прискорень;
- наявність механічного захисту в приводі напору;
- демпфірування схемами з'єднання силових елементів виникаючих збурень;
- індивідуальний і багатодвигунний режим роботи;
- здійснення аналогового безперервного управління швидкістю механізмів у всіх режимах з високою точністю і швидкодією;
- наявність основної системи живлення генератор-двигун зі збудженням генератора від керованого перетворювача.

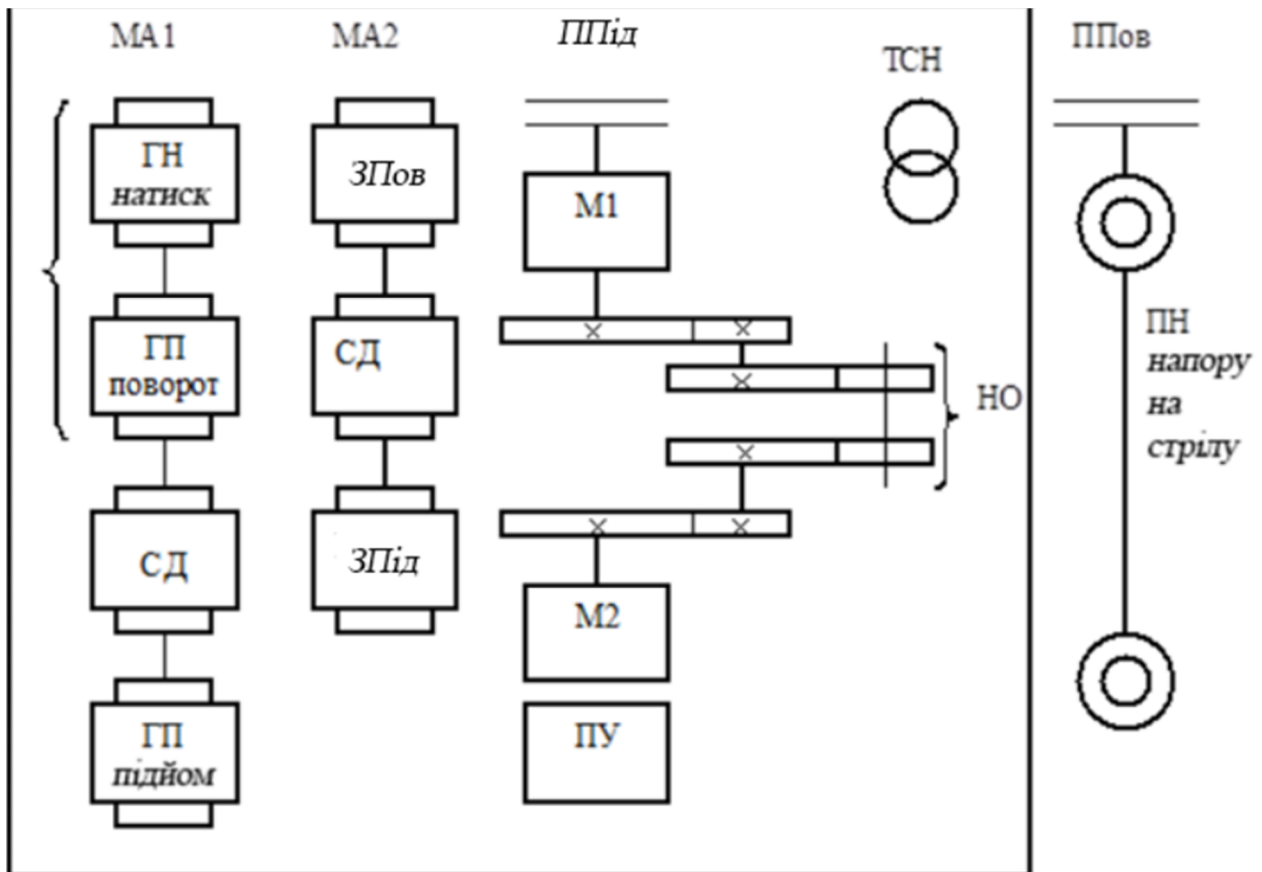
3.1.6 Джерела живлення екскаваторів

В якості джерела живлення або перетворювача можуть виступати: спеціальний генератор збудження; ЕМУ; МУ; ТП.

Системи управління приводами повинні забезпечувати управління основним параметром $M(I)$ або підлеглим (U).

3.1.7 Система живлення Г - Д

На рис. 7 представлено планування електрообладнання екскаватора.



МА1 - джерело живлення приводного ЕД; МА2 - джерело живлення обмоток збудження; ППід - привід підйому; АЛЕ - навівальний орган; ПУ - пульт управління; ТСН - трансформатор власних потреб; ГН, ДП, ГПД - генератори приводів напору, повороту, підйому; СД - синхронний двигун; М1, М2 - двигуни приводу підйому; ППов - привід повороту; ПН - привід напору; ЗПов, ЗПід - збудники приводів повороту і підйому відповідно.

Рисунок 7 - Платформа екскаватора з електрообладнанням

3.1.8 Система живлення ТП - ДПТ

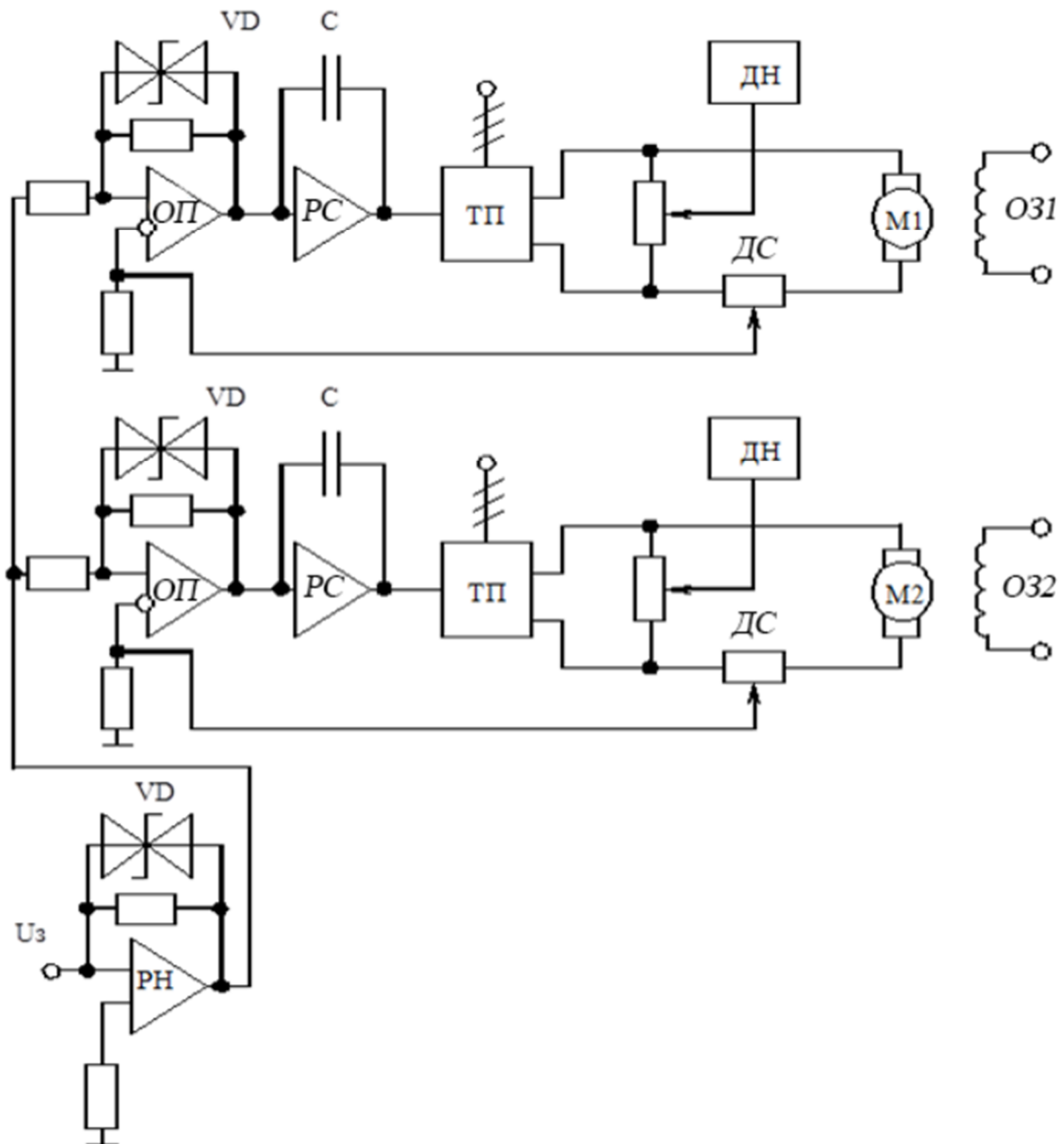
переваги:

- менша інерційність в порівнянні з Г - Д;
- менша маса і габарити.

недоліки:

- вплив на синусоїду напруги живлення, наявність вищих гармонік;
- низькі демпфируючі властивості;
- індивідуальний привід на кожен двигун.

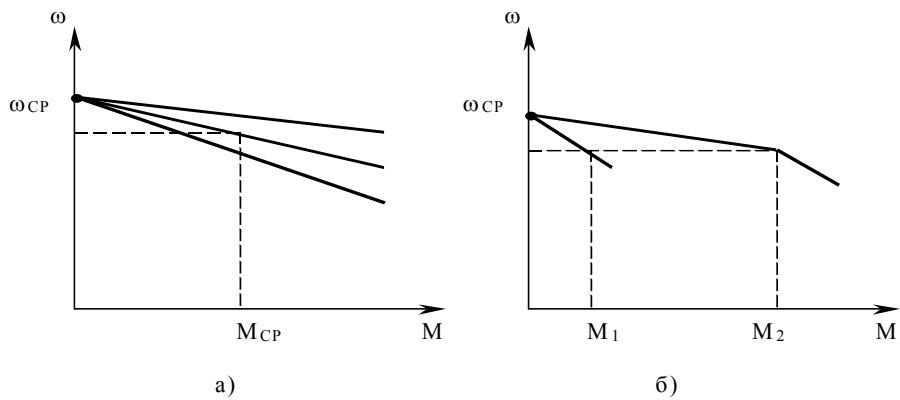
На рис. 8 представлена реалізація 2-рухового аналогового приводу повороту по схемі живлення ТП-ДПТ. На рис.9 представлені механічні характеристики такої схеми.



ОП - операційний підсилювач; РС, РН - регулятори струму та напруги; U_3 - напруга завдання; O_{3i} - обмотка збудження; ДН, ДС - датчики напруги та струму; ТП - тиристорний перетворювач; M_i - двигуни

Рисунок 8 - САУ ЕП повороту

Кожен привід живиться від власного ТП, має свій регулятор струму з пристроєм обмеження його в різних режимах. Регулятори напруги - загальні. На ОУ подається завдання по току, яке йде на кожен привід окремо.



а - двигуни на одному «валу»; б - двигуни працюють самостійно.

Рисунок 9 - Механічні характеристики 2-рухової САУ ЕП.

Особливості статичних характеристик електроприводів по вузлах

Параметри оцінок статичних характеристик:

1 Коефіцієнт заповнення характеристик (рис. 10):

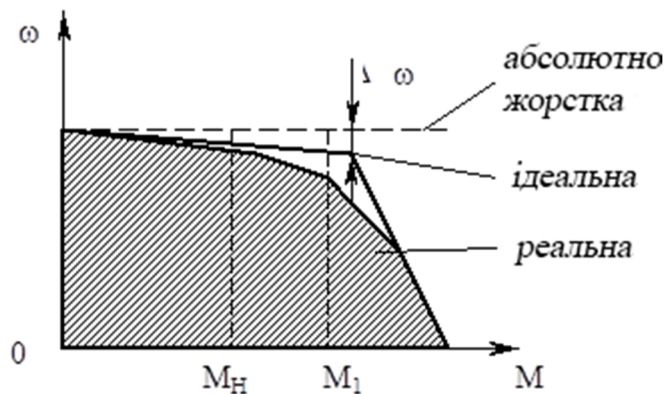


Рисунок 10 - Реальна характеристика ЕП

$$K = \frac{S_{PX}}{S_{ИХ}}$$

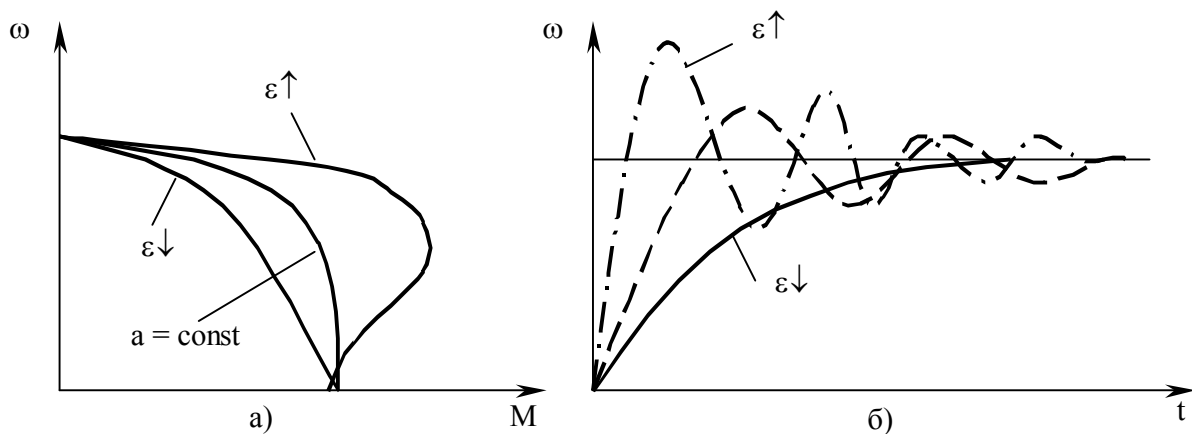
2 Жорсткість характеристики:

$$\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta M}$$

3 Момент опору МС.

Виділимо основні особливості:

- 1 Жорсткість характеристик і коефіцієнт заповнення визначають продуктивність.
- 2 М'яка характеристика застосовується для механізмів з частими стопореннями.
- 3 Для допоміжних операцій - розчищення та підготовка кар'єра - робота приводів здійснюється на знижених швидкостях за рахунок зниження напруги.
- 4 Для всіх характеристик характерним є обмеження моменту через важкі умови роботи вузлів екскаваторів. Поворот і підйом драглайнів з постійним прискоренням; підйом і натиск лопати зі зменшеним прискоренням.
- 5 На формування характеристики впливає динамічний момент. Він же впливає на тривалість перехідного процесу (рис. 11): $M_{дин} = J\varepsilon$.



а - механічна характеристика; б - перехідні процеси.

Рисунок 11 - Механічні характеристики і перехідні процеси в системі з $\varepsilon = var$

Вибір потужності ЕП екскаваторів

Вибір проводиться за аналогією з крановими механізмами:

- попередній вибір потужності електродвигуна по статичному навантаженні;
- перевірка двигуна в динамічному режимі на динамічні властивості в поворотно-короткочасному режимі.

3.1.9 Особливості управління ЕП екскаваторів

Для управління ЕП екскаваторів характерні наступні особливості:

- 1 Використання аналогових систем управління на базі джерел живлення Г-Д, ТП - Д.
- 2 Керовані координати:
 - сила струму (момент); має бути обмеження моменту;
 - напруга.
- 3 Невисокі вимоги до жорстких механічних характеристиках, при $D = 4 \div 6$.

Зазначені особливості реалізуються на основі теорії підлеглого регулювання з послідовною корекцією і використанням УБСР (уніфікована блокова система регулювання).

Застосовується метод пом'якшення механічних характеристик. Це відбувається при збільшених навантаженнях за рахунок переведення системи в розімкнутий стан (відхилення ЗН) і за рахунок використання + ЗН.

У системах управління екскаваторами реалізується високий коефіцієнт посилення за рахунок декількох каскадів посилення - РН, РС (рис. 12).

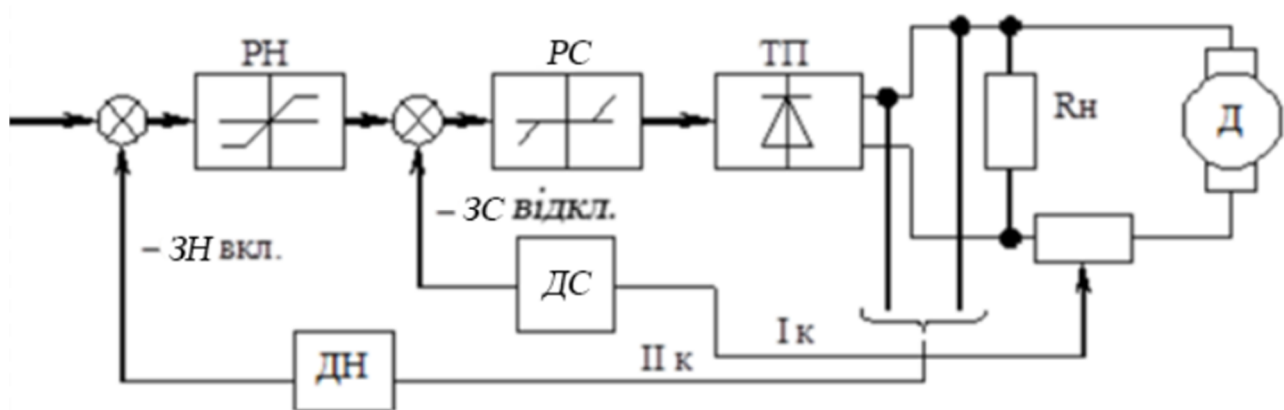


Рисунок 12 - САУ ЕП з послідовною корекцією.

$$-ЗН: E_{ТП} = (U_3 - U_{ЗС})K_{РН}K_{ТП}; \quad E_{ТП} = U_3K_{РН}K_{ТП}; \quad -ЗД: E_{ТП} = (U_3K_{РН} - IK_{ЗС})K_{РС}K_{ТП}.$$

4 ПІДЙОМНИКИ

Підйомники - це стаціонарні ОПМ циклічної дії, призначені для підйому (спуску): вантажу - вантажні, вантажів і людей - вантажопасажирські, тільки людей - ліфти.

Групи підйомників:

- ШПМ - (шахтно-підйомні машини);
- СПДП - (скіпові підйомники доменних печей);
- МП - ліфти (багатопозиційні підйомники).

Шахтно-підйомні машини

Конструктивно ШПМ представлена на рис. 13.

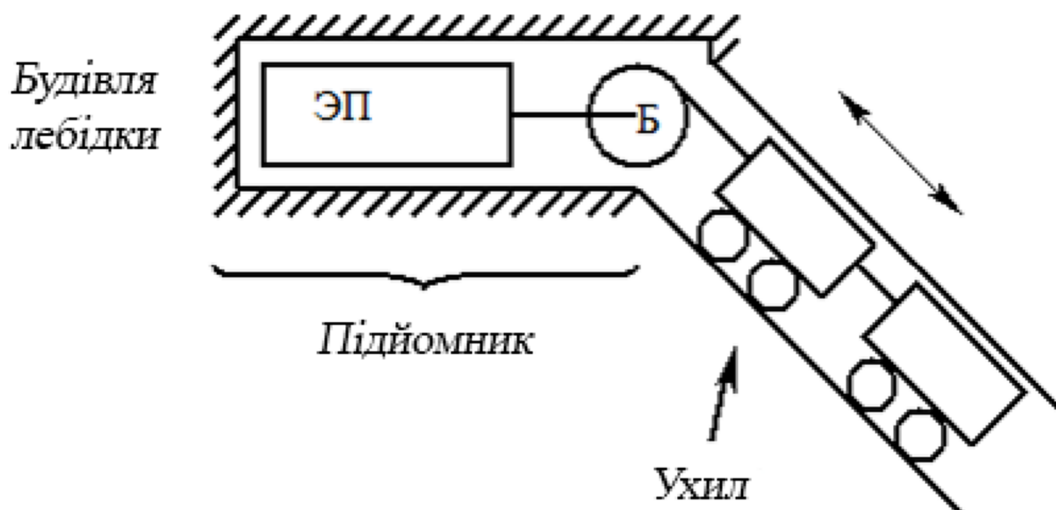


Рисунок 13 - Похилі ШМП

4.1.1 Класифікація ШМП

По призначенню:

- головні (вантажні, силові);
- допоміжні (Клітьові).

По куту нахилу:

- вертикальні;
- ухил.

За типом підйомних пристроїв:

- Клітьові - для людей і вагонеток;

- скіпові - для видачі корисного вантажу.

За типом органу навивки:

- барабанні;
- циклічні;
- конічні;
- шків тертя.

За типом приводу:

- АТ з фазним ротором;
- ДПТ з живленням від АТ і ТП-Д.

За способом управління:

- однокінцеві - неврівноважені;
- двукінцеві - врівноважені.

По розташуванню напрямних шківів:

- на одній осі;
- в одній площині.

4.1.2 Технологічні особливості ШПМ

Технологічними особливостями ШПМ є:

- рух по одній координаті;
- циклічний характер роботи, який визначається тахограммою (5 - 7 - періодною), див. рис. 14 і рис 15.

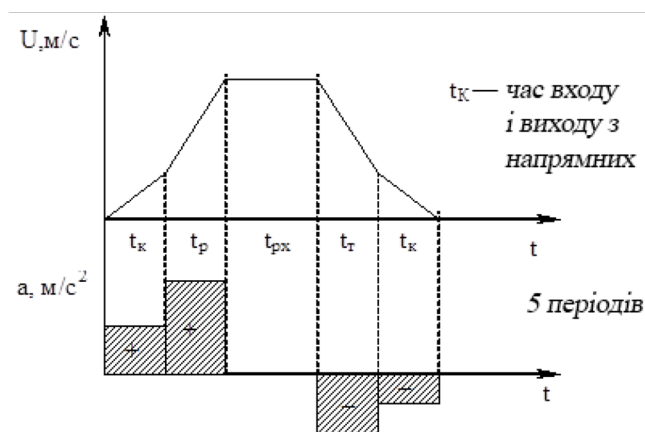


Рисунок 14 - 5-періодна тахограмма роботи ШПМ

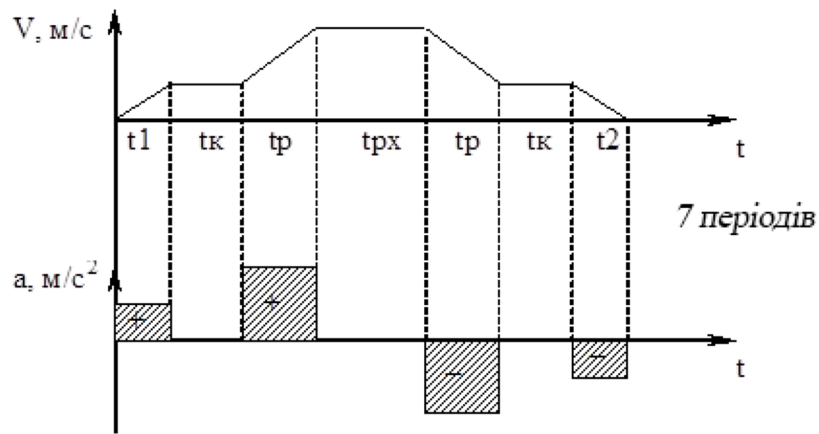


Рисунок 15 - 7-періодна тахограмма роботи

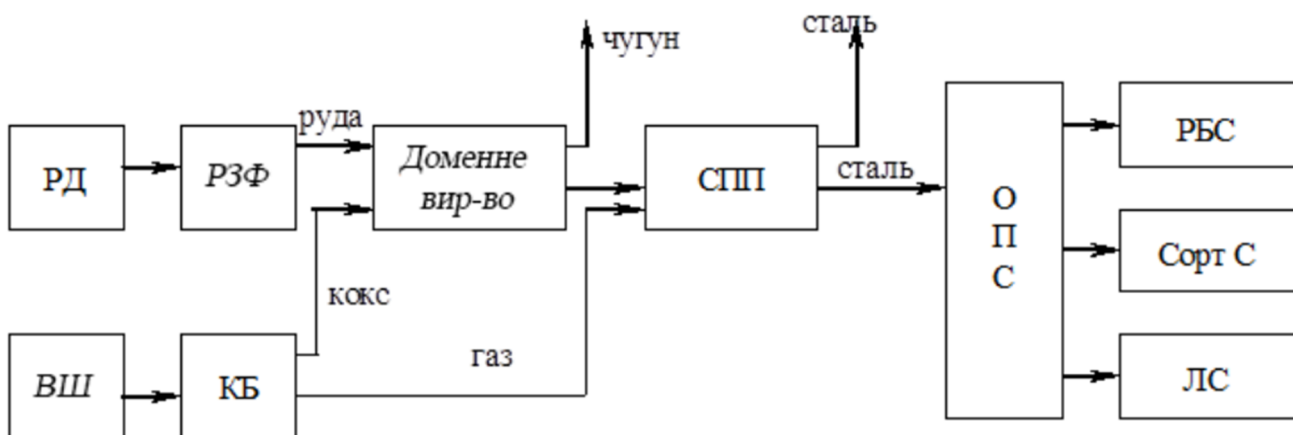
Основним завданням приводу є виконання наступних операцій:

- тахограми рухів;
- регулювання швидкості руху по одній координаті;
- обмеження прискорення при розгоні і гальмуванні;
- точного позиціонування;
- реалізації логіки роботи при підйомі з декількох гарнізонів.

Скіпові підйомники доменних печей

Скіпові підйомники використовуються для підйому коксу, агломерату і т.д.

Структурна схема металургійного виробництва представлена на рис. 16.



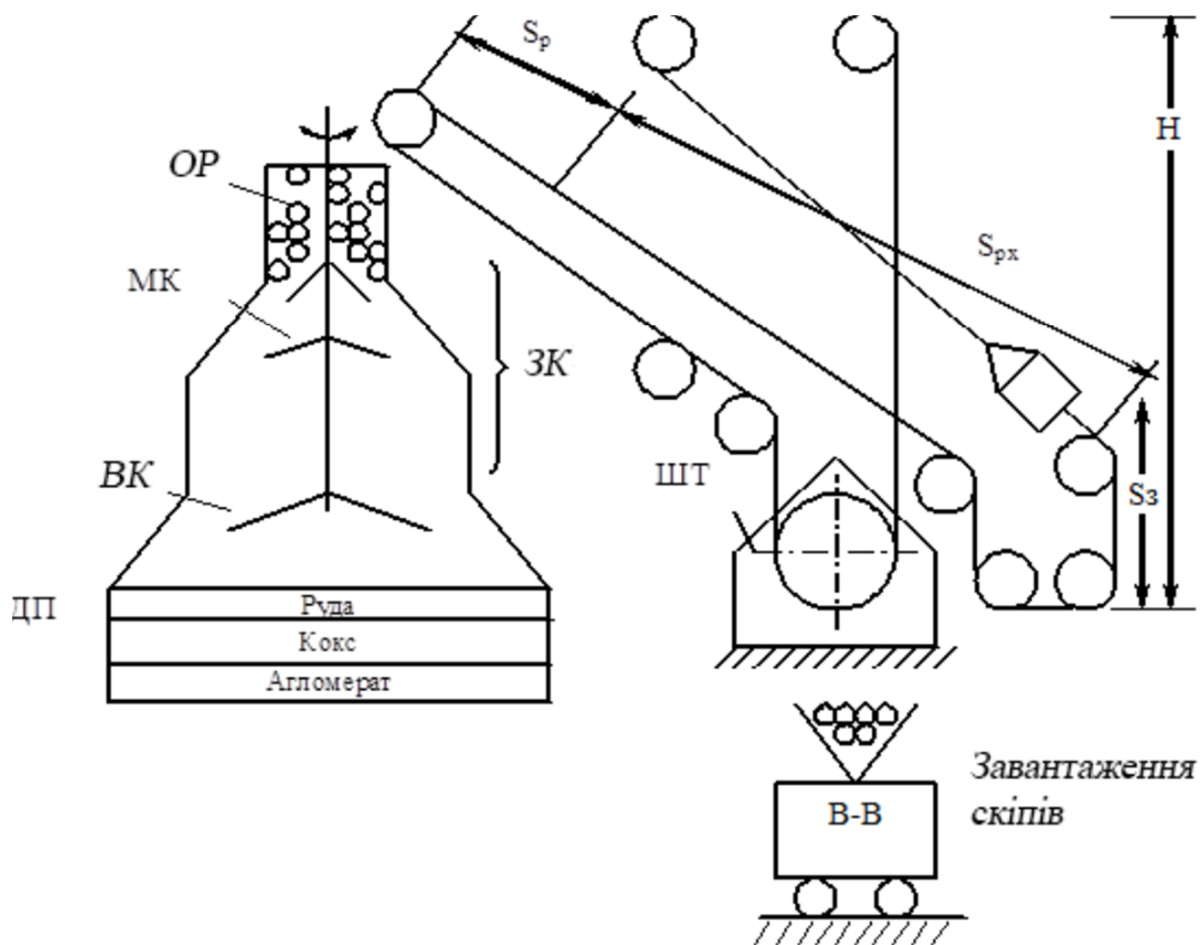
РД - рудністий двір; РЗФ - рудозбагачувальна фабрика; ВШ - вугільна шахта; КБ - коксова батарея; СП - сталеплавильне виробництво; ОПС - обтискні прокатні стани; РБС – рейкобалкові стани; Сорт С - сортові стани; ЛС - листові стани

Рисунок 16 - Структура металургійного виробництва

У доменному виробництві виділяють (рис 17):

- вагон-ваги (для подачі коксу, руди, агломерату від бункерів до скіпів);

- коксопогрузочні пристрої (відсів, зважування, завантаження-розвантаження скіпа);
- доменний підйомник (подача шихти в доменну піч).



В-В - вагон-ваги; ШТ - шків тертя; ОР - обертаючий розподільник; МК - малий конус; ВК - великий конус; ДП - доменна піч; ЗК - зрівняльний клапан

Рисунок 17 - Особливості доменного виробництва.

Всі матеріали доменного виробництва пов'язані між собою програмою, яка має циклограму, представлену на рис. 18. Її основні характеристики:

- обсяг скіпа до 40 тонн;
- швидкість руху скіпа до 4 м / с;
- шлях ≈ 500 м;
- висота ≈ 80 м.

Технологічними особливостями підйомників є:

- циклічний режим;
- повторно-короткочасний режим;

- підйом двухкінцевої, врівноважений;
- тахограма, аналогічна ШПМ (7 періодів).

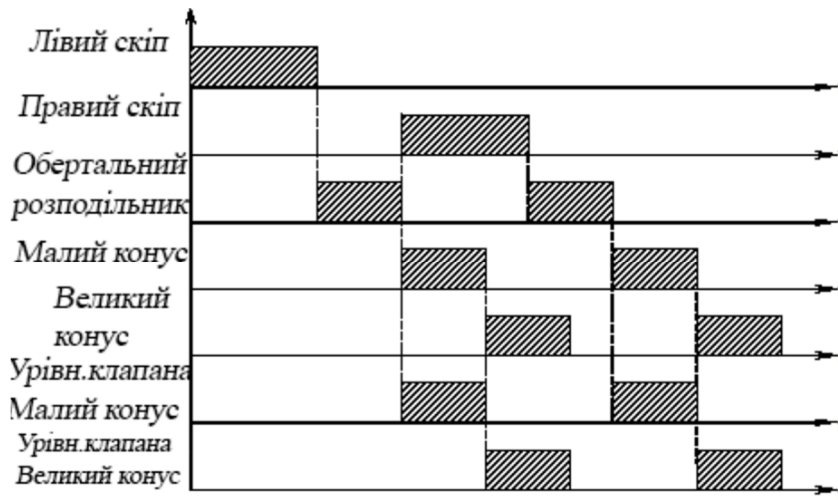


Рисунок 18 - Циклограма роботи доменної печі

Багатопозиційні підйомники

Прикладами названих підйомників є:

- вантажні та пасажирські ліфти;
- шахтні підйомники;
- маятникові контактні дороги.

У звичайних позиційних підйомниках аррестори фіксовані, і подальший рух однозначно визначено. У багатопозиційних підйомниках виникає складна задача управління ними.

4.1.3 Вимоги до ЕП багатопозиційного підйомника

ЕП багатопозиційного підйомника повинен забезпечувати:

- переміщення по одній координаті;
- управління відповідно до тахограмми;
- нормування прискорень;
- швидкість дотягування;
- задану швидкість позиціонування;
- точність позиціонування;

- необхідність вирішення логічної задачі подальшого переміщення.

4.1.4 Конструктивні особливості

Виділимо особливості багатопозиційного підйомника (рис. 19):

- двухкінцевий, врівноважений підйом;
- шків тертя - це орган навивки;
- направляючі сталеві канати.

4.1.5 Технологічні особливості

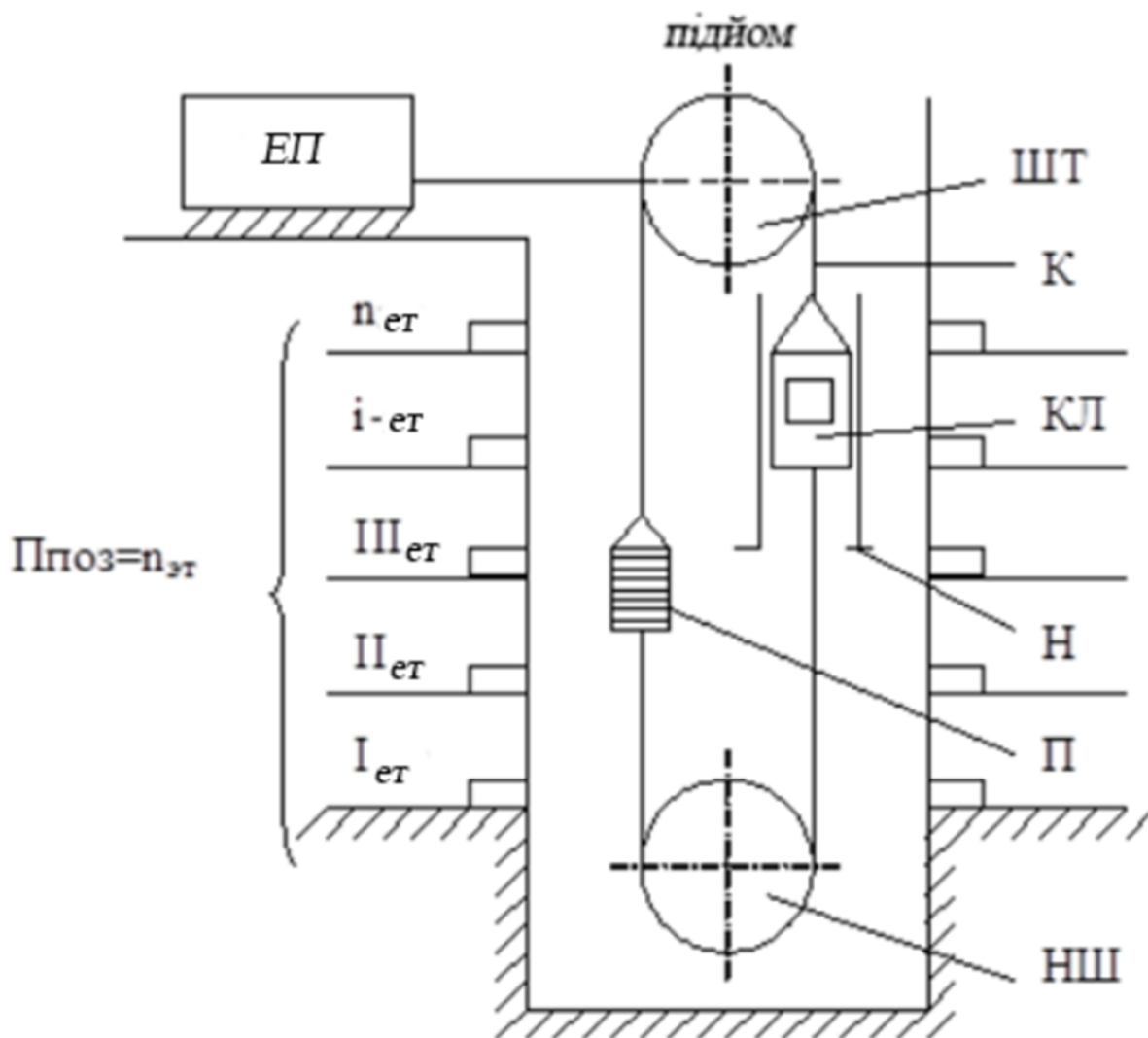
Багатопозиційні підйомники характеризуються такими параметрами:

- 1 За швидкістю підйому:
 - швидкохідні (1÷1.5 м / с);
 - швидкісні (2÷2.5 м / с);
 - високошвидкісні (3.5÷5 м / с);
 - тихохідні (0.5÷0.65 м / с);
 - вантажні (0.1÷0.5 м / с);
- 2 По допустимому прискоренню: 2÷2.5 м / с²;
- 3 За ривком - прискорення при прискоренні: 3÷10 м² / с⁴.

Для тихохідних і швидкохідних ліфтів використовується 3-періодна тахограма, а для швидкісних і високошвидкісних - 5 і 7-періодна.

До технологічних особливостей також відносяться:

- позиціонування або точна зупинка ліфта (рис. 20);
- ST - гальмівний шлях $S_T = J \frac{\omega_{нач}}{\sum (M_C + M_T)} \frac{D_{ш}}{2}$;
- ΔS - помилка позиціонування;
- логіка роботи (завантаження і вивантаження повинні йти по декількох поверхах).



*НШ - направляючий шків; ШТ - шків тертя; Н - напрямні;
 К - канат; КЛ - кабіна ліфта; П - противага.*

Рисунок 19 - Конструктивна схема ліфта

Продуктивність ліфта необхідно визначати за формулою

$$P = \frac{360\gamma E}{2\frac{H}{V} + \sum t} \text{ чол / год,}$$

де $\gamma = 0,6 \dots 0,8$ - коефіцієнт завантаження кабіни, при 8-10 поверхах; E - вантажопідйомність ліфта; H - висота підйому; V - швидкість руху кабіни; $\sum t$ - сумарні витрати часу на відкриття і закриття кабіни, вихід і вхід людей, прискорення і гальмування.

Характерна особливість технології роботи - необхідність в швидкості дотягування.

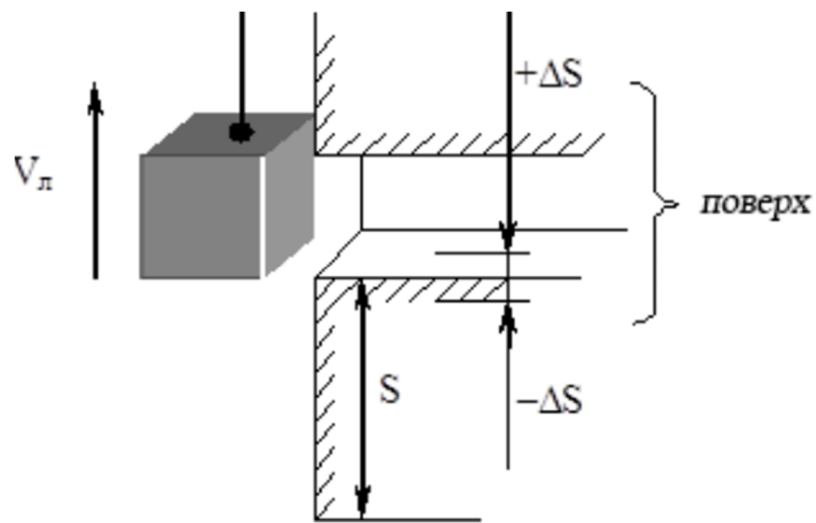


Рисунок 20 - Позіціонування ліфта в шахті

4.1.6 Реалізація швидкості дотягування

Швидкість дотягування можливо реалізувати наступними способами.

1 Асинхронний двошвидкісний двигун з КЗ ротором (рис. 21):

$$\omega = \frac{\pi \cdot f}{p},$$

де $p = 1$ або 2 - число пар полюсів.

Зі збільшенням числа пар полюсів p швидкість двигуна зменшується.

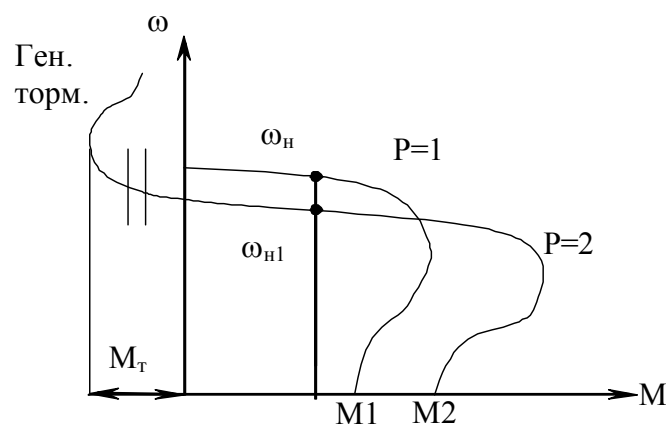
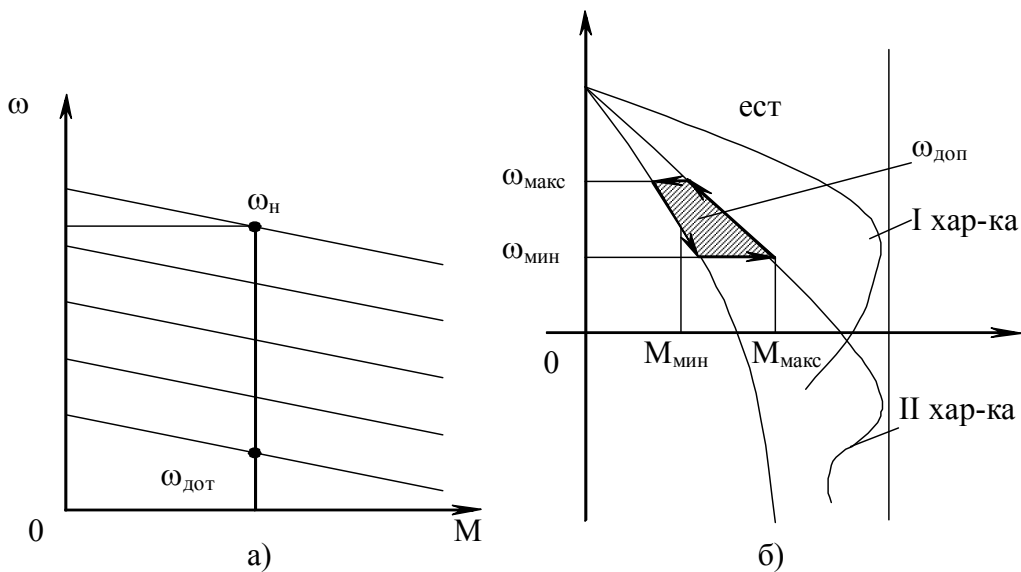


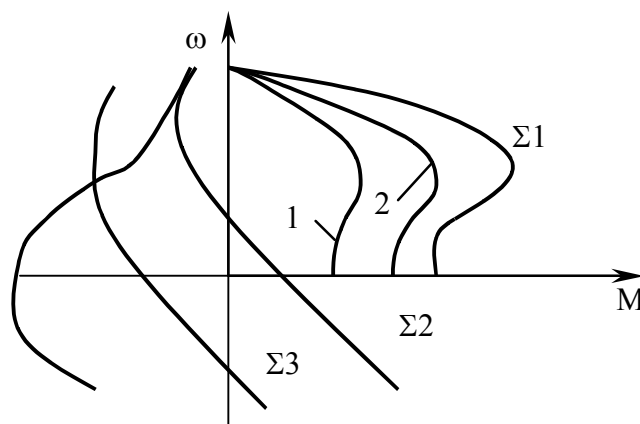
Рисунок 21 - Реалізація швидкості дотягування

- 2 АТ з фазним ротором - реалізація динамічного гальмування за рахунок зміни опору резисторів.
- 3 АТ з фазним ротором, режим перемикання. Швидкість дотягування підтримується в заданих межах за рахунок циклічного перемикання 2 реостатних характеристик за рахунок зміни величини опору (рис. 22, б).
- 4 ДПТ зі зміною напруги живлення - $U_{д\text{min}} \Rightarrow \omega_{доп}$ (Рис. 22, а);
- 5 Використання двох АТ на одному валу (рис. 23).



а - в двигуні постійного струму; б - в АТ з фазним ротором.

Рисунок 22 - Реалізація швидкості дотягування



$\Sigma 1 - \omega_1 \uparrow \omega_2$ (Збігаються за напрямком);

$\Sigma 2$ - АДІ в динамічному режимі; $\Sigma 3$ - АДІ в реверсі.

Рисунок 23 - Механічні характеристики дводвигунової системи

Реалізація режиму дотягування застосовується практично у всіх підйомниках.

4.1.7 Методика вибору потужності ЕД для підйомника

Вибір потужності ЕД здійснюється в наступному порядку.

- 1 Попередній вибір потужності ЕД по статичним характеристикам.
- 2 Перевірка двигуна в динамічному режимі.

Підйомники можуть бути:

- однокінцеві неврівноважені ($g_{НСК} \neq 0$);
- двукінцеві врівноважені ($g_{НСК} = 0$).

Залежно від виду підйомника визначають статичну силу $F_{ст}$, за величиною якої вибирають попередньо двигун:

$$F_{ст} \approx g_{зр.сек} - g_{НСК},$$
$$P = \frac{M_{кр} \omega}{1000}, P = \frac{F_{ст.рез} V_{max}}{1000\eta}, \text{ кВт};$$
$$M_{кр} = \frac{M_{ст}}{U}, M_{ст} = F_{ст} R,$$

де R - радіус барабана, м; U - передавальне число редуктора; η - ККД; V_{max} - максимальна швидкість підйому, м / с; ω - швидкість обертання двигуна, з-1.

Перевірка двигуна в динамічному режимі зводиться до визначення $M_{екв}$ і порівняно його з $M_{ном}$

$$M_n \geq M_{екв},$$

На рис.24 представлена типова здатність навантажувальна діаграма приводу ліфта.

Навантажувальна діаграма (M_{Σ}, T) - характер зміни сумарного моменту. $M_{екв}$ знаходиться як середнє квадратичне значення моменту за цикл роботи:

$$M_{CP.KB} = M_{ЭKB} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\sum t_i}},$$

на підставі чого перевіряємо відношення потужностей - $P_H \leq P_{расч}$, де

$$P_H = \frac{M_H}{\omega}, \quad P_{расч} = \frac{M_{эKB}}{\omega_{cp}}.$$

Визначаємо розрахункову перевантажувальну здатність двигуна:

$$\lambda_{расч} = \frac{M_{MAX}}{M_H},$$

$$\lambda_{расч} \leq \lambda_H.$$

Потім виробляємо перевірку двигуна за тривалістю включення (ПВ).

$$P_{кор} = P_H \cdot \sqrt{\frac{ПВ_P}{ПВ_H}};$$

$$ПВ_P = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + t_{II}}.$$

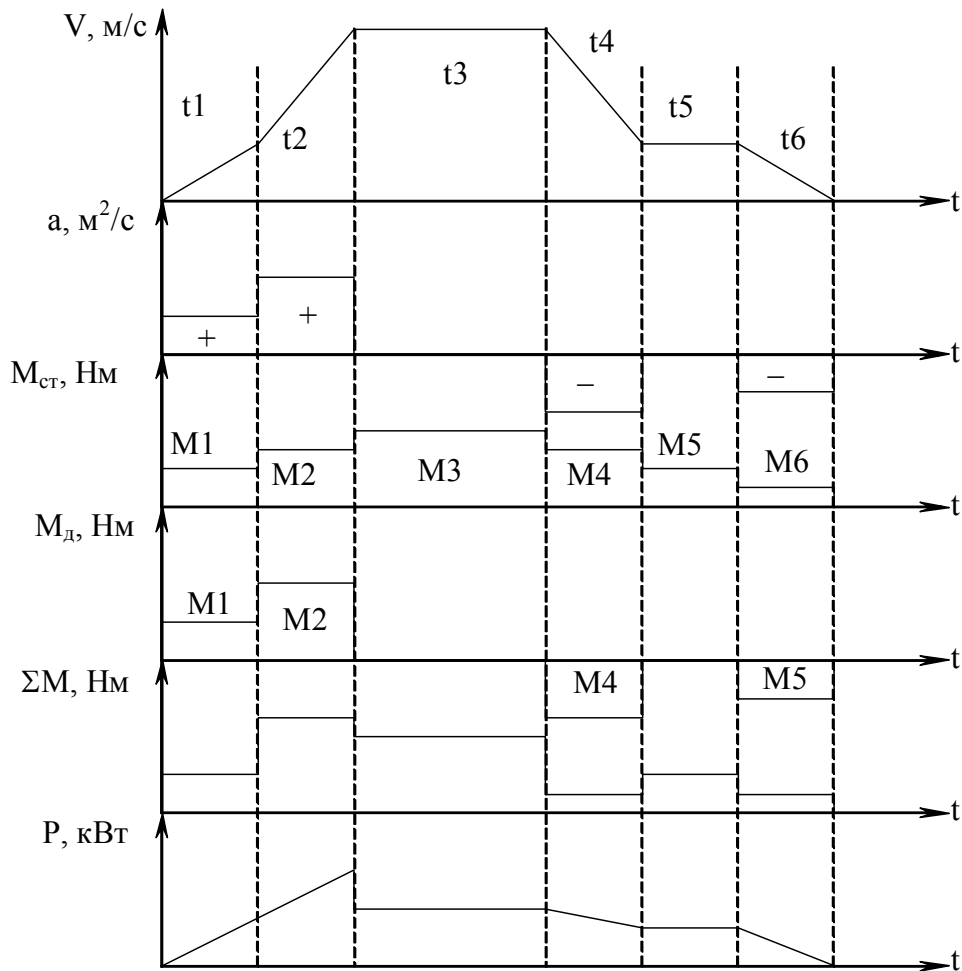

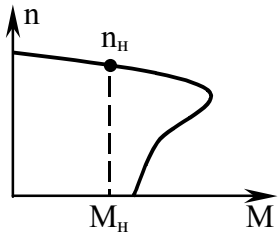


Рисунок 24 - Навантажувальна діаграма

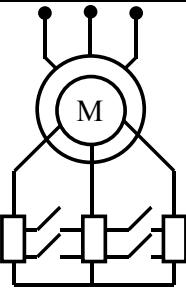
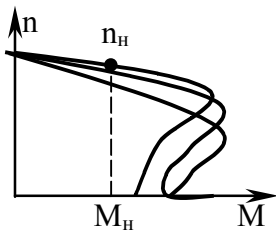
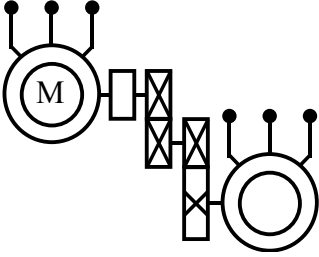
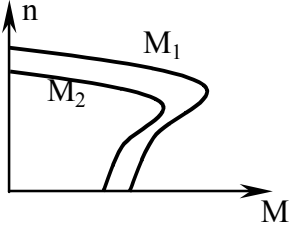
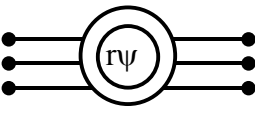
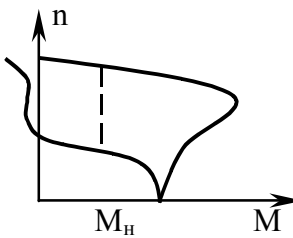
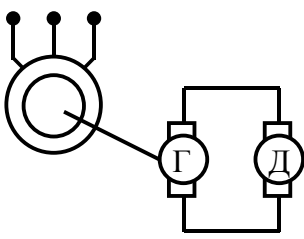
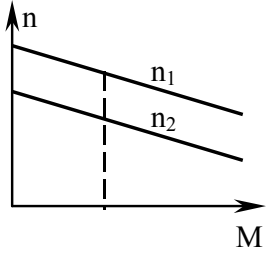
Системи живлення ліфтових та інших підйомників

Системи живлення підйомників представлені в табл. 2.

Таблиця 4 – Системи живлення підйомників

ЕП	Дрег	Тип ліфта	схема ЕП	Характеристики
1	2	3	4	5
АТ з КЗ ротором	1: 1	Тихохідний вантажний або пасажирський		

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
АТ з ФР (з конт. Кільця-ми)	1: 1	-		
АТ з КЗ ротором	(4..5): 1	При підвищеній вимозі до точності зупинки		
АТ 2 швидкісний з 2 обмотками на статорі.	(3..4): 1	Тихохідний, швидкохідний.		
АТ 2 швидкісний з мікропривід	10: 1	Швидкохідний з підвищеною вимогою до точності зупинки	-	-
ЕП ПТ по системі живлення Г-Д (редукторний або безредукторний).	10: 1 і більше	високошвидкісний		
ПП - Д (редуктор. Або безредуктор.)	10: 1 і більше	високошвидкісний	-	-

Особливості управління ліфтами

4.1.8 Особливості тахограм ліфтів

Як правило, тихохідні і швидкохідні ліфти працюють по 3 періодній тахограмі, а швидкісні ліфти - по 7 періодній.

Для тахограм ліфтів характерно:

- 1 Використання ривків для інтенсивного наростання швидкості;
- 2 Час тахограми може змінюватися.

4.1.9 Особливості управління ліфтами

Управління ліфтами здійснюється відповідно до команд:

- з кабіни;
- з позиції виклику.

Системи управління діляться за типами:

- з роздільним керуванням;
- зі збірним (збір команд і обробка їх за пріоритетами) управлінням.

Для управління ліфтами застосовуються такі СУ:

- релейно-контакторні - для тихохідних пасажирських ліфтів з двошвидкісним АД з КЗ-ротором;
- аналогові системи на базі магнітних і операційних підсилювачів - для швидкісних ліфтів з системою живлення Г-Д і ТП-Д;
- цифрові - для високошвидкісних ліфтів з системою живлення ТП-Г-Д.

Все СУ повинні відповідати наступним вимогам:

- високої надійності;
- високої безпеки;
- заданої продуктивності.

4.1.10 Вузли системи управління

Система управління ліфтами включає наступні вузли:

- 1 Вузол визначення положення ліфта.
- 2 Автоматичний вибір напрямку руху.
- 3 Вузол гальмування.
- 4 Вузол точної зупинки.
- 5 Систему автоматичного відкриття дверей.

- 6 Вузли захисту: від перевищення швидкості; від перевантажень; від руху кабіни з відчиненими дверима; від обриву каната; від користування ненавченим персоналом.

Засоби контролю положення кабіни в шахті

Існують наступні схеми визначення положення кабіни: релейно-контакторні; цифрові; аналогові; цифро-аналогові.

Розглянемо наступні елементи схем управління:

- 1 Важільні селектори на поверхах.

Це найбільш прості елементи контролю, що застосовуються в релейно-контакторних схемах управління. Конструктивно вони являють собою трьохпозиційний важіль (рис. 25), який знаходиться на кожному поверсі, а на кабіні ліфта - фігурна скоба. Застосовуються важільні селектори при швидкості ліфта до 0,7 м / с.

Трьохпозиційний перемикач, що знаходиться на поверсі (так званий поверховий перемикач - ЕП) переводиться в одне з трьох положень:

- кабіна вище поверху - важіль вліво;
- кабіна на поверсі - важіль посередині;
- кабіна нижче поверху - важіль вправо.

Недоліки: низька надійність, швидкий знос, обмежений ресурс включення.

Переваги: простота реалізації.

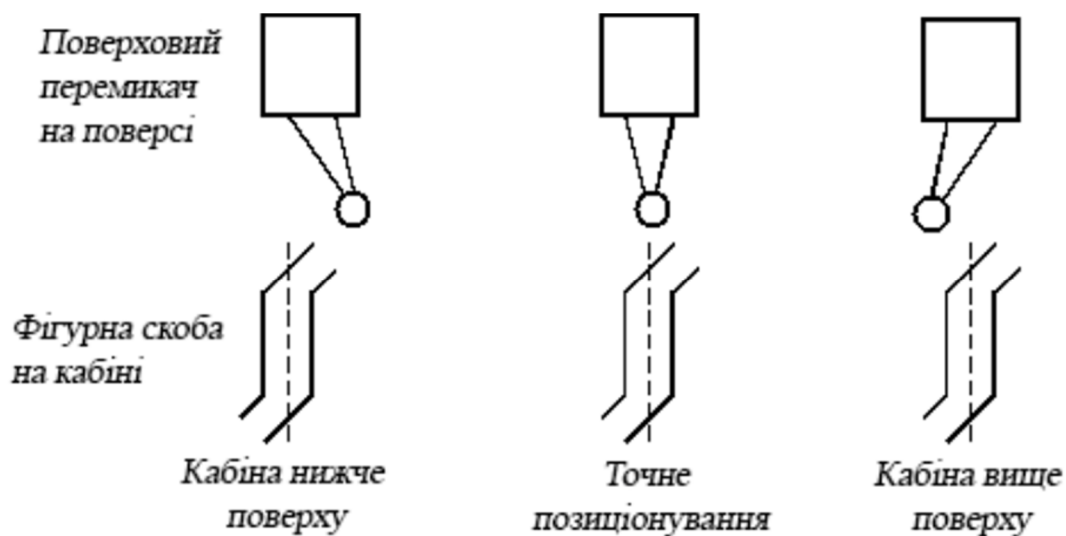


Рисунок 25 - Робота важільних селекторів

2 Копіювальні автомати в машинному залі.

Застосовуються при швидкості до 1 м / с.

3 Електричні селектори на індуктивних датчиках.

Датчик являє собою розірваний сердечник, розташований на поверхсі, послідовно з яким включається навантаження. Зміна стану датчика фіксується замиканням датчика при підході кабіни.

Застосовується при швидкості понад 1 м / с.

4 Апаратура ВНДІ ЕП.

Розрахована на швидкість до 2 м / с. Зроблена на базі шести індуктивних датчиків на кабіні, які взаємодіють зі скобами на поверхах. Сигнал - двійковий шестирозрядний. Використовується спільно з датчиком точної зупинки.

В контролі положення кабіни ліфта в шахті, а також управлінні логікою роботи ліфта беруть участь наступні вузли і блоки:

- вузол вибору напрямку руху в автоматичному режимі;
- вузол уповільнення за наказами від реле селекції;
- вузол точної зупинки;
- вузол управління дверима.

Засоби автоматизації поточно-транспортних систем

При автоматизації поточно-транспортних систем виділяють наступні параметри:

- швидкість руху тягового органу, його цілісність, пробуксовка, натяжка;
- рівень в прийомних бункерах і в місцях перевантаження з конвеєра на конвеєр;
- центрування конвеєрних стрічок;
- контроль над зрошенням в рудничних вузлах;
- контроль кількості працюючих конвеєрів;
- контроль пускового режиму при взаємному балансуванні конвеєрів.

Засоби контролю зазначених параметрів:

- рівнеміри, наприклад, на базі іскробезпечного контролю опору;
- датчики швидкості: магнітоіндукційні датчики для ланцюгових конвеєрів, тахогенератори.

Вимоги до системи управління:

а) За технікою безпеки:

- двоконтурна сигналізація по лінії ПТС;
- подача попереднього сигналу перед пуском;
- подача сигналу в процесі пуску.

б) За технікою експлуатації:

- запуск приводів повинен здійснюватися в зворотному грузопотоку напрямку;
- необхідна тимчасова затримка між пуском суміжних приводів, з метою рознесення в часі пускових струмів;
- пусковий режим повинен здійснюватися в обхід засобів контролю за рухом тягового органу;
- повинен бути передбачений контроль часу пускового режиму;
- необхідно аварійне відключення пускового режиму як з пульта оператора, так і з місця;
- робочий режим здійснюється через власні засоби контролю;

– передбачити ручний режим налагодження і переналагодження.

Необхідно передбачити також захист від наступних факторів: зниження швидкості, пробуксовки і обриву тягового органу, завалів, сходу стрічки приводного барабана, відсутності зрошення.

Особливості приводів ескалаторів

Ескалатори - машини безперервного дії, що мають реверс (підйом і спуск). Переміщення ступенів і поручнів здійснюється одночасно.

Привід виконаний на АД з фазним ротором потужністю до 200 кВт. Номінальна швидкість руху $v_H = 0,4 \dots 1 \text{ м / с}$. Продуктивність до 8000 чол / год.

Запуск приводу здійснюється за допомогою пускових реостатів. При роботі на спуск використовується генераторне гальмування.

Статорна обмотка перемикається з трикутника на зірку для реалізації більш економічної роботи в залежності від навантаження на ескалатор. Контроль навантаження і перемикання з трикутника на зірку здійснюється за допомогою струмових реле.

Особливістю силової частини ескалатора є наявність контакторів: лінійного (в обмотки ланцюга), прискорення (в роторному ланцюзі), реверсивного, контактор перемикання обмотки статора в трикутник і в зірку. Застосовується генераторне (електричне) або механічні гальма гальмування:

Захисту, що застосовуються в схемі управління - від витяжки ланцюгів і поручнів, від перевищення швидкості, від порушення конструкції ступенів, від перевищення температури підшипників, від втрати живлення двигунів, від переривання контактів, нульовий захист від зниження напруги, від перевантажень.

5 ВІДЦЕНТРОВІ І ПОРШНЕВІ МАШИНИ

Особливості та класифікація:

Існують наступні види відцентрових і поршневих машин:

1 Насоси

Насоси призначені для безперервного транспортування рідин і суспензій.

Існують насоси наступних типів: відцентрові, осьові, інжекторні, гвинтові, лопатеві, поршневі.

Насоси застосовуються в промисловому і побутовому водопостачанні, каналізації і при гідротранспортуванні.

2 Вентилятори

Вентилятори призначені для транспортування газів і парів.

Розрізняють вентилятори наступних типів:

- відцентрові (равлик) (рис. 26, а),
- осьові (більш продуктивні) (рис.22, б).

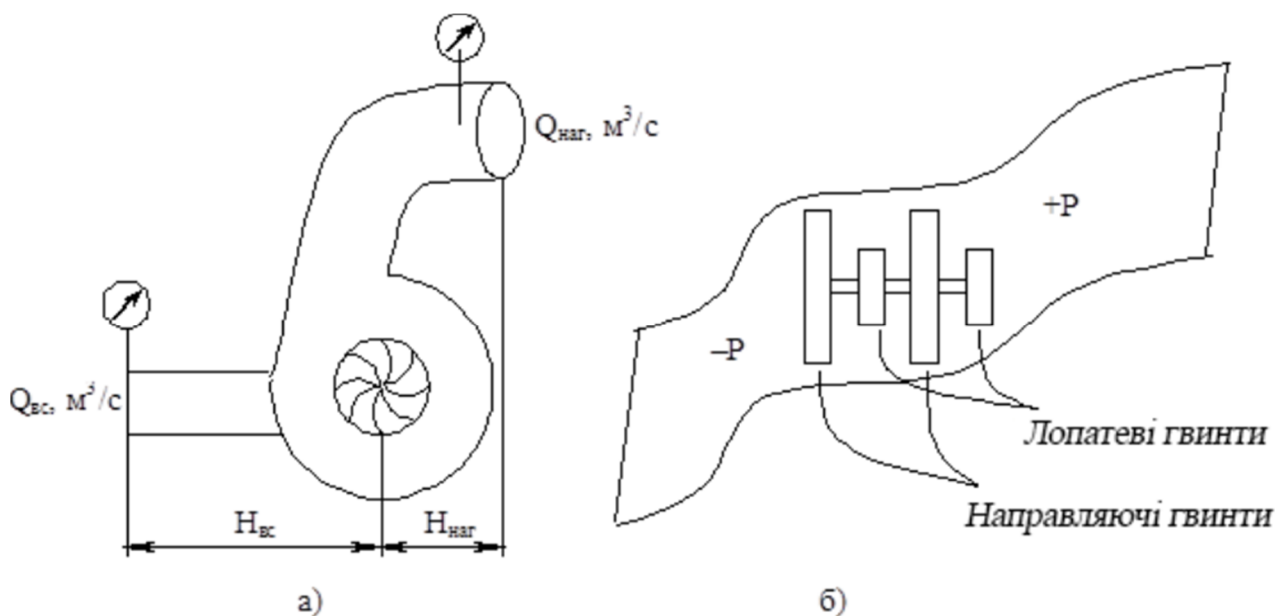


Рисунок 26 - Відцентровий (а) і осьовий (б) вентилятори

3 Компресори

Компресор - поршнева машина для транспортування стиснених газів. Використовується в гальмівних системах, пресах, відбійних молотках.

Особливості роботи:

- пульсуючий характер роботи;
- пуск здійснюється при відкритому вхідному патрубку;
- контроль за наступними параметрами:
 - а) температурою масла в картері;
 - б) примусовою змазкою підшипника;
 - в) тиском стисненого повітря;
 - г) тиском охолоджуючої рідини.

Параметри оцінки роботи машин відцентрового типу

- продуктивність Q , $\text{м}^3/\text{с}$;
- натиск H_H , м;
- кількість коліс в осьових машинах;
- частота обертання P_k (ω);
- потужність P , кВт;
- ККД η ;
- втрати напору (тиску) на трубопроводі ΔH .

Параметри оцінюються характеристиками, наведеними на рис. 27:

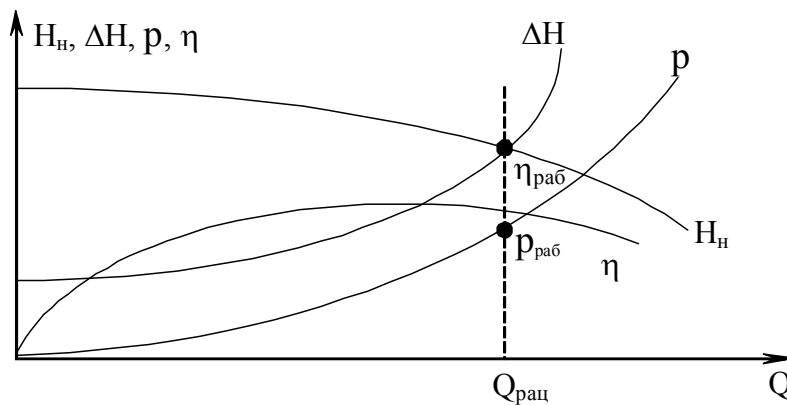


Рисунок 27 - Визначення оптимального режиму роботи

Крім цих характеристик, фізика роботи може бути оцінена законами пропорційності:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2, \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^3.$$

Технологічні особливості насосних установок

Насосним установкам притаманні такі технологічні особливості:

- швидкість обертання насоса узгоджена зі швидкістю двигуна. Привід без редукторний;
- запуск насоса здійснюється тільки в залитому стані;
- перепад тиску залежить від глибини всмоктування;
- пуск насоса здійснюється при закритому нагнітальному трубопроводі (для створення тиску);
- використовується зворотний клапан;
- режим роботи тривалий;
- привід неререверсивний.

Вимоги до ЕП

ЕП в насосній установці повинен бути:

- без редуктора;
- полегшені умови пуску через вентиляторне навантаження;
- неререверсивний;
- нерегульований.

Методика вибору потужності насосів і вентиляторів

Потужність визначається за формулами:

- для вентиляторів

$$P_{\text{в}} = \frac{Q \rho g h}{\eta \cdot 3600 \cdot 1000} \text{ кВт};$$

- для насосів

$$P = \frac{QH_H \rho g}{\eta_{\text{вст}} \cdot 3600 \cdot 1000} \text{ кВт},$$

де H , h - висота всмоктування, м; Q - витрата, м³ / ч; ρ - щільність речовини, кг / м³; g - прискорення вільного падіння, м / с².

6 ЕП ПРОКАТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Прокатка - це різновид обробки металу тиском, під яким розуміють зміну форми і розмірів металевої заготовки під дією зовнішніх сил.

За основу ОМД взято фізичне явище пластичної деформації.

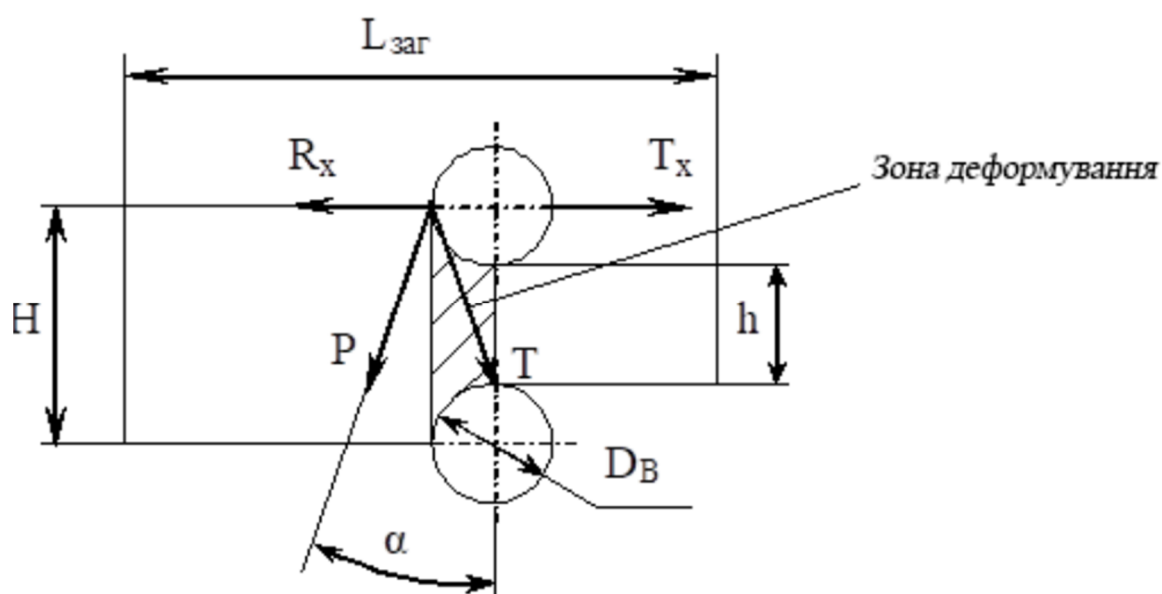
Види ОМД

Існують наступні види ОМД:

1 прокатка

Прокатка - це процес деформації металу під дією валків (рис. 28). Залежно від розташування валків прокатка буває:

- поздовжня - прокатка листів;
- коса - прокатка труб;
- поперечна - прокатка тіл обертання.



$$\Delta h = H - h - \text{обтиснення}$$

$L_{\text{заг}}$ - довжина заготовки; P - осьове зусилля валка; T - сила тертя;
 R_x - горизонтальна складова сили тертя, сприяє просуванню металу;
 α - кут обхвату $T_x \gg P_x$

Рисунок 28 - Процес деформації металу валками

2 Волочіння - протягування через валки прутків та інших подібних заготовок.

- 3 Пресування - пластична деформація заготовки з повільним наростанням тиску.
- 4 Кування і штампування - пластична деформація за допомогою ударного впливу.

Технологічні особливості прокатки

На рис. 29 представлена схема прокатного виробництва, а на рис. 30 - нажимний пристрій і види браку, що виникає від неузгодженої роботи приводів валків і зносу робочої поверхні валків.

Різновиди прокатних станів

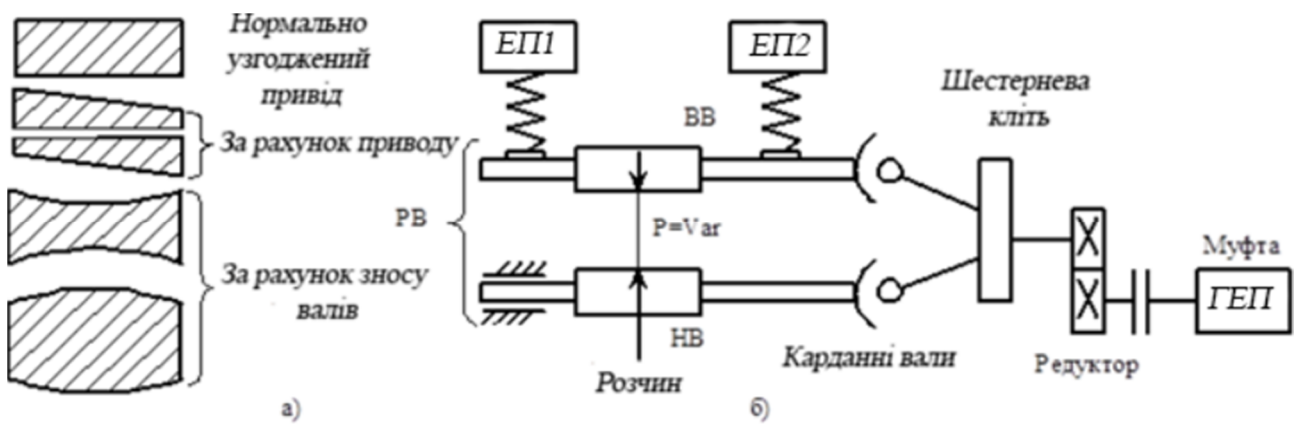
По призначенню:

- обтискні:
 - а) слябінги (заготовка - прямокутної форми),
 - б) блюмінг (заготовка - профілі);
- заготівельні;
- рейкобалкові;
- сортові;
- дротові;
- листові;
- трубопрокатні.



ССХ - склад слябів; НМП - нагрівальні металеві печі; ПСЛ - приймач слябів; ВРК - вертикальна робоча кліть; ГЗ - гідрозбив (для видалення окалини); ПМ - правильна машина; Н - ножиці; М - моталка (їх може бути декілька); РіМЛ - рольганг і маніпуляторні лінійки

Рисунок 29 - Технологічні особливості прокатки



РВ - робочі валки; ГЕП - головний електропривод

Рисунок 30 - Нажимний пристрій (б) і види браку при прокатці металу (а)

За кількістю і розташуванням валків:

- 2-валкові;
- 3-валкові;
- 4-валкові;
- 6-валкові;
- 8-валкові;
- 12-валкові.

За кількістю і розташуванням клітей:

- обтискні;
- реверсивні;
- товстолистові;
- одноклітьові;
- багатоклітьові;
- послідовні робочі кліті.

За кількістю паралельних клітей.

По режиму роботи:

- Реверсивні і регульовані;
- Нереверсивні і нерегульовані;
- Нереверсивні регульовані.

Маркування прокатних станів здійснюється:

- На блюмінгах: по \varnothing робочого валка
- На слябінгах: по довжині бочки.

Вимоги до ЕП прокатного обладнання

В ЕП прокатного обладнання повинні враховуватися наступні умови:

- 1 Через циклічного характеру роботи клітей головний привід повинен працювати в повторно-короткочасному режимі.
- 2 Велике число включень (1000вкл / год і більше).
- 3 Підвищена швидкодія приводів (при розгоні до 1,5с). При великих масах робочих органів і заготовок швидкодію приводів повинно бути збільшено.
- 4 Діапазон регулювання валів приводу не більше 10.
- 5 Допустиме прискорення від 1 до 10 рад / с.
- 6 Висока перевантажувальна здатність.
- 7 Високий ступінь надійності і механічної міцності.
- 8 Синхронність, узгодженість роботи валків і клітей.
- 9 Забезпечення безперебійної роботи.

Реалізації вимог до ЕП сприяють наступні умови:

- 1 Привід реалізується на ДПТ великих потужностей зі швидкістю 50-100 об / хв. З метою зменшення сили струму двигуна застосовується ДТП з $l > 2d$.
- 2 Система живлення Г-Д з ТВ.
- 3 Підпорядкованість з послідовною корекцією.

Вибір двигуна головного руху стану

Двигун вибирається попередньо, виходячи з досвідчених даних для конкретного стану з заданими параметрами.

Здійснюється перевірочний розрахунок з метою виконання двигуном заданої програми прокатки.

Вихідні дані для розрахунку:

- асортимент виробу;
- розрахункова продуктивність;

- програма прокатки.

При цьому враховуються:

- розміри злитків до і після прокатки;
- температура;
- діаметр валка в кожному калібрі;
- обтиснення;
- кількість пропусків.

Існують 2 підходи у виборі двигуна:

- 1 Найбільш простий - використовується питома витрата енергії (рис. 31):

$$P = \frac{3600\Delta W}{t} m_M,$$

де m_M - маса металу; ΔW - питома витрата енергії.

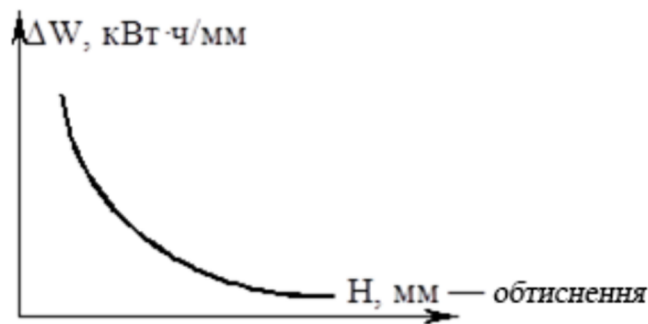


Рисунок 31 - Графік питомої витрати енергії

- 2 Вибір шляхом побудови діаграм прискорень, моментів, швидкостей (рис 32).

В цьому випадку визначається середній момент по середньоквадратичному значенню за цикл.

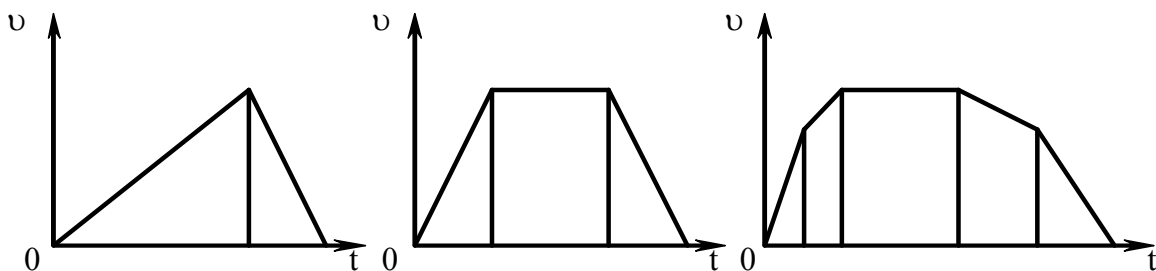


Рисунок 32 - Зміна діаграми швидкостей при зміні програми прокатки

Тут необхідно зазначити, що величина моментів опору на кожному пропуску визначається сумою складових:

$$M_C = M_{np} + M_{mp} + M_{xx} + M_{дин}.$$

$$M_{TP} = \frac{P_{CP} \cdot d_{ш} \cdot \mu}{U_P} + \left(\frac{1}{\eta_P} - 1 \right) \cdot \frac{M_{ПП} \cdot P \cdot d_{ш} \cdot \mu}{U_P};$$

$$M_{дин} = I_{ПП} \cdot \frac{d\omega}{dt}.$$

Після визначення цих моментів будується навантажувальна діаграма для кожного випадку і усереднюється отримане значення (рис. 33)

$$M_{np} = 2P_{cp} \cdot B \cdot \psi \cdot R_B \cdot \Delta h,$$

де P_{cp} - середній тиск валків на метал; R - радіус валка; Δh - обтиснення для кожного пропуску; B - ширина металу; ψ - коефіцієнт прокатки (для гарячої - $\psi = 0,5$; для холодної - $\psi = 0,3 \dots 0,45$).

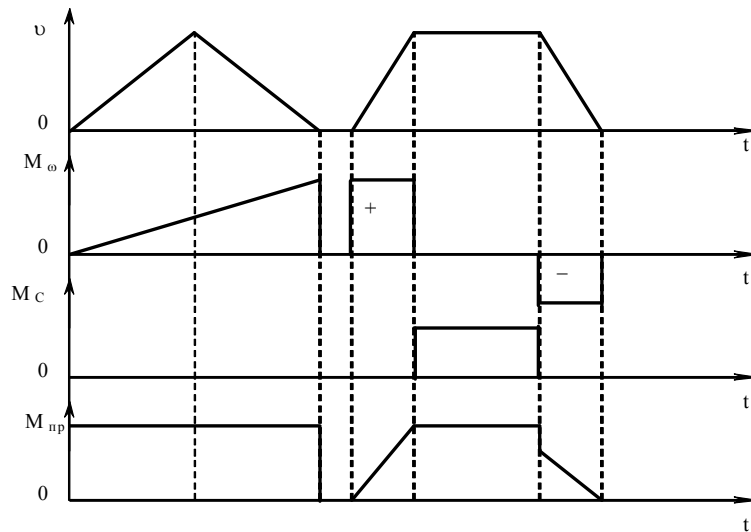


Рисунок 33 - Приклад побудови навантажувальної діаграми

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1 Соколов І.М. Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів. - М .: Енергія, 1976. - 488 с.

2 Ключев В.І. Електропривод і автоматизація загальнопромислових механізмів // В.І. Ключев, В.М. Терехов - М .: МЕІ, 1980. - 360 с.

3 Борисов Ю.М. Електрообладнання ПТМ // Ю.М. Борисов, М.М. Соколов М .: Машинобудування, 1971. - 380 с.

4 Бичков В.П. Електропривід і автоматизація металургійного виробництва. - М .: Вища школа, 1971. - 256 с.

5 Башарин А.В. Управління електроприводами: Навчальний посібник для вузів // А.В. Башарин В.А. Новиков, Г.Г. Соколовський Л.: Енергоіздат. Ленінгр. отд-ие, 1982. - 392 с.

Конспект лекцій
з курсу
«Електропривод та автоматизація загальнопромислових механізмів»
(для студентів спеціальності 151)

Укладачі

Олег Володимирович Суботін

Анастасія Володимирівна Люта

Редактор

Олена Олександрівна Дудченко

Підписано до друку

Формат 60 × 90/16

Офсетний друк. Ум. печ. л. 3,25 Уч.-изд. л. 2,36

Тираж - 25 екз.

замовлення №

ДДМА. 84313, Краматорськ, вул. Шкадінова, 72