

Донбаська державна машинобудівна академія  
Кафедра автоматизація виробничих процесів

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ

методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів інженерно-технічних спеціальностей

Краматорськ  
2018

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія

АВТОМАТИЗАЦІЯ  
ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ

методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів інженерно-технічних спеціальностей

Затверджено на засіданні кафедри  
“Автоматизація виробничих процесів”

Протокол №                      від                      2018р.

Краматорськ  
2018

УДК

Автоматизація виробничого обладнання. Методичні вказівки і контрольні завдання для студентів інженерно-технічних спеціальностей / укл.: М. Й. Пономарьов, В. Т. Лебідь, О. В. Суботін. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – с.

Містить загальні методичні рекомендації, контрольні завдання та зразки їх виконання.

Укладачі :

М. Й. Пономарьов

В. Т. Лебідь

О. В. Суботін

Відп. за випуск:

В. Г. Макшанцев

## Зміст

1. Загальні відомості та методичні вказівки
2. Розрахунок приводів рольгангів
  - 2.1 Елементи конструкції, технологічний процес
    - 2.2 Технічні дані
    - 2.3 Визначення статичних моментів
    - 2.4 Попередній вибір двигуна для приводу рольганга
    - 2.5 Визначення моментів інерції
    - 2.6 Визначення часу керування
    - 2.7 Визначення еквівалентного моменту
3. Література
4. Додатки:
  - 4.2 Рольгангові електродвигуни для застосування з перетворювачем частоти.
  - 4.3 Технічний каталог  
Каталог електродвигунів  
Завдання 1 (52 варіанти)  
Завдання 2 (16 варіантів)  
Завдання 3 (16 варіантів)



## 1. Загальні відомості та методичні вказівки

Рольганги – це пристрої, призначені для переміщення вантажів безпосередньо обертовими роликками.

Наприклад, в сучасних прокатних станах рольганги транспортують метал до нагрівальних печей і від печей до робочих клітей, задають метал в робочі валки, приймають його з валків, транспортують до подальших машин технологічного процесу (правильних, ріжучих, змотуючих та ін.). Загальна довжина рольгангів прокатного стану дуже значна, а їх маса може сягати 20 ... 30% від маси всього механічного устаткування стану (наприклад, маса механічного обладнання стану 2000 близько 40 тис. т.)

За призначенням рольганги розрізняють [1, 2]:

- пічні – розташовані безпосередньо в прохідних нагрівальних печах. Їх привід розташовують за межами печі, а роликки зазвичай виконують порожнистими для внутрішнього охолодження водою;

- робочі, розташовані безпосередньо біля технологічного обладнання, наприклад, у робочій клітці стану, які слугують для подання металу у валки клітці і наступного його прийому з валків;

- транспортні – призначені для передачі металу на наступні операції технологічного процесу, наприклад, зварювання, правку, різання та ін.

- пакетувальні – зазвичай з косими роликками, які слугують для переміщення металу одночасно вздовж і впоперек рольгангів;

- підйомні рольганги й ті, що опускаються, які слугують не тільки для переміщення металу в горизонтальному напрямку, а й у вертикальному: для його підйому або опускання

- пересувні, які слугують для переміщення металу в повздовжньому і поперечному напрямках.

За конструкцією рольганги виконують з груповим і індивідуальним приводами, а рідше – з неприводними роликками. Конструктивні виконання деяких технічних рішень наведені на рис. 1.1–1.6.

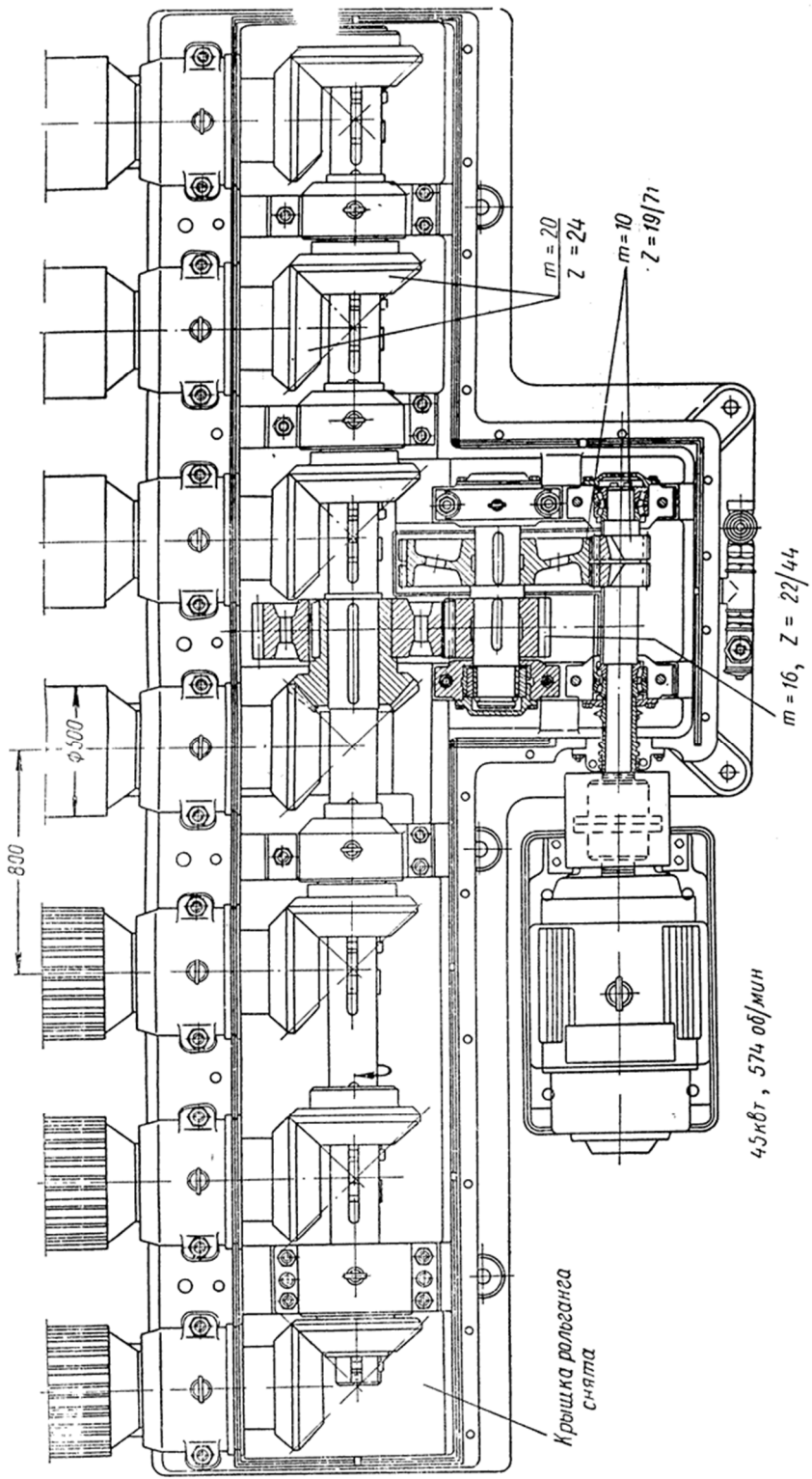


Рисунок 1.1 – Групповый привод приямального рольганга блюминга 1150

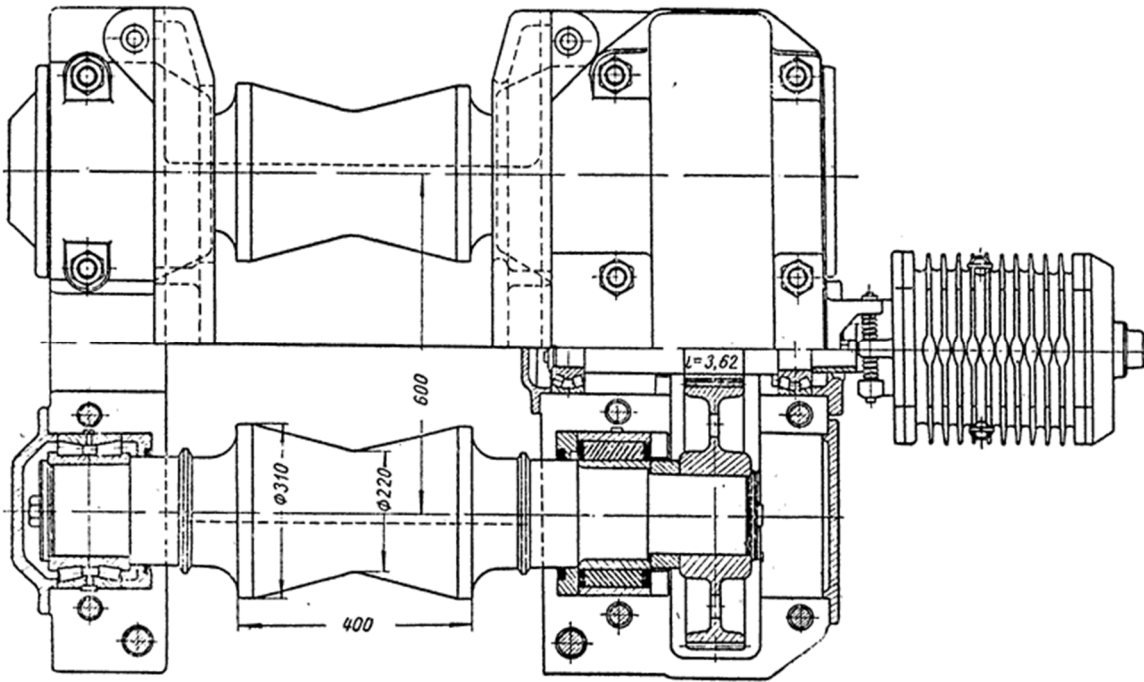


Рисунок 1.2 – Сварений привід рольганга з двигуном, який має порожнистий вал

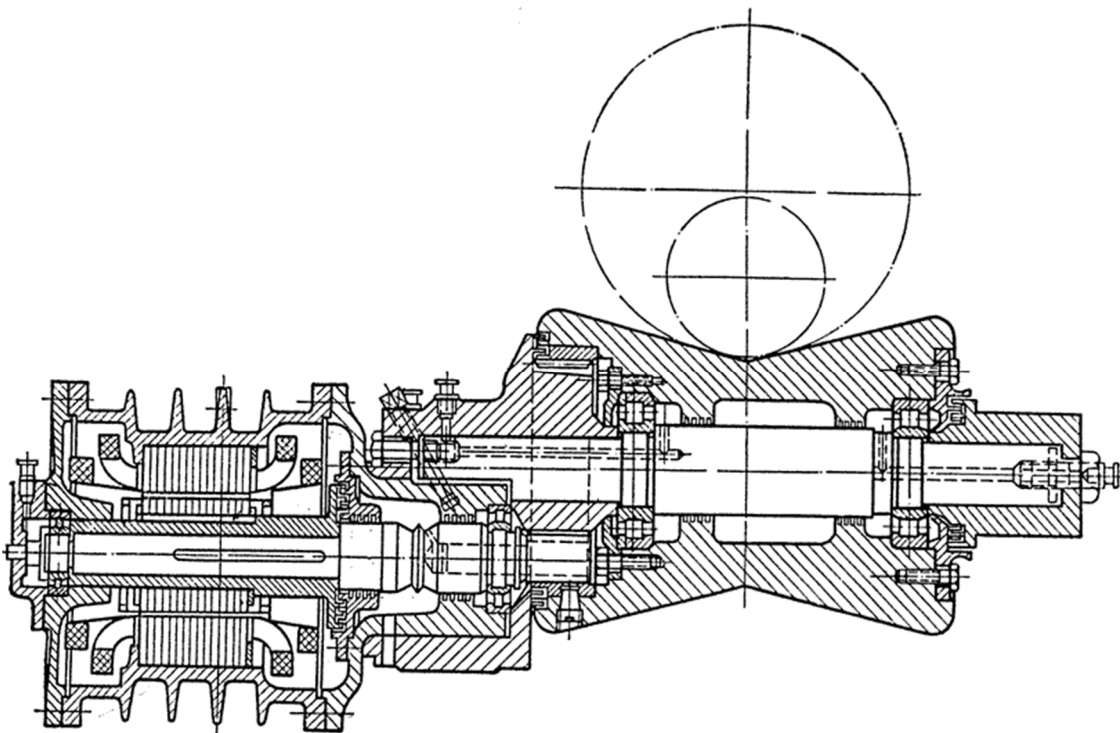


Рисунок 1.3 – Індивідуальний привід рольганга через редуктор із внутрішнім зачепленням

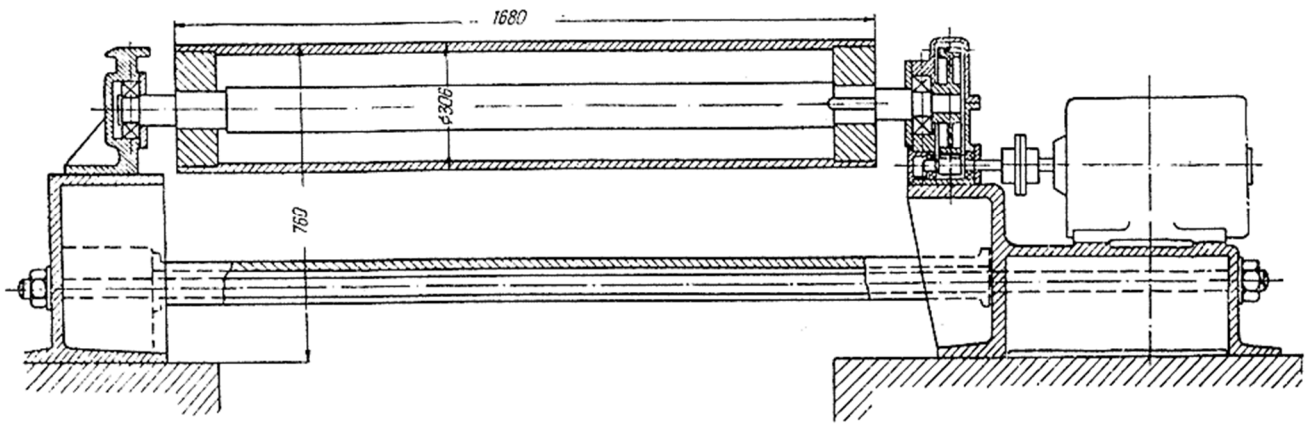


Рисунок 1.4 – Ролик рольганга з індивідуальним приводом через редуктор

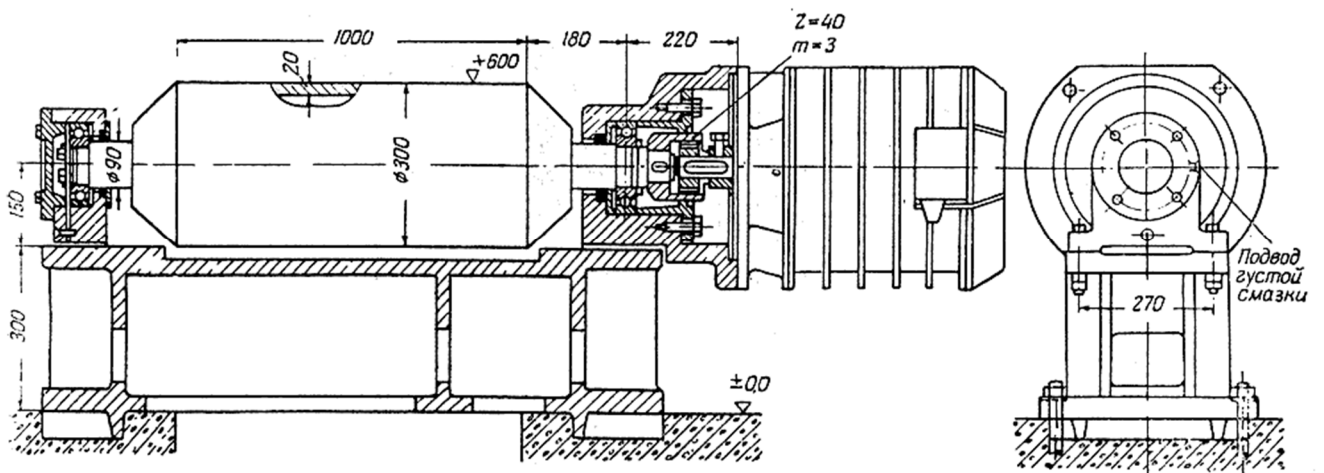


Рисунок 1.5 – Ролик рольганга з індивідуальним приводом від фланцевого двигуна через зубчасту муфту

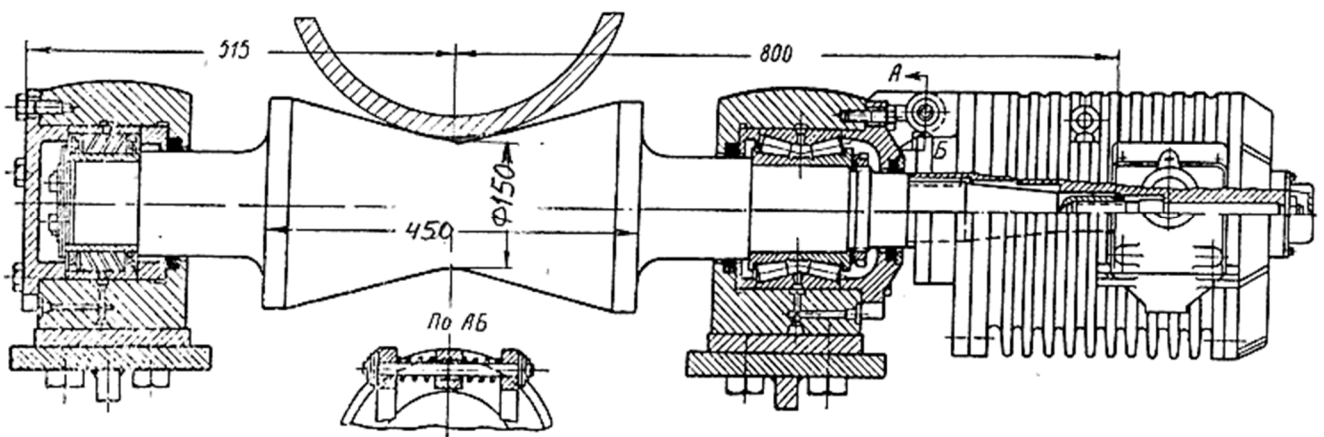


Рисунок 1.6 – Ролик рольганга з індивідуальним приводом від двигуна, який має порожнистий вал

Основними параметрами рольгангів є: діаметр і довжина бочки ролика, крок роликів, швидкість транспортування.

Діаметр роликів прагнуть прийняти якомога меншим, з метою зниження маси і махового моменту, і в основному, він обумовлений міцністю ролика.

Довжину бочки роликів робочих рольгангів приймають рівною довжині бочки

валків робочої кліти, для транспортних рольгангів – на 150-200 мм більше ширини смуги, що транспортується, або ширини покладених в ряд декількох заготовок чи профілів прокату.

- Крок роликів вибирають з умови, що метал повинен знаходитися не менше ніж на двох роликах. При цьому метал не повинен прогинатися між роликами рольганга.

Швидкість обертання роликів рольгангів, в залежності від призначення, коливається в широких межах: при транспортуванні зливка від печей до робочих клітей становить 1 ... 2 м/с, в чорновій групі клітей змінюється при кожному пропуску, на проміжному рольгангу вона також є змінною. Швидкість знижується при підході розкату до ножиць – від швидкості прокатки в останній чорновій кліті до швидкості різки. На відвідному рольгангу до моменту заправки смуги в моталку швидкість становить 10...12 м/с, після чого збільшується до швидкості прокатки, тобто до 18 ... 27 м/с....

До основних параметрів деформації металу при прокатці відносяться:

- витяжка (відносне подовження) смуги при прокатці;
- відносне обтиснення;
- ступінь деформації.

З основного рівняння сталості обсягу при пластичній деформації (обсяг металу до і після прокатки однаковий) витікає:

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{H_0 B_0 L_0}{H_1 B_1 L_1} = \frac{F_0 L_0}{F_1 L_1} = 1 = const,$$

де  $V_0, H_0, B_0, L_0, F_0, L_0$  – відповідно: обсяг, товщина, ширина, довжина і площа поперечного перерізу металу до входу в робочі валки прокатної кліти;

$V_1, H_1, B_1, L_1, F_1, L_1$  – аналогічно, але після виходу металу з робочих валків прокатної кліти.

З цього рівняння випливає, що

$$\frac{H_0 B_0}{H_1 B_1} = \frac{F_0}{F_1} = \frac{L_1}{L_0} = \lambda \quad \lambda > 1,$$

де  $\lambda$  – відносне подовження смуги при прокатці, яку називають витяжкою ( $\lambda > 1$ ).

Якщо прокатку виконують за кілька (n) проходів металу через валки, то витяжки (загальна і в кожному пропуску) дорівнюватимуть:

$$\frac{F_0}{F_n} = \frac{F_0}{F_1} \cdot \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{F_2}{F_3} \cdot \dots \cdot \frac{F_{n-1}}{F_n} = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \dots \cdot \lambda_n = \lambda_{cp}^n = \lambda_0,$$

Де  $\lambda_{cp}^n$  та  $\lambda_0$  – середня і загальна витяжки за все проходи або

$$\lambda_{cp}^n = \sqrt[n]{\frac{F_0}{F_n}} = \sqrt[n]{\lambda_0}.$$

Ступінь деформації металу при прокатці також характеризують відносним обтисненням  $\xi$ ,

$$\xi = \frac{\Delta F}{F_0} = \frac{F_0 - F_1}{F_0} = 1 - \frac{F_1}{F_0},$$

де  $\Delta F$  – зменшення перетину металу при прокатці.

Через те, що  $\frac{F_0}{F_1} = \lambda$ , то між обтисненням і витяжкою є співвідношення:

$$\xi = 1 - \frac{1}{\lambda} < 1,$$

$$\lambda = \frac{1}{1 - \xi} > 1.$$

Якщо знехтувати розширенням металу (наприклад, під час прокатки тонкої смуги шириною 1000мм і  $\Delta B = B_1 - B_0 \approx 10$  мм, тобто близько 1%) і прийняти  $B_1 \approx B_0$  отримаємо

$$\lambda = \frac{L_1}{L_0} \approx \frac{H_0}{H_1} \approx \frac{1}{1 - \xi},$$

$$\xi = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{H_0 - H_1}{H_0} = 1 - \frac{H_1}{H_0} = 1 - \frac{1}{\lambda},$$

де  $\Delta H = H_0 - H_1$  – абсолютне обтиснення смуги.

У тому випадку, коли величина обтиснення задана у відсотках, наприклад, при товщині металу до входу в робочі валки прокатної кліті  $H_0 = 200$  мм і обтисненні 50%, в першому проході товщина металу після виходу з валків кліті складе:

$$H_1 = H_0 - \frac{H_0 \cdot 50\%}{100\%} = 200 \text{ мм} - \frac{200 \text{ мм} \cdot 50\%}{100\%} = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}.$$

Аналогічно, після другого проході при обтисненні 40%

$$H_2 = H_1 - \frac{H_1 \cdot 40\%}{100\%} = 100 \text{ мм} - \frac{100 \text{ мм} \cdot 40\%}{100\%} = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}.$$

Після другого проході при обтисненні 30%

$$H_3 = H_2 - \frac{H_2 \cdot 30\%}{100\%} = 60 \text{ мм} - \frac{60 \text{ мм} \cdot 30\%}{100\%} = 42 \text{ мм} = 0,042 \text{ м}.$$

Відповідно довжина розкату визначиться зі співвідношення:

- після першого проході

$$\frac{H_0}{H_1} \approx \frac{L_1}{L_0}; \text{ звідки } L_1 = \frac{H_0}{H_1} L_0 = \frac{0,2}{0,1} \cdot 2 = 4 \text{ м},$$

де  $L_0 = 2$  м – задана довжина заготовки (сляба, зливка);

- після другого проході

$$\frac{H_1}{H_2} \approx \frac{L_2}{L_1}; \text{ звідки } L_2 \approx \frac{H_1}{H_2} L_1 \approx \frac{0,1}{0,06} \cdot 4 = 6,7 \text{ м},$$

- після третього проході

$$\frac{H_2}{H_3} \approx \frac{L_3}{L_2}; \text{ звідки } L_3 \approx \frac{H_2}{H_3} L_2 \approx \frac{0,06}{0,042} \cdot 6,7 \approx 9,6 \text{ м}.$$

При виконанні самостійної роботи з розрахунку приводів рольгангів необхідно враховувати наступне [3]:

- середній діаметр підшипників кочення роликів зазвичай визначається після конструкторського опрацювання підшипникового вузла роликів.

- при попередньому розрахунку середній діаметр підшипника орієнтовно приймається

$$d_{ц} \approx (0,5 \dots 0,6) D_p,$$

де  $D_p$  – діаметр ролика рольганга.

Тип електродвигуна і його характеристика вибираються з каталогу (див. Додаток 1) або довідника, наприклад, електротехнічний довідник в трьох томах [3]

Момент інерції муфт вибирають з відповідних нормативних документів на ряд типорозмірів муфт після конструкторського опрацювання роликів вузла.

При виконанні самостійної роботи момент інерції одного (або двох) муфт орієнтовно становить:

$$J_{\text{муфт}} \approx (0,4 \dots 0,5) J_{\text{дв}}$$

Прискорення при розгоні і гальмуванні пов'язано з роботою інших механізмів комплексу, наприклад, з роботою відображення напрямних, і їх вибирають відповідно до циклограми роботи комплексу.

При виконанні завдання вищевказані параметри допускається прийняти такими, як у наведеному нижче прикладі розрахунку рольганга.

При розрахунку рольгангів слід прийняти коефіцієнти тертя гарячого металу по сталевим роликам:

$$\text{ковзання } \mu_{G1} = 0,30;$$

$$\text{ковзання при окружній швидкості відмінною від нуля } \mu_{G2} = 0,20;$$

$$\text{кочення } f = 0,0015\text{м};$$

наведений коефіцієнт тертя в підшипниках вузлах

$$\text{роликів рольганга } \mu_{\text{ц}} = 0,01.$$

Робочі рольганги є механізмами циклічної дії, бо працюють в повторно-короткочасному режимі, характерною особливістю яких є інтенсивні пуски і зупинки двигуна. З курсу теорії електроприводу відомо, що втрати енергії в перехідних процесах безпосередньо залежать від моменту інерції електроприводу.

За умовами нагріву допустиме навантаження двигуна при повторно-короткочасному режимі вище, ніж при тривалому. При пуску з підвищеним статичним навантаженням двигун повинен розвивати і підвищений пусковий момент, що перевершує статичний на значення динамічного моменту. Тому в повторно-короткочасному режимі роботи потрібна вища перевантажувальна здатність двигуна, аніж при тривалому (див. Табл. 1). Вимога високої перевантажувальної здатності визначається також і необхідністю подолання короткочасних механічних перевантажень, що виникають, наприклад, при відриві вантажів, черпанні ґрунту і т. і. Нарешті, умови нагрівання і охолодження двигунів при повторно-короткочасному режимі відрізняються від аналогічних умов при тривалому режимі. Особливо інтенсивно ця відмінність виявляється у двигунів з самовентиляцією, тому що кількість охолоджуючого повітря, що надходить у двигун, залежить від швидкості його роботи. Під час перехідних процесів і пауз тепловіддача двигуна погіршується, що робить істотний вплив на допустиме навантаження двигуна. Всі ці умови визначають необхідність використання в електроприводах механізмів циклічної дії спеціальних двигунів, номінальним режимом яких є повторно-короткочасний режим, який характеризується певною номінальною тривалістю включення:

$$ПВ_{\text{НОМ}} = \frac{t_p}{t_p + t_0} 100\%,$$

де  $t_p$ ,  $t_0$  – відповідно час роботи і час паузи.

Таблиця 1 – Характеристика режимів роботи механізмів

Режим роботи	Число включень за рік.	Перевантажувальна здатність $\lambda$	Тривалість включення ТВ %
Надважкий	400 ... 600 і більше	4, 5, 6	60
Важкий	300 ... 400	4, 5, 6	40
Середній	до 200	2,5 ... 3,5	25
М'який	до 150	2,5... 3,5	15

Промисловість випускає ряд серій електродвигунів повторно-короткочасного режиму: асинхронні кранові та рольгангові з короткозамкненим ротором серії МТКФ, АР із фазним ротором серії МТФ; аналогічні металургійні серій МТКН і МТН; постійного струму серії Д. Для машин зазначених серій характерна подовжена форма ротора (якоря), що забезпечує зниження моменту інерції.

Вибір двигунів кранових і металургійних серій найбільш просто здійснюється в тих випадках, коли дійсний графік роботи їх збігається з одним з номінальних, показаних на рис. 1.7. У каталогах і довідковій літературі вказуються номінальні дані двигунів при ПВ – 15, 25, 40, 60 і 100%. Тому при роботі приводу з постійним статичним навантаженням РСТ при номінальному циклі не складає труднощів підібрати по каталогу електродвигун найближчій потужності з умови  $P_{НОМ} > P_{СТ}$ .

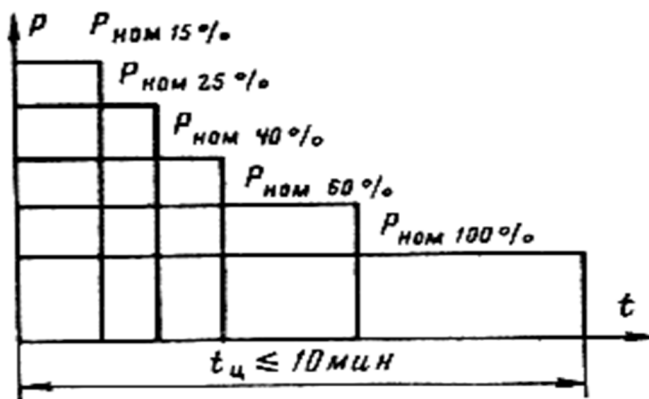


Рисунок 1.7 – Номінальний цикл роботи електродвигуна для повторно-короткочасного режиму

Однак реальні цикли, як правило, складніше, навантаження двигуна на різних ділянках циклу виявляється різною, а тривалість включення відрізняється від номінальної. При таких умовах вибір двигуна проводиться за еквівалентним графіком, наведеним у відповідність з одним з номінальних на рис. 1.7. З цією метою спочатку визначається еквівалентне за нагріванням постійне навантаження при дійсній  $TВ_{Д}$ , яке далі перераховується до стандартної тривалості включення  $TВ_{НОМ}$ . Перерахунок може бути проведений за допомогою співвідношень:

$$I_{ТВ.НОМ} = I_{ТВ.Д} \sqrt{TВ_{Д} / TВ_{НОМ}}$$

$$M_{ТВ.НОМ} = M_{ТВ.Д} \sqrt{TВ_{Д} / TВ_{НОМ}}$$

$$P_{ТВ.НОМ} = \sqrt{TВ_{Д} / TВ_{НОМ}}$$



Методика вибору електродвигунів для механізмів циклічної дії наступна:

- попередній вибір потужності електродвигуна за статичним навантаженням;
- перевірка двигуна в динамічному режимі на динамічні властивості в поворотно-короткочасному режимі.

Розглянемо реалізацію цієї методики.

Попередній вибір електродвигуна здійснюємо по каталогу в статичних режимах. При цьому використовуються (як правило, в повному обсязі) наступні вихідні дані: маса вантажу,  $G_{ГР}$ ,  $H$ ; маса обладнання,  $G_O$ ,  $H$ ; швидкість вантажу  $V_{ГР}$ , м/с; маса обладнання  $M_O$ , кг; число включень на годину  $N$ ; діаметр барабанів, коліс,  $d$ ,  $D$ ; жорсткість характеристик  $\beta$ ; допустима помилка вихідного параметра  $\sigma$ .

Статичний момент опору розраховується за відомими для кожного конкретного механізму формулами:

$$M_{C\text{ под}} = \frac{(G_{ГР} + G_O)}{2U_{рез}\eta_{рез}} D_{K(\delta)};$$

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

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

де  $D_{K(\delta)}$  – діаметр коліс (барабана);  $M_{C\text{ под}}$  – момент опору підйомника;  $U_{рез}$  – результуюче передавальне число редуктора;  $M_{C\text{ пер}}$  – момент переміщення;  $K$  – тертя коліс об реборди;  $\mu$  – коефіцієнт тертя ковзання;  $\eta_{рез}$  – результуючий ККД;  $f$  – коефіцієнт тертя кочення.

Потужність розраховується наступним чином:

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

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

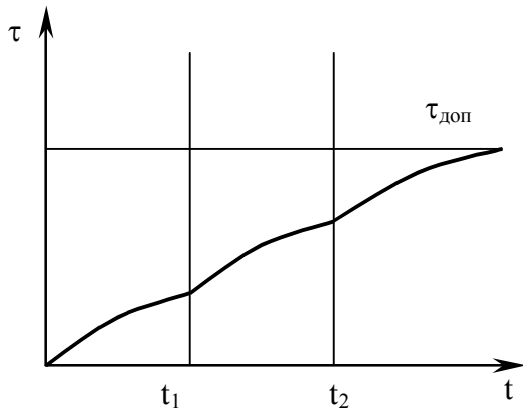
де  $U$  – передавальне число редуктора.

За паспортними даними двигуна знаходимо номінальні параметри:  $P_H$ ,  $\omega_H$ ,  $U_H$ ,  $I_H$ ,  $\lambda$ ,  $\eta$ ,  $S_H$ ,  $TB$ .

Перевірка в динамічному режимі здійснюється за моментом, струмом, потужністю або нагріванням відповідно:

$$M_{\text{max}} \approx M_{\text{экс}} \leq M_H; I_{\text{max}} \approx I_{\text{экс}} \leq I_H; P_{\text{max}} \approx P_{\text{экс}} \leq P_H; \tau_{\text{уст}} \leq \tau_{\text{дон}}.$$

Перевірка двигуна по нагріванню (рис. 1.8) здійснюється побічно, по середньоквадратичному значенню струма або моменту, що обумовлює цей струм в ланцюзі двигуна. Пояснюється це досить просто.



Малюнок 1.8 - Процес нагріву електродвигуна при роботі

Робота струму викликає теплову дію на обмотку двигуна і його елементи. Знаючи закон (діаграму) зміни моменту, можна встановити умови нагріву двигуна. В цьому випадку перевірка двигуна за дією середнього моменту є універсальною і достатньою для прийняття рішення про вибір двигуна.

Таким чином, визначення еквівалентного моменту згідно з нижченаведеною формулою є також і перевіркою за нагріванням:

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

де  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує якість охолодження двигунів. Для визначення еквівалентного моменту будується навантажувальна діаграма, де визначені моменти, що діють на механізм, і час їх існування.

Перевірка на перевантажувальну здатність:

$$\lambda_{\text{расч}} = \lambda_{\text{пасп}};$$

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

де  $\lambda_{\text{пасп}}$  – паспортне значення перевантажувальної здатності двигуна;  $M_{\text{max}}$  – визначається з навантажувальної діаграми.

Тривалість включення в динамічному режимі:

$$ПВ_{\text{расч}} = \frac{t_p}{t_p + t_{\text{п}}} \cdot 100\% = \frac{\sum t_i}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\%,$$

де  $t_i$ ,  $t_p$  – час роботи механізму, с;  $t_{\text{п}}$  – час паузи, с;  $t_{\text{ц}}$  – час циклу, с.

Корекція обраного електродвигуна на тривалість включення здійснюється за моментом або потужністю двигуна:

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

де  $P_H$  – визначається за паспортними даними двигуна.

Як приклад, нижче наведено розрахунок приводу робочого рольганга реверсивної кліті ДУО стану гарячої прокатки, який найбільш повно враховує особливості приводу. Базуючись на ньому, нескладно вирішити більш прості завдання з розрахунку приводів рольгангів, передбачених завданнями 2 і 3.

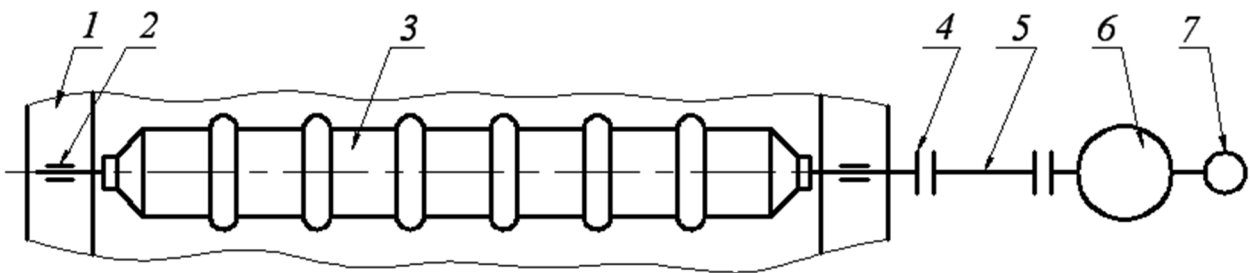
## 2 РОЗРАХУНОК ПРИВОДІВ РОЛЬГАНГІВ

У даній роботі розраховується привід роликів робочого рольганга реверсивної кліті ДУО товстолистового стану гарячої прокатки.

### 2.1 Елементи конструкції, технологічний процес

Робочі рольганги призначені для прийому нагрітого металу, його транспортування і завдання в робочі валки реверсивної кліті ДУО, прийому розкату на виході з кліті, його зупинки, і при реверсивному русі приводів, подальшого завдання в робочі валки кліті і т.і. до отримання розкату заданої товщини.

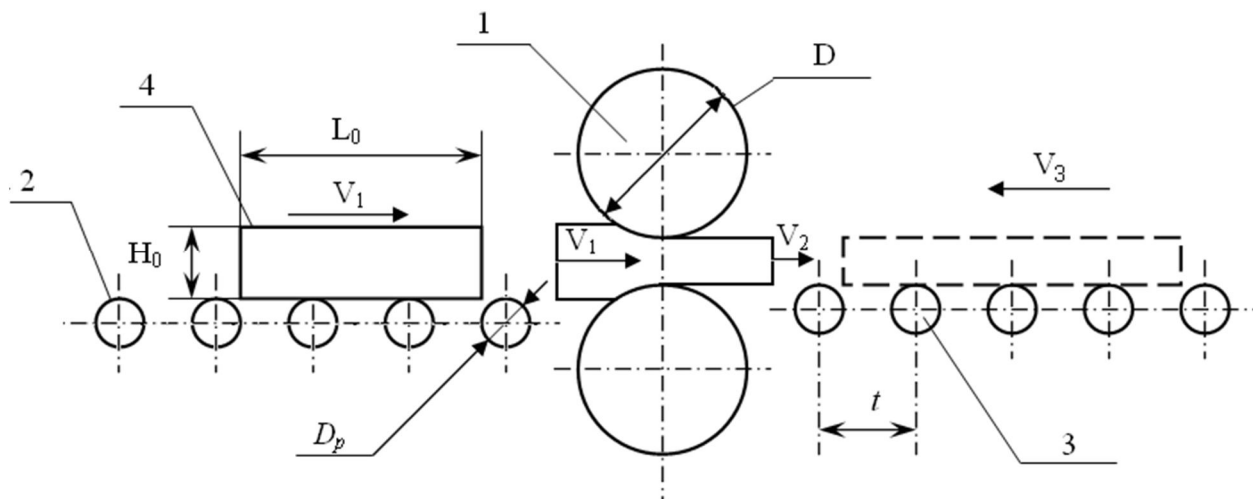
Робочі рольганги виконані з окремих секцій і розташовані по обидва боки реверсивної кліті ДУО. Кожна із секцій складається з литої станини, в пазах якої встановлені підшипникові опори роликів рольганга. Ролики виконані ребристими для зменшення їх нагрівання від зливка (або розкату) гарячого металу, який спирається на них. Привід кожного з роликів виконаний індивідуальним від асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором через проміжний вал за допомогою двох зубчастих муфт. Для управління режимом роботи двигун забезпечений імпульсним датчиком, що забезпечує задані параметри швидкості його обертання. Кінематична схема приводу робочого ролика рольганга приведена на рис. 2.1



1 – станина; 2 – підшипникова опора; 3 – ребристий ролик; 4 – зубчаста муфта; 5 – проміжний вал; 6 – електродвигун; 7 – імпульсний датчик

Рисунок 2.1 – Кінематична схема приводу ролика робочого рольгангу

У заданому АСУ ТП циклі одна з нагрівальних печей видає на транспортний рольганг зливки металу 4 (рис. 2.2), нагрітий до температури прокатки (1150°C). Транспортний рольганг зі швидкістю 2 м/с переміщує зливку на робочий рольганг перед кліттю 2. Останній при необхідності може затримати зливку нагрітого металу 4, але частіше, без зупину направляє його в робочі валки 1 реверсивної кліті.



- 1 – робочі валки реверсивної кліти ДУО;
- 2 – робочий рольганг перед кліттю;
- 3 – робочий рольганг за кліттю;
- 4 – зливоч нагрітого металу.

Рисунок 2.2 – Технологічна схема ділянки кліти ДУО стану гарячої прокатки

При несприятливому варіанті, коли метал 4 зупиняють перед кліттю 2, пускають робочий рольганг 2, що знаходиться перед кліттю 1 під навантаженням, з подальшим сталим рухом з навантаженням і гальмуванням без навантаження (зливоч потрапляє в робочі валки реверсивної кліти 1). При цьому відбувається обтиснення зливка, в результаті чого його товщина зменшується, а довжина і швидкість його виходу з кліти збільшуються (перший прохід). Одночасно проводиться запуск рольганга 3, що знаходиться за кліттю без навантаження, далі виконується усталений рух з металом до повного виходу розкату з кліти під навантаженням і гальмування під аналогічним навантаженням. Потім системою управління здійснюється реверс двигунів (обертання ротора в зворотному напрямку), пуск рольганга 3 під навантаженням, усталений рух під навантаженням, в результаті чого розкат знову потрапляє в робочі валки 1 реверсивної кліти, і наступним гальмуванням без навантаження. Тут знову відбувається обтиснення розкату, в результаті чого його товщина зменшується, а довжина і швидкість його виходу з кліти збільшуються (другий прохід). Одночасно відбувається запуск рольганга 2, що знаходиться перед кліттю 1 без навантаження, усталений рух до повного виходу розкату з кліти під навантаженням і гальмування також під навантаженням. Далі системою управління знову здійснюється реверс двигунів, відбувається пуск рольганга 2 під навантаженням, усталений рух під навантаженням, в результаті чого розкат знову потрапляє в робочі валки 1 реверсивної кліти з подальшим гальмуванням без навантаження. Тут відбувається остаточне обтиснення розкату (третій прохід), одночасно з пуском рольганга 2 здійснюється запуск рольганга 3 без навантаження, усталений рух під навантаженням і гальмування без навантаження (розкат передається на транспортний рольганг за робочим рольгангом для подальших операцій технологічного процесу).

## 2.2 Технічні дані

– вихідна товщина зливка	$H_0$ , мм	2 50
– вихідна ширина зливка	$B_0$ , мм	1 400
– вихідна довжина зливка	$L_0$ , мм	2 000
– вихідна маса зливка	$G$ , кг	5 500
– діаметр ролика рольганга	$D_p$ , мм	3 50
– довжина бочки ролика	$l$ , мм	1 600
– крок між роликами	$t$ , мм	6 00
– кількість роликів в секції	$n$ , шт	1 0
– середній діаметр підшипника кочення	$d_{ц}$ , мм	1 90
– швидкість транспортування	$V$ , м/с	3 ,5
– маса ролика	$m_p$ , кг	1 850
– величина обтиснення: 1-й прохід	$\varepsilon_1$ , %	5 0
2-й прохід	$\varepsilon_2$ , %	4 0
3-й прохід	$\varepsilon_3$ , %	3 0

### 2.3 Визначення статичних моментів

### 2.3.1 Статичний момент при холостому ході

Статичний момент на холостому ході визначається за такою формулою:

$$M_X = g \cdot m_P \cdot \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц},$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$m_P$  – маса ролика,  $m = 1850 \text{ кг}$ ,

$d_{Ц}$  – середній діаметр підшипника кочення  $d_{Ц} = 0,19 \text{ м}$ ,

$\mu_{Ц}$  – коефіцієнт тертя в підшипниках кочення,  $\mu_{Ц} = 0,01$ .

Таким чином,

$$M_X = g \cdot m_P \cdot \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} = 9,81 \cdot 1850 \cdot \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 = 17,241 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.3.2 Статичний момент при транспортуванні металу

Статичний момент при транспортуванні металу визначається за формулою:

$$M_{TP} = M_X + g \cdot m_M \cdot \left( \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} + f \right),$$

де  $m_M$  – маса металу, яка припадає на один ролик рольганга;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення металу по роликам,  $f = 0,0015 \text{ м}$ .

Масу металу, що припадає на один ролик ( $m_M$ ) можна прийняти рівною масі металу на двох кроках роликів. При масі металу, яка перевищує зазначену, спрацьовує захист, і двигуни відключаються.

Оскільки в ході прокатки довжина розкату змінюється, то змінюється і маса, яка припадає на один ролик.

$$m_M = 7850 \cdot B \cdot L \cdot H,$$

де  $B_0$  – ширина металу (зливка, розкату),  $B = 1400 \text{ мм} = 1,4 \text{ м} \approx \text{Const}$ ;

$L$  – довжина двох кроків роликів,  $L = 2 \cdot t = 2 \cdot 600 = 1200 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$ ;

$H$  – товщина (зливка, розкату),  $H = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$ ;

$7850 \text{ кг/м}^3$  – питома маса сталі.

Маса металу, що припадає на ролик перед першим проходом:

$$m_{M1} = 7850 \cdot B_0 \cdot L \cdot H_0 = 7850 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 0,25 = 3297 \text{ кг};$$

маса розкату, що припадає на ролик після першого проходу:

$$m_{M2} = 7850 \cdot B_0 \cdot L \cdot H_1 = 7850 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 0,125 = 1648,5 \text{ кг},$$

$$\text{де } H_1 = H_0 - \frac{H_0 \cdot 50\%}{100\%} = 0,25 - \frac{0,25 \cdot 50}{100} = 0,125 \text{ м};$$

після другого проходу маса розкату, що припадає на ролик:

$$m_{M3} = 7850 \cdot B_0 \cdot L \cdot H_2 = 7850 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 989,1 \text{ кг},$$

$$\text{где } H_2 = H_1 - \frac{H_1 \cdot 40\%}{100\%} = 0,125 - \frac{0,125 \cdot 40}{100} = 0,075 \text{ м};$$

маса розкату, що припадає на ролик після третього проходу:

$$m_{M4} = 7850 \cdot B_0 \cdot L \cdot H_3 = 7850 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 0,0525 = 692,37 \text{ кг},$$

$$\text{где } H_3 = H_2 - \frac{H_2 \cdot 30\%}{100\%} = 0,075 - \frac{0,075 \cdot 30}{100} = 0,0525 \text{ м};$$

Момент транспортування до першого пропуску:

$$M_{TP1} = M_X + g \cdot m_{M1} \cdot \left( \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} + f \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 3297 \cdot \left( \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 + 0,0015 \right) = 96,483 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

момент транспортування після першого пропуску:

$$M_{TP2} = M_X + g \cdot m_{M2} \cdot \left( \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} + f \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 1648,5 \cdot \left( \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 + 0,0015 \right) = 56,862 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

момент транспортування після другого пропуску:

$$M_{TP3} = M_X + g \cdot m_{M3} \cdot \left( \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} + f \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 989,1 \cdot \left( \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 + 0,0015 \right) = 41,014 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

момент транспортування після третього пропуску:

$$M_{TP4} = M_X + g \cdot m_{M4} \cdot \left( \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} + f \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 692,37 \cdot \left( \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 + 0,0015 \right) = 33,882 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.3.3 Статичний момент при буксуванні метала по ролику

Статичний момент при пробуксовуванні метала по ролику буде максимальним при найбільшій масі металу, що припадає на один ролик, тому обчислення проводяться лише для першого пропуску.

### 2.3.3.1 При рушанні

$$M_{G1} = M_x + g \cdot m_{M1} \cdot \left( \frac{D_p}{2} \cdot \mu_{G1} + \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 3297 \cdot \left( \frac{0,35}{2} \cdot 0,3 + \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 \right) = 1746 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де  $m_{M1}$  – маса металу, яка припадає на один ролик рольгангу,  $m_{M1} = 3297$  кг;

$d_p$  – діаметр ролика,  $d_p = 350$  мм = 0,35 м;

$\mu_{G1}$  – коефіцієнт тертя ковзання металу по роликам,  $\mu_{G1} = 0,3$ .

### 2.3.3.2 При коловій швидкості ролика, відмінній від нуля

$$M_{G1} = M_x + g \cdot m_{M1} \cdot \left( \frac{D_p}{2} \cdot \mu_{G2} + \frac{d_{Ц}}{2} \cdot \mu_{Ц} \right) = 17,241 + 9,81 \cdot 3297 \cdot \left( \frac{0,35}{2} \cdot 0,2 + \frac{0,19}{2} \cdot 0,01 \right) = 1180 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де  $\mu_{G2}$  – коефіцієнт тертя ковзання металу по роликам (при коловій швидкості ролика, відмінній від нуля),  $\mu_{G2} = 0,2$ .

## 2.4 Попередній вибір двигуна для приводу ролика робочого рольгангу

Необхідна швидкість обертання валу двигуна:

$$\omega_{TP} = \frac{2 \cdot V_{MAX}}{D_p} = \frac{2 \cdot 3,5}{0,35} = 20 \text{ рад/с};$$

$$n_{TP} = \frac{60 \cdot \omega_{TP}}{2 \cdot \pi} = \frac{60 \cdot 20}{2 \cdot 3,14} = 191,08 \text{ об/мин};$$

де  $V_{MAX}$  – максимальна швидкість транспортування,  $V_{MAX} = 3,5$  м/с.

Необхідний статичний момент двигуна (попередньо) визначається моментом транспортування металу:

$$M_{TP} = K_{ЗАП} \cdot M_{TP1} = 1,25 \cdot 96,48 = 120,6 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де  $K_{ЗАП}$  – коефіцієнт запасу,  $K_{ЗАП} = 1,25$ .

За електродвигун приймаємо трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу АР250М6 з параметрами:



потужність двигуна 5 кВт;  
частота обертання 191 об/хв;  
напруга живлення 380 В;  
момент інерції двигуна 1,19 кг·м<sup>2</sup>;  
коефіцієнт потужності 0,85;  
номінальний момент 250 Нм;  
максимальний момент 630 Нм;  
струм при  $M_H$  11 А;  
струм при  $M_{max}$  29 А;  
маса 480 кг;  
висота осі обертання 250 мм.

**Примітка:** В даний час для приводу роликів рольганга використовують електродвигуни змінного струму. Спираючись на необхідний номінальний статичний момент і швидкість обертання, електродвигун слід вибирати з каталогу (див. Додаток 4.1)

Момент на валу електродвигуна:

$$M_H = \frac{9550 \cdot P_H}{n_H} = \frac{9550 \cdot 5}{191} = 250 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де  $P_H$  – номінальна потужність двигуна,  $P_H = 5$  кВт;  
 $n_H$  – номінальна частота обертання валу двигуна,  $n_H = 191$  1/хв.

## 2.5 Визначення моментів інерції

### 2.5.1 Момент інерції двигуна AP250M6

У відповідності з паспортними даними момент інерції двигуна AP250M6 становить:

$$J_{ДВ} = 1,19 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

### 2.5.2 Момент інерції муфт

Момент інерції прийнятих за каталогом зубчастих муфт МЗ-4 визначається за формулою:

$$J_{МУФ} = 2 \cdot 0,25 \cdot GD_{МУФ}^2 = 2 \cdot 0,25 \cdot 0,85 = 0,425 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де  $GD_{МУФ}^2$  – маховий момент муфти,  $GD_{МУФ}^2 = 0,85$  кг м<sup>2</sup>.

**Примітка:** При виконанні самостійної роботи момент інерції муфт орієнтовно можна прийняти за рекомендацією наведеною в розділі 1.

### 2.5.3 Момент інерції ролика

Момент інерції ролика визначимо за такою формулою:

$$J_{РОЛ} = \frac{m_P \cdot D_P^2}{8} = \frac{1850 \cdot 0,35^2}{8} = 28,328 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де  $m_P$  – маса ролика,  $m_P=1850$  кг;

$D_P$  – діаметр ролика,  $D_P=0,35$  м.

## 2.5.4 Сумарний момент інерції при холостому ході

$$\sum J_X = J_{ДВ} + J_{МУФ} + J_{РОЛ} = 1,19 + 0,43 + 28,328 = 29,948 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

## 2.5.5 Момент інерції металу

Момент інерції металу визначається в залежності від швидкості прокатки при кожному пропуску розкату крізь кліть. Швидкість прокатки приймається такою, щоб вихідна швидкість металу дорівнювала максимальній швидкості транспортування, а саме – 3,5 м/с.

### 2.5.5.1 Визначення швидкості руху металу

Лінійна швидкість входу металу в кліть до першого проходу:

$$V_{ВХ1} = \frac{V_{ВЫХ1} \cdot h_2}{h_1} = \frac{3,5 \cdot 0,125}{0,25} = 1,75 \text{ м/с};$$

де  $h_1$  – товщина розкату перед першою прокаткою,  $h_1 = H_0 = 0,25$  м;

$h_2$  – товщина листа після першої прокатки,  $h_2 = h_1 \cdot 0,5 = 0,125$  м

Після першого проходу:  $V_{ВЫХ1} = 3,5$  м/с;

$$\text{перед другим проходом: } V_{ВХ2} = \frac{V_{ВЫХ2} \cdot h_3}{h_2} = \frac{3,5 \cdot 0,075}{0,125} = 2,1 \text{ м/с};$$

де  $h_2$  – товщина листа перед другою прокаткою,  $h_2 = 0,125$  м;

$h_3$  – товщина листа після другої прокатки,  $h_3 = 0,125 \cdot 0,6 = 0,075$  м

після другого проходу:  $h_4 = 0,075 \cdot 0,7 = 0,0525$  м

$V_{ВЫХ2} = 3,5$  м/с;

перед третім проходом:

$$V_{BX3} = \frac{V_{BЫX3} \cdot h_4}{h_3} = \frac{3,5 \cdot 0,0525}{0,075} = 2,45 \text{ м/с};$$

де  $h_3$  – товщина листа перед третьою прокаткою,  $h_3 = 0,075 \text{ м}$ ;

$h_4$  – товщина листа після третьої прокатки,  $h_4 = 0,075 \cdot 0,7 = 0,0525 \text{ м}$

після третього проходу:

$$V_{BЫX3} = 3,5 \text{ м/с}$$

### 2.5.5.2 Кутова швидкість валків рольганга при транспортуванні металу

Перед входом металу в кліть для першого проходу:

$$\omega_1 = \frac{V_{BX1} \cdot 2}{D_p} = \frac{1,75 \cdot 2}{0,35} = 10 \text{ рад/с};$$

де  $V_{BX1}$  – лінійна швидкість першого входу металу в кліть,  $V_{BX1} = 1,75 \text{ м/с}$ ;

$D_p$  – діаметр ролика,  $D_p = 0,35 \text{ м}$ ;

при виході металу з кліті після першого проходу:

$$\omega_2 = \frac{V_{BЫX1} \cdot 2}{D_p} = \frac{3,5 \cdot 2}{0,35} = 20 \text{ рад/с};$$

де  $V_{BЫX1}$  – лінійна швидкість першого виходу металу з кліті;

перед входом металу у кліть для другого проходу:

$$\omega_3 = \frac{V_{BX2} \cdot 2}{D_p} = \frac{2,1 \cdot 2}{0,35} = 12 \text{ рад/с};$$

при виході металу з кліті після другого проходу:

$$\omega_4 = \frac{V_{BЫX2} \cdot 2}{D_p} = \frac{3,5 \cdot 2}{0,35} = 20 \text{ рад/с};$$

перед входом металу у кліть для третього проходу:

$$\omega_5 = \frac{V_{BX3} \cdot 2}{D_p} = \frac{2,45 \cdot 2}{0,35} = 14 \text{ рад/с};$$

при виході металу з кліті після третього проходу:

$$\omega_6 = \frac{V_{BЫX3} \cdot 2}{D_p} = \frac{3,5 \cdot 2}{0,35} = 20 \text{ рад/с}.$$

### 2.5.6 Моменти інерції розката

Момент інерції металу перед першим пропуском:

$$J_{MET1} = m_{M1} \cdot \frac{V_{BX1}^2}{\omega_1^2} = 3297 \cdot \frac{1,75^2}{10^2} = 100,9063 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

де  $m_{M1}$  – маса металу, яка припадає на один ролик рольганга,  $m_{M1} = 3297$  кг;  
 $\omega_1$  – кутова швидкість валків рольганга перед входом металу в кліть,  $\omega_1 = 10$  рад /  
с;

$V_{BX1}$  – лінійна швидкість першого входу металу в кліть,  
 $V_{BX1} = 1,75$  м/с;

момент інерції металу після першого пропуску:

$$J_{MET2} = m_{M2} \cdot \frac{V_{BBLX1}^2}{\omega_2^2} = 1648,5 \cdot \frac{3,5^2}{20^2} = 50,4853 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

момент інерції металу перед другим пропуском:

$$J_{MET3} = m_{M2} \cdot \frac{V_{BX2}^2}{\omega_3^2} = 1648,5 \cdot \frac{2,1^2}{12^2} = 50,4853 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

момент інерції металу після другого пропуску:

$$J_{MET4} = m_{M3} \cdot \frac{V_{BBLX2}^2}{\omega_4^2} = 989,1 \cdot \frac{3,5^2}{20^2} = 30,291 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

момент інерції металу перед третім пропуском:

$$J_{MET5} = m_{M3} \cdot \frac{V_{BX3}^2}{\omega_5^2} = 989,1 \cdot \frac{2,45^2}{14^2} = 30,291 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

момент інерції металу після третього пропуску:

$$J_{MET6} = m_{M4} \cdot \frac{V_{BBLX3}^2}{\omega_6^2} = 692,4 \cdot \frac{3,5^2}{20^2} = 21,203 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

### 2.5.7 Сумарні моменти інерції з металом

2.5.7 Сумарний момент інерції перед першим пропуском:

$$\sum J_{MET1} = \sum J_X + J_{MET1} = 29,95 + 100,97 = 130,92 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

де  $\sum J_X$  – сумарний момент інерції при холостому ході,  $\sum J_X = 29,95 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$J_{MET1}$  – момент інерції металу перед першим пропуском,  $J_{MET2} = 100,97 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

сумарний момент інерції після першого пропуску:

$$\sum J_{MET2} = \sum J_X + J_{MET2} = 29,95 + 50,48 = 80,435 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

сумарний момент інерції перед другим пропуском:

$$\sum J_{MET3} = \sum J_X + J_{MET3} = 29,95 + 50,48 = 80,435 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

сумарний момент інерції після другого пропуску:

$$\sum J_{MET4} = \sum J_X + J_{MET4} = 29,95 + 30,291 = 60,241 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

сумарний момент інерції перед третім пропуском:

$$\sum J_{MET5} = \sum J_X + J_{MET5} = 29,95 + 30,291 = 60,241 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

сумарний момент інерції після третього пропуску:

$$\sum J_{MET6} = \sum J_X + J_{MET6} = 29,95 + 21,2 = 51,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

## 2.6 Визначення часів керування

2.6.1 Прискорення при розгоні і гальмуванні приймаємо, виходячи з того, що час між виходом металу з кліті і входом його в кліть для наступного проходу дорівнює 6 секундам, 2 секунди з яких відводяться на установку в необхідне положення лінійок і валків. Отже на розгін і гальмування відводиться по 2 секунди, вихідна швидкість металу з кліті дорівнює 3,5 м/с, а прискорення дорівнює  $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ .

З урахуванням цього

$$E = \frac{d\omega}{dt} = \frac{a \cdot 2}{D_p} = \frac{1,5 \cdot 2}{0,35} = 8,571 \text{ рад} / \text{с}^2.$$

### 2.6.2 Перед першим пропуском

При першому пуску здійснюється розгін з металом, усталений рух, гальмування без металу. Швидкість транспортування приймається рівною 1,75 м/с.

#### 2.6.2.1 Час розгону дорівнює часу гальмування:

$$t_{P1} = t_{T1} = \frac{V_{BX1}}{a} = \frac{1,75}{1,5} = 1,166 \text{ с}.$$

#### 2.6.2.2 Момент динамічний при розгоні без металу:

$$M_{jP1} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,67 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.2.3 Момент пусковий без металу:

$$M_{П1} = M_X + M_{jP1} = 17,241 + 256,67 = 273,911 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.2.4 Момент при транспортуванні:

$$M_{y1} = M_{TP1} = 96,483 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.2.5 Час усталеного руху:

$$t_{y1} = \frac{L_{y1}}{V_{BX1}} = \frac{2}{1,75} = 1,142 \text{ с}.$$

де  $L_{y1}$  – довжина розкату перед першим пропуском,  $L_{y1} = L_0 = 2 \text{ м}$ .

#### 2.6.2.6 Момент динамічний при гальмуванні без металу:

$$M_{jm1} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.2.7 Момент гальмівний без металу:

$$M_{m1} = M_{jm1} - M_X = 256,7 - 17,241 = 239,46 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.6.3 Перший пропуск

У першому пропуску розгін здійснюється без металу, усталений рух металу і гальмування з металом. Швидкість транспортування приймається рівною швидкості прокатки,  $V_{BbIX1} = 3,5 \text{ м/с}$ .

#### 2.6.3.1 Час розгону дорівнює часу гальмування:

$$t_{P2} = t_{T2} = \frac{V_{BbIX1}}{a} = \frac{3,5}{1,5} = 2,333 \text{ с}.$$

#### 2.6.3.2 Момент динамічний при розгоні без металу:

$$M_{jP2} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.3.3 Момент пусковий без металу:

$$M_{II2} = M_X + M_{jP2} = 17,241 + 256,7 = 273,941 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.3.4 Час усталеного руху:

$$t_{y2} = \frac{L_{y2}}{V_{BbIX2}} = \frac{4}{3,5} = 1,142 \text{ с}.$$

де  $L_{y2}$  – довжина раската после первого пропуска,  $L_{y2} = 4 \text{ м}$ .

#### 2.6.3.5 Момент при транспортуванні:

$$M_{y2} = M_{TP2} = 56,862 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.3.6 Момент динамічний при гальмуванні з металом:

$$M_{jm2} = \sum J_{MET2} \cdot \frac{d\omega}{dt} = 80,435 \cdot 8,571 = 689,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.3.7 Момент гальмівний з металом:

$$M_{m2} = M_{jm2} - M_{TP2} = 689,4 - 56,862 = 632,546 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.3.8 Шлях, пройдений металом за час гальмування:

$$S_{T2} = \frac{V_{BIX2}}{2} \cdot t_{T2} = \frac{3,5}{2} \cdot 2,333 = 4,082 \text{ м}.$$

$$S_{O2} = L_{y2} + S_{m2} = 4 + 4,082 = 8,082 \text{ м}.$$

#### 2.6.4 Другий пуск

У другому пуску здійснюється розгін з металом, усталений рух, гальмування без металу. Швидкість транспортування приймається рівною 2,1 м/с

##### 2.6.4.1 Час розгону дорівнює часу гальмування:

$$t_{P3} = t_{T3} = \frac{V_{BX2}}{a} = \frac{2,1}{1,5} = 1,4 \text{ с}.$$

##### 2.6.4.2 Шлях, пройдений металом за час розгону:

$$S_{P3} = \frac{V_{BX2}}{2} \cdot t_{P3} = \frac{2,1}{2} \cdot 1,4 = 1,47 \text{ м}.$$

##### 2.6.4.3 Момент динамічний при пуску з металом:

$$M_{jP3} = \sum J_{MET3} \cdot \frac{d\omega}{dt} = 80,435 \cdot 8,571 = 689,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

##### 2.6.4.4 Момент пусковий з металом:

$$M_{П3} = M_{TP2} + M_{jP3} = 56,862 + 689,4 = 746,262 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

##### 2.6.4.5 Момент при транспортуванні:

$$M_{y3} = M_{TP2} = 56,862 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

##### 2.6.4.6 Час усталеного руху:

$$t_{y3} = \frac{S_{O2} - S_{P3}}{V_{BX2}} = \frac{8,083 - 1,47}{2,1} = 3,148 \text{ с}.$$

##### 2.6.4.7 Момент динамічний при гальмуванні без металу:

$$M_{jm3} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

##### 2.6.4.8 Момент гальмівний без металу:

$$M_{m3} = M_{jm3} - M_X = 256,7 - 17,241 = 239,459 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.6.5 Після другого пропуску

У другому пропуску розгін здійснюється без металу, усталений рух металу і гальмування з металом. Швидкість транспортування приймається рівною швидкості прокатки, тобто  $V_{ВЫХ2} = 3,5 \text{ м/с}$ .

#### 2.6.5.1 Час розгону дорівнює часу гальмування:

$$t_{P4} = t_{T4} = \frac{V_{ВЫХ2}}{a} = \frac{3,5}{1,5} = 2,333 \text{ с.}$$

#### 2.6.5.2 Момент динамічний при розгоні без металу:

$$M_{jP4} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.5.3 Момент пусковий без металу:

$$M_{П4} = M_X + M_{jP4} = 17,241 + 256,7 = 273,942 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.5.4 Час усталеного руху:

$$t_{y4} = \frac{L_{y3}}{V_{ВЫХ2}} = \frac{6,67}{3,5} = 1,905 \text{ с.}$$

де  $L_{y3}$  – довжина розкату після другого пропуску,  $L_{y3} = 6,67 \text{ м}$ .

#### 2.6.5.5. Момент при транспортуванні:

$$M_{y4} = M_{TP3} = 41.014 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.5.6 Момент динамічний при гальмуванні з металом:

$$M_{jm4} = \sum J_{MET4} \cdot \frac{d\omega}{dt} = 60,241 \cdot 8,571 = 516,32 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.5.6 Момент гальмівний з металом:

$$M_{m4} = M_{jm4} - M_{TP3} = 516,32 - 41.014 = 475,31 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.5.7 Шлях, пройдений металом за час гальмування:

$$S_{T4} = \frac{V_{ВЫХ2}}{2} \cdot t_{T4} = \frac{3,5}{2} \cdot 2,333 = 4,082 \text{ м.}$$

$$S_{O4} = L_{y3} + S_{T4} = 6,67 + 4,082 = 10,752 \text{ м.}$$

### 2.6.6 Третій пуск

У третьому пуску здійснюється розгін з металом, усталений рух, гальмування без металу.



Швидкість транспортування приймається рівною 2,45 м/с.

#### 2.6.6.1 Час розгону одно часу гальмування:

$$t_{P5} = t_{T5} = \frac{V_{BX3}}{a} = \frac{2,45}{1,5} = 1,633 \text{ с.}$$

#### 2.6.6.2 Шлях, пройдений металом за час розгону:

$$S_{P5} = \frac{V_{BX3}}{2} \cdot t_{P5} = \frac{2,45}{2} \cdot 1,633 = 2 \text{ м.}$$

#### 2.6.6.3 Момент динамічний при пуску з металом:

$$M_{jP5} = \sum J_{MET5} \cdot \frac{d\omega}{dt} = 60,241 \cdot 8,571 = 516,32 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.6.4 Момент пусковий з металом

$$M_{П5} = M_{TP3} + M_{jP5} = 41,014 + 516,32 = 557,334 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.6.5 Момент при транспортуванні:

$$M_{y5} = M_{TP3} = 41,014 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.6.6 Час усталеного руху:

$$t_{y5} = \frac{S_{O4} - S_{P5}}{V_{BX3}} = \frac{10,752 - 2}{3,5} = 2,5 \text{ с.}$$

#### 2.6.6.7 Момент динамічний при гальмуванні без металу:

$$M_{jm5} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.6.8 Момент гальмівний без металу:

$$M_{m5} = M_{jm5} - M_X = 256,7 - 17,241 = 239,459 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.7 Третій пропуск

У третьому пропуску розгін здійснюється без металу, усталений рух і гальмування без металу.

Швидкість транспортування приймається рівною 3,5 м/с.

#### 2.6.7.1 Час розгону дорівнює часу гальмування:

$$t_{P6} = t_{T6} = \frac{V_{ВЫХ3}}{a} = \frac{3,5}{1,5} = 2,333 \text{ с.}$$

#### 2.6.7.2 Динамічний момент при розгоні без металу:

$$M_{jP6} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

#### 2.6.7.3 Момент пусковий без металу:

$$M_{П6} = M_X + M_{jP6} = 17,241 + 256,7 = 273,941 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.7.4 Час усталеного руху:

$$t_{y6} = \frac{L_{y4}}{V_{ВЫХ3}} = \frac{9,5238}{3,5} = 2,721 \text{ с}.$$

де  $L_{y3}$  – довжина розкату після третього пропуску,  $L_{y3} = 9,5238$  м.

#### 2.6.7.5 Момент при транспортуванні:

$$M_{y6} = M_{TP4} = 33,882 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.7.6 Момент динамічний при гальмуванні без металу:

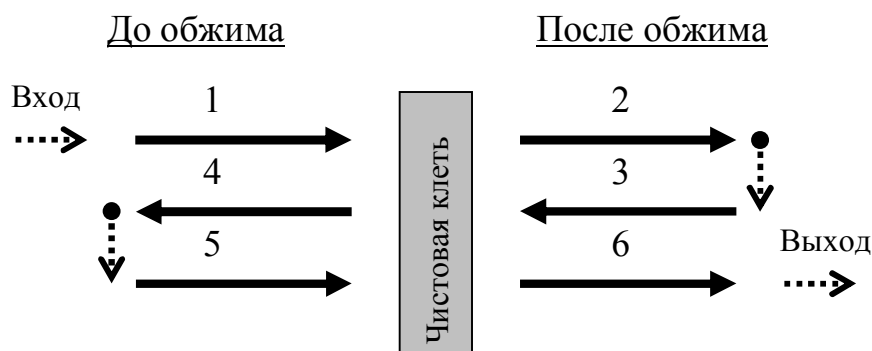
$$M_{jm6} = \sum J_X \cdot \frac{d\omega}{dt} = 29,95 \cdot 8,571 = 256,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

#### 2.6.7.7 Момент гальмівний без металу:

$$M_{m6} = M_{jm6} - M_X = 256,7 - 17,241 = 239,459 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.7 Визначення еквівалентного моменту

Схематично роботу рольгангів чистої кліти можна уявити як показано на рис.2.3.



на українську!!!

Рисунок 2.3 – Послідовність роботи рольгангів

Згідно з проведеними раніше розрахунками і послідовності роботи рольганга, побудуємо навантажувальні діаграми для рольгангів, розташованих до і після кліти, представлені на рис. 2.4 і рис. 2.5, відповідно.

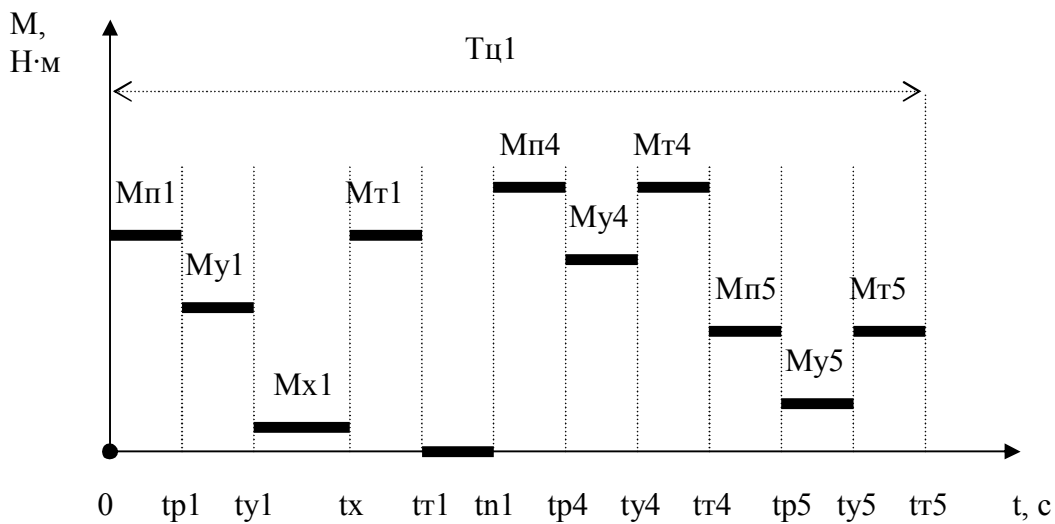


Рисунок 2.4 – Навантажувальна діаграма рольганга розташованого перед кліттю

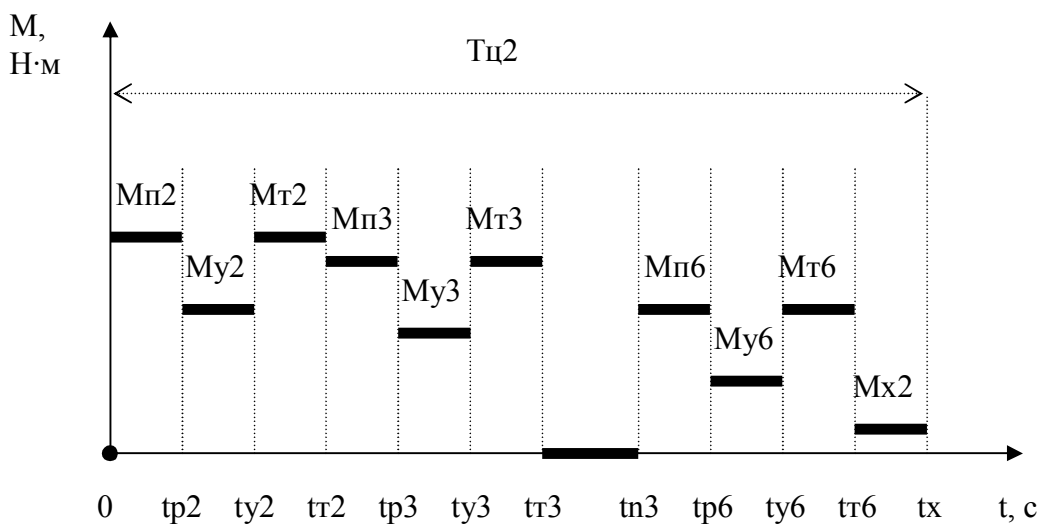


Рисунок 2.5 – Навантажувальна діаграма рольганга розташованого за кліттю

Час циклу, час роботи, час паузи і час роботи без навантаження відповідно для першого рольганга, розташованого перед чистової кліттю:

$$T_{ц1} = t_{p1} + t_{y1} + t_x + t_{T1} + t_{n1} + t_{p4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{p5} + t_{y5} + t_{T5};$$

$$t_1 = t_{p1} + t_{y1} + t_{T1} + t_{p4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{p5} + t_{y5} + t_{T5};$$

$$t_{n1} = t_{p2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{p3} + t_{y3} + t_{T3};$$

$$t_{o1} = t_x + t_{n1},$$

де  $t_x$  – час роботи рольганга на холостому ходу,  $t_x = 6c$ .

Тоді:

$$T_{ц1} = t_{p1} + t_{y1} + t_x + t_{T1} + t_{n1} + t_{p4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{p5} + t_{y5} + t_{T5} = 1,166 + 1,142 + 6 + 1,66 + (2,333 + 1,142 + 2,333 + 1,4 + 3,48 + 1,4) + 2,333 + 1,905 + 2,333 + 1,633 + 2,5 + 1,633 = 34,399c;$$

$$t_1 = t_{p1} + t_{y1} + t_{T1} + t_{P4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{P5} + t_{y5} + t_{T5} =$$

$$= 1,166 + 1,142 + 1,166 + 2,333 + 1,905 + 2,333 + 1,633 + 2,5 + 1,633 + 6 = 22,311 \text{ c};$$

$$t_{n1} = t_{P2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{P3} + t_{y3} + t_{T3} = 2,333 + 1,142 + 2,333 + 1,4 + 3,48 + 1,4 = 12,088 \text{ c};$$

$$t_{o1} = t_X + t_{n1} = 6 + 2,333 + 1,142 + 2,333 + 1,4 + 3,48 + 1,4 = 18,088 \text{ c}.$$

Тривалість включення двигунів рольганга, розташованого перед чистової кліттю:

$$ПВ1 = \left( \frac{t_1}{T_{ц1}} \right) \cdot 100\%;$$

$$ПВ1 = \left( \frac{22,311}{34,399} \right) \cdot 100\% = 64,859\%.$$

Момент еквівалентний двигунів рольганга, розташованого перед чистової кліттю:

$$M_{ЭKB1} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\beta \cdot t_1 + t_{n1}}},$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує якість охолодження двигунів,  $\beta$  приймається рівним 0,8.

Тоді:

!

$$M_{ЭKB1} = \sqrt{\frac{M_{П1}^2 \cdot t_{P1} + M_{y1}^2 \cdot t_{y1} + M_{T1}^2 \cdot t_{T1} + M_{П4}^2 \cdot t_{P4} + M_{y4}^2 \cdot t_{y4} +$$

$$+ M_{T4}^2 \cdot t_{T4} + M_{П5}^2 \cdot t_{P5} + M_{y5}^2 \cdot t_{y5} + M_{T5}^2 \cdot t_{T5} + M_X^2 \cdot t_X}{\beta \cdot (t_{P1} + t_{y1} + t_{T1} + t_{P4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{P5} + t_{y5} + t_{T5} + t_X) + t_{n1}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{273,911^2 \cdot 1,166 + 96,483^2 \cdot 1,142 + 239,46^2 \cdot 1,166 + 273,942^2 \cdot 2,333 + 41,014^2 \cdot 1,905 +$$

$$+ 475,31^2 \cdot 2,333 + 557,334^2 \cdot 1,633 + 41,014^2 \cdot 2,5 + 239,59^2 \cdot 1,633 + 17,241^2 \cdot 6}{0,8 \cdot 22,311 + 12,088}} =$$

$$= 222,142 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Розрахунки для другого рольганга аналогічні.

Час циклу, час роботи, час паузи і час роботи без навантаження відповідно для другого рольганга, розташованого після чистової кліті:

$$T_{ц2} = t_{P2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{P3} + t_{y3} + t_{T3} + t_{n3} + t_{P6} + t_{y6} + t_{T6} + t_X;$$

$$t_2 = t_{P2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{P3} + t_{y3} + t_{T3} + t_{P6} + t_{y6} + t_{T6};$$

$$t_{n3} = t_{P4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{P5} + t_{y5} + t_{T5};$$

$$t_{o2} = t_x + t_{n3},$$

де  $t_x$  – час роботи рольганга на холостому ході,  $t_x = 6c$ .

Тоді:

$$\begin{aligned} T_{ц2} &= t_{P2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{P3} + t_{y3} + t_{T3} + t_{n3} + t_{P6} + t_{y6} + t_{T6} + t_x = \\ &= 2,333 + 1,142 + 2,333 + 1,4 + 3,48 + 1,4 + (2,333 + 1,905 + 2,333 + 1,633 + 2,5 + 1,633) + \\ &+ 2,333 + 2,721 + 2,333 + 6 = 37,812c; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_2 &= t_{P2} + t_{y2} + t_{T2} + t_{P3} + t_{y3} + t_{T3} + t_{P6} + t_{y6} + t_{T6} = \\ &2,333 + 1,142 + 2,333 + 1,4 + 3,48 + 1,4 + 2,333 + 2,721 + 2,333 + 6 = 25,475c; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{n3} &= t_{P4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{P5} + t_{y5} + t_{T5} = 2,333 + 1,905 + 2,333 + 1,633 + 2,5 + 1,633 = \\ &= 12,337c; \end{aligned}$$

$$t_{o2} = t_x + t_{n3} = 6 + 2,333 + 1,905 + 2,333 + 1,633 + 2,5 + 1,633 = 18,337c.$$

Тривалість включення двигунів рольганга, розташованого за чистової кліттю.

$$ПВ2 = \left( \frac{t_2}{T_{ц2}} \right) \cdot 100\%;$$

$$ПВ2 = \left( \frac{25,475}{37,812} \right) \cdot 100\% = 67,373\%.$$

Момент еквівалентний двигунів рольганга, розташованого за чистовою кліттю:

$$M_{ЭKB2} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\beta \cdot t_2 + t_{n3}}}.$$

Тоді:

$$\begin{aligned} M_{ЭKB1} &= \sqrt{\frac{M_{П2}^2 \cdot t_{P2} + M_{y2}^2 \cdot t_{y2} + M_{T2}^2 \cdot t_{T2} + M_{П3}^2 \cdot t_{P3} + M_{y3}^2 \cdot t_{y3} + \\ &+ M_{T3}^2 \cdot t_{T3} + M_{П6}^2 \cdot t_{P6} + M_{y6}^2 \cdot t_{y6} + M_{T6}^2 \cdot t_{T6} + M_X^2 \cdot t_X}{\beta \cdot (t_{P1} + t_{y1} + t_{T1} + t_{P4} + t_{y4} + t_{T4} + t_{P5} + t_{y5} + t_{T5} + t_X) + t_{n1}}} = \\ &= \sqrt{\frac{273.941^2 \cdot 2,333 + 56.862^2 \cdot 1,142 + 632.546^2 \cdot 2,333 + 746.262^2 \cdot 1,4 + 56.862^2 \cdot 3,48 + \\ &+ 239.59^2 \cdot 1,4 + 273.941^2 \cdot 2,333 + 33.882^2 \cdot 2,721 + 239.459^2 \cdot 2,333 + 17,241^2 \cdot 6}{0,8 \cdot 25,475 + 12,337}} = \\ &= 264,984H \cdot m. \end{aligned}$$

У розглянутому і аналогічних випадках доцільно вибирати один тип двигуна для всіх аналогічних механізмів, в даному випадку - для рольгангів. Тоді заключний етап

розрахунку буде виглядати наступним чином.

Загальна тривалість включення двигунів рольгангів перед і за чистової кліттю.

$$ПВ_{РАСЧ} = \frac{t_1 + t_2}{T_{Ц1} + T_{Ц2}} \cdot 100\% ;$$

$$ПВ_{РАСЧ} = \frac{22,311 + 25,475}{34,399 + 37,812} \cdot 100\% = 66,2\%$$

Приймаємо з стандартного ряду  $ПВ_H = 80\%$ .

Загальний момент еквівалентний двигунів рольгангів перед і за чистовою кліттю.

$$M_{ЭКВ} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\beta \cdot t_p + t_{п}}}$$

де  $t_p$  і  $t_{п}$  - час роботи і час паузи відповідно, с.

Тоді, маючи два рольганги зі своїми навантажувальними діаграмами роботи:

$$\begin{aligned} M_{ЭКВ} &= \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\sum t_i}} = \sqrt{\frac{M_{ЭКВ1}^2 \cdot t_1 + M_{ЭКВ2}^2 \cdot t_2}{T_{Ц1} + T_{Ц2}}} = \\ &= \sqrt{\frac{222,142^2 \cdot 22,311 + 264,984^2 \cdot 25,475}{34,399 + 37,812}} = 200,045 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

Корекція моменту (потужності) двигуна на тривалість включення виконується наступним чином:

$$M_{\delta} = M_{ЭКВ} \sqrt{\frac{ПВ_{РАСЧ}}{ПВ_H}} \quad \text{или} \quad P_{\delta} = P_{ЭКВ} \sqrt{\frac{ПВ_{РАСЧ}}{ПВ_H}}$$

Для цього випадку:

$$M_{\delta} = M_{ЭКВ} \sqrt{\frac{ПВ_{РАСЧ}}{ПВ_H}} = 200,045 \sqrt{\frac{66,2}{80}} = 181,975 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок на перевантажувальну здатність ведеться після вибору двигуна з використанням навантажувальної діаграми, при цьому  $\lambda_{розрах}$  не повинен перевищувати допустиме значення для конкретного типу механізмів згідно табл. 1.

$$\lambda_{РАСЧ} = \frac{M_{\max}}{M_H}.$$

Для цього випадку:

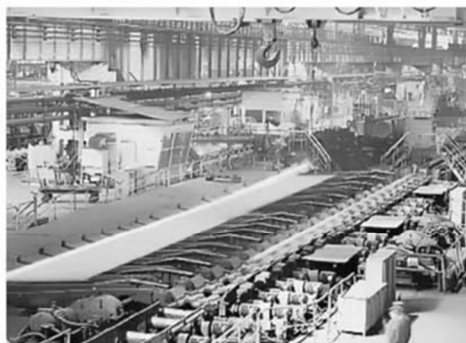
$$\lambda_{РАСЧ} = \frac{M_{\max}}{M_{ЭKB}} = \frac{M_{н3}}{M_{ЭKB}} = \frac{746,262}{200,045} = 3,73.$$

$\lambda_{розрах} (3,73) > 3,5$  – це відповідає важкому режиму роботи механізма. Отже, електродвигун проходить по нагріванню для роботи в важкому режимі.

Додаток 4.1

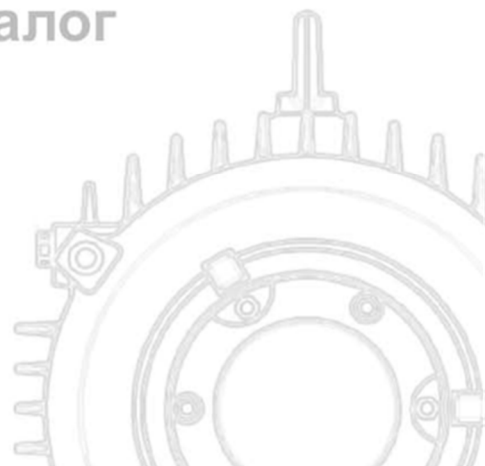
# КРАНРОС

КРАНОВЫЕ И РОЛЬГАНГОВЫЕ СИСТЕМЫ



## Рольганговые электродвигатели для применения с преобразователями частоты

Технический каталог





# Трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором для рольгангів з живленням від перетворювачів частот

## Код продукції

## Галузь застосування

Електродвигуни серії AP(K)-F/2AP(K)-F призначені для застосування в складі частотно-регулюємого електропривода.

Прямий пуск електродвигунів неприпустимий.

## Технічні характеристики:

**Висота осі обертання: 112-355 мм.**

**Номінальна напруга: 380; 220/380В; 380/660 В** на прохання замовника двигуни можуть бути виготовлені на інші стандартні напруги.

**Номінальна частота мережі : 50 Гц**

на вимогу можуть бути поставлені електродвигуни на іншу номінальну частоту від 5 до 150 Гц .

**Клас ізоляції: F**

на вимогу замовника може бути застосований клас ізоляції H.

**Датчик зворотнього зв'язку:**

На вимогу двигуни поставляються з експериментальними датчиками (енкодерами або резольверами) для монтажного виконання IMXXX1, XXX3.

**Захист електродвигуна:**

На вимогу двигуни поставляються з вбудованим температурним захистом РТС або РТ100.

**Перевантаження:**

- 1,5 номінального струму протягом 2 хвилин. Відповідно до ГОСТ 28173 (DIN EN 60034 - 1).

**Стандартний ступінь захисту: IP54**

на вимогу замовника може бути виготовлений електродвигун зі ступенем захисту IP55 і більше.

**Спосіб охолодження:**

-IC410 - природне охолодження двигуна тільки за допомогою власної поверхні;

-IC411 - самовентиляція від укріпленого на валу двигуна радіального вентилятора при поздовжньому оребренні;

**Розташування коробки**

**висновків:** зверху на вимогу замовника коробка висновків може бути встановлена зліва чи справа (тільки для габариту 250-355). **Конструктивні виконання:**

**AP(K)-F:** IM1001, IM1002, IM1003, IM2001, IM2002, IM3001, IM3002, IM3003, IM1009, IM2009, IM3009, IM3011, IM3012;

**2AP(K)-F:** IM1001, IM1002, IM1003, IM2001, IM2002, IM3001, IM3002, IM3003, IM1009, IM2009, IM3009. На вимогу - інші стандартні форми виконання по ГОСТ 2479, IEC60034-7.

**Стандартне забарвлення:** RAL 5017 (волошковий), товщина покриття до 35 мкм.

**Умови експлуатації:**

- Висота над рівнем моря не більше 1000 м;  
- Номінальна навколишня температура 40 ° С, на вимогу можлива спеціальна розробка на більш високу температуру навколишнього середовища.

Корпуси двигунів виконані з чавуну марки СЧ20 на вимогу замовника може бути застосований високоміцний чавун марки ВЧ40.

**Вібрації:**

Допустимі рівні вібрації двигунів встановлені в ГОСТ 20815 (DIN EN 60034 - 14). У стандартному виконанні - рівень вібрації N (нормальний).

Всі ротори двигунів динамічно балансується с півшпонкою

**Стандарти:**

ГОСТ Р 51689, ГОСТ183, ГОСТ 28173, ГОСТ 28327, МЕК 60034, МЕК 60072.

Електродвигуни, що випускаються, мають наступні переваги:

• економію електроенергії завдяки високому ККД

• повну адаптацію до роботи в системі двигун – перетворювач частоти, забезпечуючи високі параметри регулювання;

• підвищений термін експлуатації, надійність і термічну переважувальну здатність завдяки застосуванню ізоляції класу нагрівостійкості F (перегрів обмотки двигуна за класом В- 80° С);

• для найкращого охолодження корпуси мають ребра, виконані уздовж (AP (K) -F). На вимогу замовника можуть бути виконання з поперечними ребрами (2AP (K) -F) або без ребер;

• переважне виконання станини з прикрученими лапами, що покращує споживчі властивості електродвигунів, оскільки при випадковому зламі лапи двигун не треба викидати, він легко ремонтується шляхом заміни зламаної лапи;

двигуни виконуються без зовнішнього обдування, з боку приводного вала підшипники мають спеціальні захисні шайби, що забезпечують ступінь захисту IP55, 56. З боку, який протилежний приводу, підшипник повністю закритий.

Двигуни забезпечують високі енергетичні показники завдяки спеціальній конструкції обмоток статора і конструкції пазової частини ротора. Забезпечуючи високі моменти при низьких швидкостях обертання, двигуни дозволяють безпосереднє з'єднання з роликми без редуктора, що підвищує надійність і ефективність системи приводу.

Термін служби підшипників при номінальному навантаженні

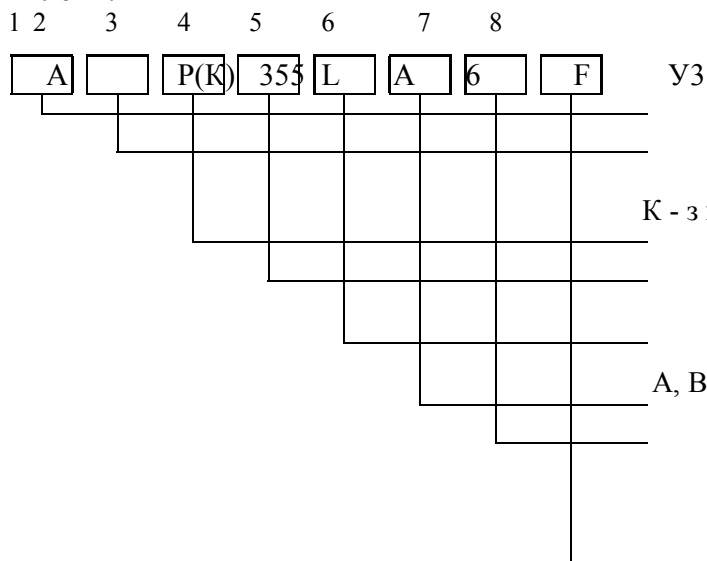
20000 годин. Підшипниковий вузол може бути виконаний з поповненням мастила. У спеціальних випадках можливе застосування ізольованих підшипників.

На вимогу кулькові підшипники з боку приводу можуть бути замінені на роликові. Мастило в штатному виконанні допускає температуру 100°С. В окремих випадках можливі розробки на більш високу температуру.

Рольгангові двигуни серії AP (K) -F / 2AP (K) -F виконані згідно з ТУ 3324-071-05757995-2006

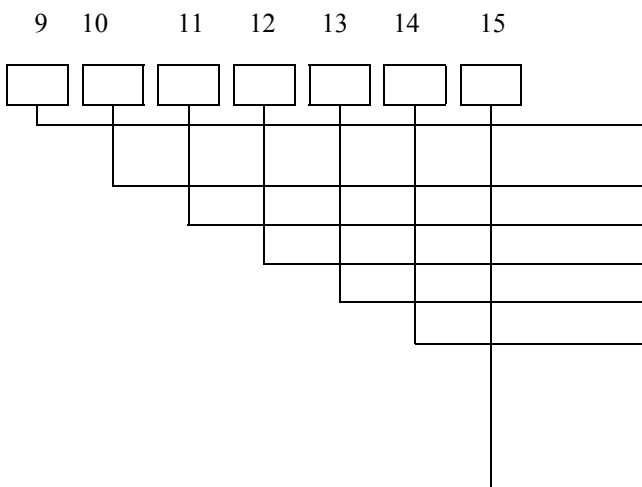
Для ідентифікації електродвигунів основного виконання використовується 15 позиційний код.  
Код складається з двох блоків.

### Блок I.



- Умовне позначення серії А (2А)  
Електричні модифікації:  
Р - для рольгангів,  
К - з порожнистим конічним валом і станиною без лап.  
Висота осі обертання  
Установчий розмір по довжині станини  
S - коротка М - середня L-довжина  
Довжина сердечника статора  
А, В або С за умови збереження настановчого розміру  
число полюсів  
Конструктивні модифікації:  
F - для роботи від перетворювача частоти  
I - з інкрементальним датчиком (енкодером)  
Б - вбудовані термодатчики  
Вид кліматичного виконання (У1, У2, У3, Т2)  
У - помірний, Т - тропічний клімат  
1 - Для експлуатації на відкритому повітрі;  
2 - Для експлуатації на відкритому повітрі при відсутності прямого впливу сонячної радіації і атмосферних опадів;  
3 - Для експлуатації в закритих неопалюваних приміщеннях.

### Блок II.



- Клас ізоляції:  
F або H  
Номінальна напруга  
Номінальна частота мережі  
Виконання за способом монтажу ІМ  
Ступінь захисту ІР  
Спосіб охолодження:  
ІС 411 (з власним вентилятором)  
ІС 410 (без вентилятора зовнішнього обдування)  
Додаткові вимоги:  
• виконання ввідного пристрою  
• конструктивне виконання станини  
• забарвлення  
• упаковка  
• інші вимоги

**Наприклад** Двигун AP280MB6 FБ У3; Н, 380 В, 50 Гц, ІМ 1001 або ІМ В3, ІР54.

Електродвигун для приводу рольганга, висотою осі обертання 280 мм 55 кВт, для роботи від перетворювача частоти, вбудовано ними датчиками температури, клас ізоляції Н, 380 В, 50 Гц, виконання на лапах без фланця, ступінь захисту ІР54

Примітка:

Ми готові надати допомогу в правильному виборі двигуна і перетворювача частоти для кожного конкретного застосування приводу. Для оптимізації системи приводу з урахуванням критерію ціна-якість необхідно заповнити опитувальний лист і бланк замовлення (див. Лист 20 і 21).

Порядок розрахунку двигунів, що застосовуються в режимах регулювання

Всі двигуни, параметри яких наведені в таблицях, забезпечують роботу в наступних режимах:  
При зміні частоти обертання від 0 до n при  $M_n = \text{const}$ ,

При зміні частоти обертання від  $n_n$  до  $2n_n$  при  $P_n = \text{const}$ .

При необхідності підвищення частоти обертання понад  $2n_n$  потрібне узгодження з розробником.

$f_n$	<b>I. При роботі на частотах вище номінальної (<math>f_x &gt;</math></b>		<b>II. При роботі на частотах нижче номінальної (<math>f_x &lt;</math></b>	
	<b><math>&lt; f_n</math>)</b>		<b><math>&lt; f_n</math>)</b>	
Потужність	$P_x = P_n$ (constant)		Потужність	$P_x = (f_x/f_n) * P_n$
			Напруга на двигуні змінюється за законом	
			при напрузі мережі $U = \text{const}$	
			$U/f = \text{const}$	
Частота обертів	$n_x = (f_x/f_n) * n$		Частота обертів	$n_x = (f_x/f_n) * n$ Момент
Момент	$M_x \approx (f_n/f_x) * M_n$			$M_x = M_n$ (constant)
Момент максимальний	$M_{max} \approx M_{max}$ (constant)		Момент максимальний	$M_{max} \approx M_{max}$ (constant)
Момент прискорення	$M_a \approx M_{max} - (f_n/f_x) * M_n$		Момент прискорення	$M_a \approx M_{max} - M_n$ (constant)
Ток	при	роботі	Ток при роботі	$I_x = (U_n/U_x) * (f_x/f_n) * I_n$
$I_x \approx (U_n/U_x) * \sqrt{f_x/f_n} * I_n$			Ток при розгоні	$I_{max} = (U_n/U_x) * (f_x/f_n) * I_n$
Ток	при	розгоні		
$I_{max} \approx (U_n/U_x) * \sqrt{f_x/f_n} * I_{max}$		$I_m$		
		б/мин)	$M_n = P_n / (2 * \pi * n / 60)$ Н·М	(де $P$ – Вт, $n$ –

Параметри двигуна для режимів роботи ПВ = 60; 40; 25%. Потужність двигунів вказана в таблицях.

Ток при роботі	S3	ПВ	$\approx I_{n(S1)} * P_{S3} / P_{n(S1)}$
Частота обертів			$P_{S3}$ – номінальна потужність для режиму S3 в заданому
Момент			$P_{n(S1)}$ – номінальна потужність для режиму S1
			$\approx n_1 - P_{S3} / P_{n(S1)} * (n_1 - n_{2n(S1)})$
			$n_1$ – синхронна частота обертів
			$\approx P_{S3} * 9550 / n_{2(S3)}$

Примітка:

1. При роботі від перетворювача частоти максимальний момент двигуна може знижуватися до 10% і збільшуватися до 30% в зоні частот нижче номінальної, з урахуванням падіння напруги на перетворювачі, відсоток зниження або збільшення максимального моменту залежить від типу обраного перетворювача частоти.

2. За погодженням двигуни можуть бути виготовлені з максимальним моментом вище зазначених в каталозі значень.

3. Для класу ізоляції «Н» потужність двигуна може бути збільшена на 10% по відношенню до потужності, зазначеної в таблицях.

Зниження потужності двигуна в залежності від температури навколишнього середовища.

°C	Т <sub>окр.ср.</sub>	40	45	50	55	60
	Коефіцієнт зниження потужності	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80

Примітка:

Для температури навколишнього середовища вище плюс 60°C вибір двигуна, в обов'язковому порядку, узгоджується з ТОВ «Кранрос» і розраховується за допустимим перегрівом обмотки статора.

Величина максимальної температури обмовляється при замовленні.

**Трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором.**

**Без зовнішнього вентилятора, для роботи від перетворювача частоти, режим роботи S1**

**380 В, 50 Гц, IP54, 55, ізоляція класу «F», на вимогу класу «H»**

Вишина осі обертання	Потужність	Тип	Частота обертання	ККД	Коеф. потужності	Ток при 380 В	Мном	Mmax	Момент Інерції J	Маса ІМ1001
мм	кВт		об/мин	%		А	НМ	НМ	кГм <sup>2</sup>	кг
3000 об/хвил (2 полюса)										
200	15	AP200M2	2965	90,5	0,9	28	48	150	0,14	220
1500 об/мин (4 полюса)										
132	1,7	AP132SA4	1470	86,7	0,78	3,8	11	30	0,0214	65
132	1,7	AP132SA4	1475	86,5	0,74	4,0	11	30	0,0214	6
132	2,3	AP132SA4	1465	87,5	0,80	5,0	15	47	0,0214	6
132	3	AP132SB4	1467	88,5	0,79	6,5	19,5	61	0,0260	7
225	22	AP225M4	1485	92	0,83	44,2	141,5	566	0,408	340
315	95	AP315M4	1492	95,5	0,78	193	608	2310	2,8	115
1000 об/мин (6 полюсов)										
112	1,6	AP(K)112MA6	972	83,0	0,71	4,1	15,7	45	0,0309	59
112	2,0	AP(K)112MB6	972	84,5	0,73	4,9	19,8	57	0,0309	68
132	1,6	AP(K)132SA6	972	83,0	0,71	4,1	15,7	45	0,0414	59
132	2,0	AP(K)132SB6	972	84,5	0,73	4,9	19,8	57	0,0414	68
132	2,7	AP(K)132SC6	972	85,0	0,73	6,6	26,5	78	0,0482	79
132	3,5	AP(K)132M6	969	86,3	0,75	8,2	35	100	0,0596	92
160	4,8	AP(K)160S6	980	87,5	0,76	10,9	47	145	0,070	125
160	6,5	AP(K)160M6	980	88,8	0,78	14,3	63	190	0,075	145
180	7,6	AP(K)180M6	970	89,0	0,86	15,1	75	180	0,090	160
200	9,5	AP(K)200M6	982	90,5	0,82	20,1	92	325	0,28	210
200	12,5	AP(K)200L6	980	91,0	0,84	25,6	122	370	0,328	245
225	16,5	AP(K)225M6	980	92,2	0,87	31,2	161	430	0,55	308
250	22,0	AP250S6	980	92,0	0,82	47,5	212	620	1,005	440
250	27,0	AP250M6	991	93,5	0,82	53	260	1190	1,19	480
280	37,0	AP280S6	990	93,5	0,85	71	357	1600	1,55	570
280	45,0	AP280M6	992	94,0	0,77	95	433	2600	2,0	705
280	50,0	AP280MB6	991	94,0	0,79	102	482	2600	2,0	705
280	55,0	AP280MB6	992	93,0	0,64	140	530	3100	2,0	705
315	55,0	AP315S6	992	94,5	0,89	99	529	1785	4,0	915
315	75,0	AP315M6	991	95,0	0,89	135	722	2480	4,8	995
355	90,0	AP355SMA6	995	94,5	0,82	181	870	2130	7,2	1490
355	110,0	AP355SMB6	995	94,5	0,82	225	1060	3000	8,5	1640
355	132,0	AP355SMC6	995	95,0	0,85	256	1275	3700	9,9	1750
355	160,0	AP355MLB6	995	95,3	0,83	317	1540	4500	12,2	2000
355	200,0	AP355MLC6	995	95,6	0,84	390	1920	5400	14,1	2200

**Трифазні асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором.**

**Без зовнішнього вентилятора, для роботи від перетворювача частоти, режим роботи S1  
380 В, 50 Гц, IP54, 55, ізоляція класу «F», за вимогами класу «H»**

Вишина Осі обертання	Потужність	Тип	Частота вобертання	ККД	Коеф. потужн	Ток при 380 В	Мном	Ммах	Момент інерції J	Маса IM100
мм	кВт		об/мин	%		А	НМ	НМ	кгм <sup>2</sup>	кг
<b>750 об/хвил ( 8 полюсів )</b>										
160	3,6	AP160S8	740	86,5	0,7	9	46,5	113	0,0800	125
160	5,0	AP160M8	740	88,0	0,71	12,5	64,5	157	0,0850	1
180	6,5	AP180M8	740	88,0	0,71	16	84	230	0,1000	1
200	7,5	AP200L8	736	89,5	0,7	19,8	97	320	0,307	2
225	13,0	AP225M8	735	90,0	0,79	27,7	169	456	0,553	3
250	17,0	AP250S8	742	92,0	0,75	39	220	570	1,005	4
250	22,0	AP250M8	741	92,0	0,78	52	283	743	1,19	4
280	28,0	AP280S8	739	93,0	0,76	63	361	105	1,55	5
280	35,0	AP280M8	739	93,5	0,82	73	455	122	1,94	7
315	45,0	AP315S8	743	94,5	0,82	89	575	176	3,2	9
315	55,0	AP315M8	744	94,6	0,80	110	706	240	3,5	9
315	73,0	AP315MB8	743	94,8	0,79	148	940	290	3,7	1
355	60,0	AP355SMA8	747	94,0	0,71	141	770	210	7,2	1
355	75,0	AP355SMB8	745	94,5	0,74	180	960	250	8,5	1
355	95,0	AP355MLA8	746	94,8	0,71	222	122	370	10,8	1
355	115,0	AP355MLB8	745	95,0	0,74	258	147	400	13,4	2
<b>500 об/хвил ( 12 полюсів )</b>										
160	1,5	AP160M12	489	76,5	0,46	6,4	29,0	80,0	0,085	155
180	1,9	AP180MA12	488	82,0	0,6	5,9	37,2	115,0	0,21	185
180	2,8	AP180MB12	488	84,0	0,6	8,5	54,8	150,0	0,28	205
200	3,2	AP200M12	487	84,5	0,6	9,6	63,0	170,0	0,31	225
200	4,2	AP200LA12	488	85,0	0,6	12,5	82	235,0	0,34	260
200	6,5	AP200LB12	490	86,0	0,63	18,2	127	400,0	0,55	316
225	8,0	AP225MA12	490	86,5	0,63	22,3	156	500,0	0,57	320

**Трифазні асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором.**

**Без зовнішнього вентилятора, для роботи від перетворювача частоти, режим роботи S1  
380 В, 10 Гц, IP54, 55, ізоляція класу «F», за вимогами класу «H»**

Вишина осі обертання	Потужність	Тип	Частота вобертання	ККД	Коеф. потужності	Ток при 380 В	Мном	Ммах	Момент інерції J	Маса IM1001
мм	кВт		об/мин	%		А	НМ	НМ	кгм <sup>2</sup>	кг
<b>200 об/хвил ( 6 полюсів )</b>										
112	0,28	AP112MA6	182	0,65	1,27	2,4	14,7	33	0,0309	59
112	0,37	AP112MB6	182	0,66	1,5	3,0	1	45	0,0414	68
132	0,28	AP132SA6	182	0,65	1,27	2,4	14,7	33	0,0309	59
132	0,37	AP(K)132SB6	182	0,66	1,5	3,0	1	45	0,0414	68
132	0,48	AP132S6	181	0,66	1,9	4	25,5	61	0,0482	79
132	0,7	AP132M6	181	0,63	2,7	6,5	3	95	0,0596	92
160	0,9	AP160S6	186	0,74	2,5	7	4	110	0,070	125
160	1,25	AP160M6	185	0,80	3,7	11,5	6	140	0,075	145
180	1,5	AP180M6	186	0,83	4,2	12,2	7	170	0,090	160
200	1,8	AP200M6	187	0,7	5,1	16	9	280	0,210	210
200	2,5	AP200L6	185	0,75	7,1	42	127	320	0,233	245
225	3,1	AP225M6	188	0,82	7,7	20,3	161	340	0,309	308
250	4,1	AP250S6	189	0,87	9,5	24	203	500	1,005	440
250	5,0	AP250M6	191	0,85	11,0	29	250	630	1,19	480
280	7,0	AP280S6	189	0,85	14,6	61	350	1100	1,56	570
280	9,0	AP280M6	192	0,76	21	98	448	1800	2,0	705

315	12,0	AP315S6	192	0,85	23	98	597	1900	3,94	915
315	15,0	AP315M6	191	0,87	29	126	746	2400	4,7	995
355	17,0	AP355SMA6	195	0,78	38,1	92	830	2000	7,25	1350
355	21,0	AP355SMB6	195	0,82	44	131	1050	2950	8,5	1450
355	25,0	AP355SMC6	195	0,83	52	152	1225	3450	9,9	1650
355	30,0	AP355MLB6	195	0,85	60,3	188	1475	4200	12,2	1900
355	37,0	AP355MLC6	195	0,84	75	240	1820	5300	14,1	2100

**150 об/хвил ( 8 полюсів )**

160	0,69	AP(K)160S8	142	0,65	2,6	5,8	46,5	105	0,0800	125
160	0,95	AP(K)160M8	142	0,66	3,3	7,7	64	150	0,0850	150
180	1,2	AP(K)180M8	142	0,65	4,3	10	81	210	0,214	180
200	1,5	AP(K)200M8	137	0,7	4,5	10	106	250	0,280	210
225	1,8	AP(K)200L8	137	0,7	5,4	15	127	300	0,307	235
250	2,5	AP(K)225M8	137	0,75	7,7	25,7	174	436	0,553	316
250	3,2	AP250S8	142	0,78	8	21	220	500	1,005	435
280	4,2	AP250M8	143	0,75	11	30	280	700	1,19	480
280	5,4	AP280S8	143	0,75	14	52	361	955	1,56	570
315	6,7	AP280M8	143	0,75	17	55	450	1200	1,94	700
355	9,0	AP315S8	145	0,69	22	89	593	2200	3,2	915
315	11,0	AP315M8	145	0,73	26	124	725	2500	3,5	995
355	14,3	AP315MB8	145	0,60	44	190	942	3300	3,7	1080
355	11,0	AP355SMA8	146	0,70	28	68	720	1750	7,2	1490
355	15,0	AP355SMB8	146	0,74	35,3	92	980	2370	8,9	1635
355	18,5	AP355MLA8	146	0,72	45	115	1210	3000	10,8	1890
355	25,0	AP355MLB8	146	0,7	62	140	1635	3680	12,2	2000

**100 об/хвил ( 12 полюсів )**

160	0,27	APK160M12	92	0,53	1,8	3,5	28	66	0,085	155
180	0,3	AP180MA12	91	0,55	1,7	4,2	28,0	63,0	0,21	185
180	0,5	AP180MB12	92	0,57	2,4	5,4	53,0	121,0	0,28	205
200	0,6	AP200M12	91	0,55	2,9	6,1	62,0	153,0	0,31	225
200	0,85	AP200LA12	93	0,58	4,1	13,7	87,5	225,0	0,34	250
200	1,0	AP200LB12	92	0,6	4,4	14,8	101,0	230,0	0,55	316
225	1,5	AP225MA12	93	0,63	6,5	21,4	160,0	351,0	0,57	320

**150 об/хв ( 8 полюсів )**

		AP(K)	1	0	2					
		AP(K)	1	0	3					
		AP(K)	1	0	4					
		AP(K)	1	0	4					
		AP(K)	1	0	5					
		AP(K)	1	0	7					
		AP25	1	0	8					
		AP25	1	0	1					
		AP28	1	0	1					
		AP28	1	0	1					
		AP31	1	0	2					
		AP31	1	0	2					
		AP31	1	0	4					
		AP35	1	0	2					
		AP35	1	0	3					
		AP35	1	0	4					
		AP35	1	0	6					

**100 об/хв ( 12 полюсів )**

		APK	9	0	1					
		AP18	9	0	1					
		AP18	9	0	2					
		AP20	9	0	2					
		AP20	9	0	4					
		AP20	9	0	4					
		AP22	9	0	6					

Можливе виготовлення електродвигунів на 100 и 125 об/хв з висотою віси обертання 250 – 355 мм

**Трифазні асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором.  
Без зовнішнього вентилятора, для роботи від перетворювача частоти, режим роботи S1  
380 В, 20 Гц, IP54, 55, ізоляція класу «F», за вимогами класу «H»**

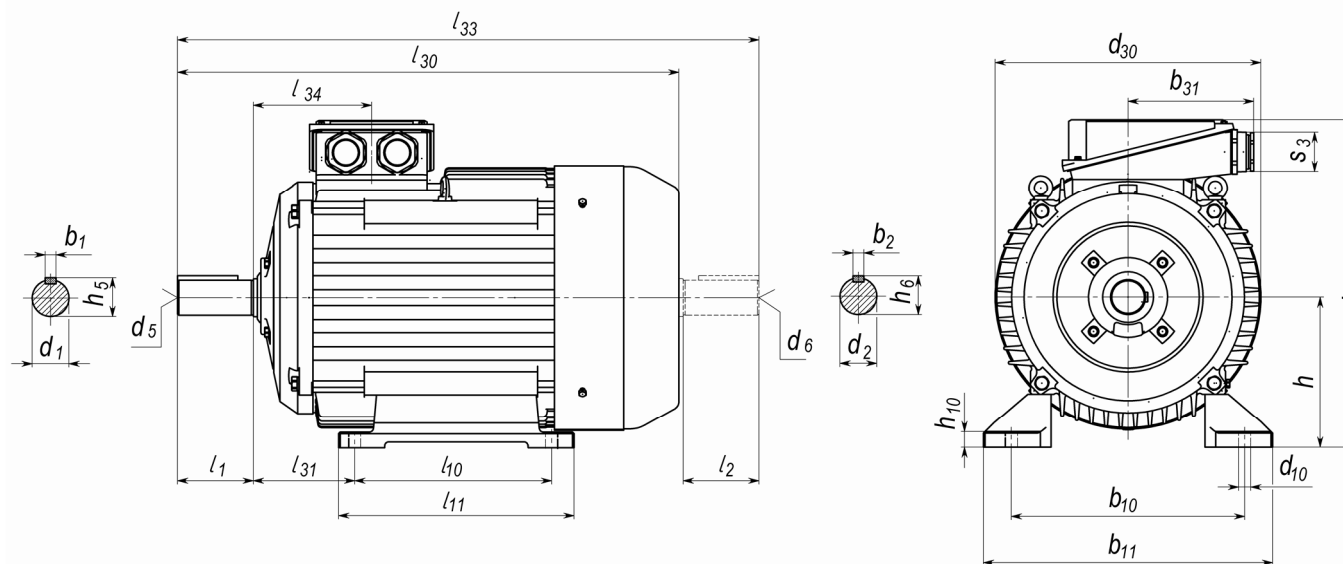
Вишина осі обертан	Потужн	Тип	Частота обертань	ККД	Коеф. потужності	Ток при 380 В	Мном	Ммах	Момент інерції	Маса ПМ1001
						А			НМ	
мм	кВт		об/мин	%		А	НМ	НМ	кгм <sup>2</sup>	кг
<b>400 об/хв ( 6 полюсів )</b>										
112	0,6	AP112MA6	375	0,69	1,8	5,1	15	41	0,0309	59
112	0,8	AP112MB6	375	0,71	2,3	6,1	20	55	0,0414	68
132	0,6	AP132SA6	375	0,69	1,8	5,1	15	41	0,0482	59
132	0,8	AP132SB6	375	0,71	2,3	6,1	20	55	0,0482	68
132	1,0	AP132S6	375	0,7	2,8	8	25,5	73	0,0482	79
132	1,5	AP132M6	373	0,73	4,1	12,5	38,5	100	0,0596	92
160	2,0	AP160S6	381	0,81	4,6	15,5	47	140	0,070	125
160	2,5	AP160M6	382	0,81	4,7	16,5	64	145	0,075	145
180	3,0	AP180M6	380	0,83	5,7	18,2	75	175	0,090	160
200	3,5	AP200M6	385	0,73	6,6	23	87	285	0,210	210
200	5,5	AP200L6	385	0,75	10,3	37	135	330	0,233	245
225	6,3	AP225M6	388	0,82	11,7	40,3	155	350	0,309	308
250	8,4	AP250S6	389	0,87	15,5	54	203	520	1,005	440
250	11,0	AP250M6	391	0,87	21,0	69	270	650	1,19	480
280	15,0	AP280S6	389	0,84	30	145	367	1500	1,56	570
280	18,5	AP280M6	392	0,77	40	215	451	2100	2,0	705
315	23,0	AP315S6	392	0,89	42	184	560	1870	3,94	915
315	30,0	AP315M6	391	0,89	55	235	733	2400	4,7	995
355	35,0	AP355SMA6	395	0,78	65,1	192	845	2000	7,25	1350
355	45,0	AP355SMB6	395	0,82	84	251	1090	3050	8,5	1450
355	50,0	AP355SMC6	395	0,83	94	322	1215	3550	9,9	1650
355	62,0	AP355MLB6	395	0,85	117	388	1500	4000	12,2	1900
<b>300 об/хв ( 8 полюсів )</b>										
355	75,0	AP355MLC6	395	0,84	141	440	1820	5400	14,1	2100
160	1,4	AP(K)160S8	290	0,67	4,1	10,0	46,0	116	0,0800	125
160	2,0	AP(K)160M8	290	0,68	5,6	13,0	66,0	165	0,0850	150
180	2,5	AP(K)180M8	290	0,68	7,0	20	82,0	235	0,214	180
200	3,0	AP(K)200M8	277	0,7	10,5	30	106	250	0,280	210
200	3,6	AP(K)200L8	277	0,7	12,6	40	127	300	0,307	235
225	5,0	AP(K)225M8	277	0,75	19,7	60,7	174	436	0,553	316
250	6,5	AP250S8	285	0,78	28	81,0	220	500	1,005	435
250	8,5	AP250M8	290	0,75	34	105	280	700	1,19	480
280	11,0	AP280S8	290	0,75	44	132	361	955	1,56	570
280	13,5	AP280M8	290	0,75	54	165	450	1200	1,94	700
315	18,5	AP315S8	295	0,74	41	200	600	2200	3,2	915
315	22,0	AP315M8	295	0,71	51	250	712	2770	3,5	995
315	29,0	AP315MB8	294	0,69	70	322	941	3300	3,7	1080
355	22,0	AP355SMA8	292	0,7	88	268	720	1750	7,2	1490
355	30,0	AP355SMB8	292	0,74	120	362	980	2370	8,9	1635
355	37,0	AP355MLA8	292	0,72	147	445	1210	3000	10,8	1890
<b>200 об/хв ( 12 полюсів )</b>										
355	50,0	AP355MLB8	293	0,7	198	600	1635	3680	12,2	2000
160	0,45	AP160M12	190	0,48	3	6,5	29	77	0,085	155
180	0,6	AP180MA12	187	0,55	4	12,2	31,0	63,0	0,21	185
180	1,0	AP180MB12	188	0,57	5,7	17,4	53,0	121,0	0,28	205
200	1,3	AP200M12	187	0,55	8	26,1	66,0	153,0	0,31	225
200	1,8	AP200LA12	189	0,58	11,1	33,7	91,0	225,0	0,34	250
200	2,2	AP200LB12	188	0,6	12,4	37,8	111,0	230,0	0,55	316
225	3,2	AP225MA12	189	0,63	17,5	51,4	160,0	351,0	0,57	320

355	28	AP355MLA12	190	0.75	91	251	1400	4500	10.8	1600
355	46	AP355MLB12	190	0.75	164	457	2300	7500	21.6	2000

Можливе виготовлення електродвигунів на 200 об/хв с висотою осі вращения 250 – 355 мм.

### Габаритні, установчі та приєднувальні розміри

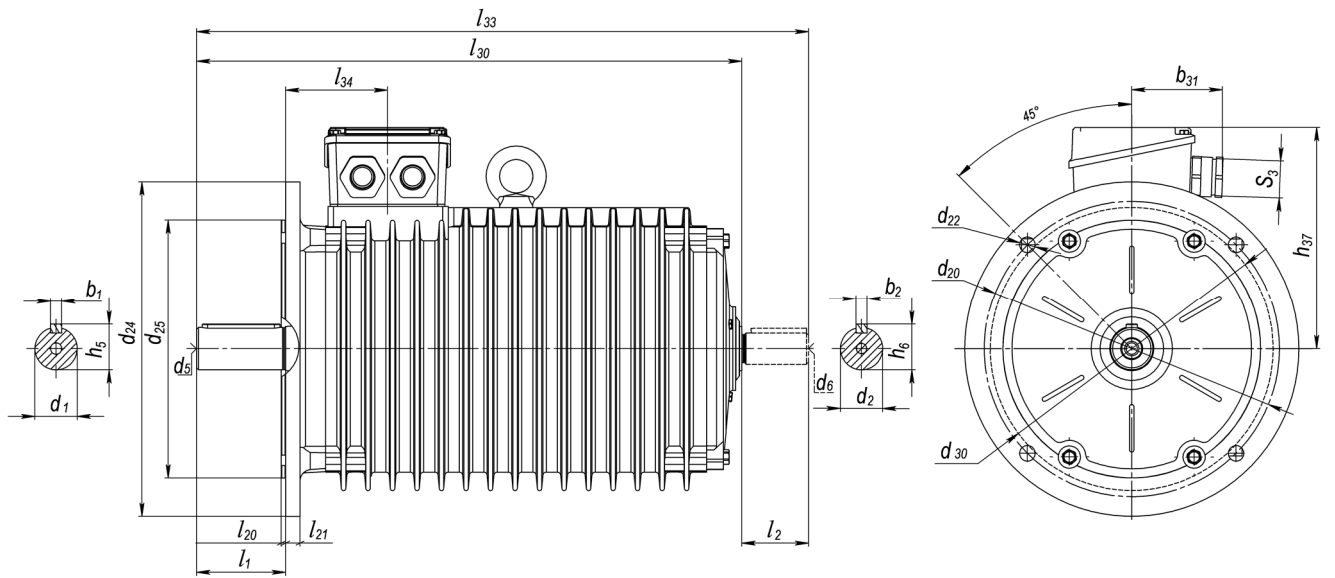
Габаритні, установчі та приєднувальні розміри двигунів типу AP в станині з горизонтально-вертикальним поздовжнім оребренням IC411 (з вентилятором та кожухом вентилятора), виконання за способом монтажу IM1001, IM1002.



Тип	Число полюсов	l 30	l 33	h 31	d 30	l 1	l 2	l 10	l 11	l 13	l 14	d 1	d 2	d 5	d 6	d 10	b 1	b 2	b 10	b 11	b 31	h	h 5	h 6	h 10	S 3
AP112M	A6	426	510	310	255	80	80	140	178	70	91	32	32	M12	M12	12	10	10	190	230	83	112	35,0	35,0	12	2 x M32
AP112M	B6	456	540	310	255	80	80	140	178	70	91	32	32	M12	M12	12	10	10	190	230	83	112	35,0	35,0	12	2 x M32
AP132S	6	456	540	330	255	80	80	140	184	89	91	38	38	M12	M12	12	10	10	216	260	83	132	41,0	41,0	18	2 x M32
AP132M	6	496	580	330	255	80	80	178	222	89	91	38	38	M12	M12	12	10	10	216	260	83	132	41,0	41,0	18	2 x M32
AP160S	6,8	525	645	405	350	110	110	178	218	108	135	48	42	M16	M16	15	14	12	254	300	160	160	51,5	45	20	2 x M40
AP160M	6,8,12	565	685	405	350	110	110	210	250	108	135	48	42	M16	M16	15	14	12	254	300	160	160	51,5	45	20	2 x M40
AP180M	6	565	685	425	350	110	110	241	287	121	135	55	42	M20	M16	15	16	12	279	330	160	180	59,0	45	23	2 x M40
AP180M	8	625	745	425	350	110	110	241	287	121	135	55	42	M20	M16	15	16	12	279	330	160	180	59,0	45	23	2 x M40
AP180M	A12,B12	643	763	455	380	110	110	241	290	121	148	55	55	M20	M20	15	16	16	279	330	205	180	59,0	59	23	2 x M50
AP200M	6,8	673	793	475	380	140	110	267	337	133	148	60	55	M20	M20	19	18	16	318	390	205	200	64,0	59	28	2 x M50
AP200M	12	643	763	475	380	110	110	267	337	133	148	55	55	M20	M20	19	16	16	318	390	205	200	59,0	59	28	2 x M50
AP200L	6,8	758	878	475	380	140	110	305	375	133	148	60	55	M20	M20	19	18	16	318	390	205	200	64,0	59	28	2 x M50
AP200L	A12	728	848	475	380	110	110	305	375	133	148	55	55	M20	M20	19	16	16	318	390	205	200	59,0	59	28	2 x M50
AP200L	B12	750	870	490	420	110	110	305	375	133	148	55	55	M20	M20	19	16	16	318	390	205	200	59,0	59	27	2 x M50
AP225M	6,8,A12	780	930	515	420	140	140	311	380	149	174	65	60	M20	M20	19	18	18	356	438	205	225	69,0	64	32	2 x M50
AP250S	6,8	835	985	595	495	140	140	311	380	168	218	75	65	M20	M20	24	20	18	406	485	225	250	79,5	69	32	2 x M63
AP250M	6,8	835	985	595	495	140	140	349	420	168	218	75	65	M20	M20	24	20	18	406	485	225	250	79,5	69	32	2 x M63
AP280S	6,8	930	1080	625	495	170	140	368	440	190	218	80	65	M20	M20	24	22	18	457	535	225	280	85,0	69	32	2 x M63
AP280M	6,8	1050	1200	625	495	170	140	419	495	190	218	80	65	M20	M20	24	22	18	457	535	225	280	85,0	69	32	2 x M63
AP315S	6,8	1110	1260	770	605	170	140	406	524	216	235	90	65	M24	M20	28	25	18	508	620	260	315	95	69	46	2 x M63
AP315M	6,8	1110	1260	770	605	170	140	457	575	216	235	90	65	M24	M20	28	25	18	508	620	260	315	95	69	46	2 x M63
AP355SM	6,8	1305	-	925	730	210	-	500/560	660	254	270	100	-	M24	-	28	28	-	610	715	300	355	106	-	55	2 x M63
AP355ML	6,8	1450	-	925	730	210	-	560/630	730	254	270	100	-	M24	-	28	28	-	610	715	300	355	106	-	55	2 x M63

Габаритні, установчі та приєднувальні розміри двигунів типу 2AP в станині із радіальним поперечним оребренням IC410 (без вентилятора і кожуха вентилятора), виготовлення за способом монтажу IM3001, IM3002





i

Тип	Число полюсов	l 30	l 33	h 37	d 24	l 1	l 2	l 20	l 21	l 1	l 2	l 30	l 33	l 34	d 1	d 2	d 5	d 6	d 20	d 22	d 25	d 30	b 1	b 2	b 31	h	h 5	h 6	S 3
2AP112M	A6	545	610	198	300	80	80	4,0	12	91	32	32	M12	M12	265	14	230	255	10	10	83	112	35	35	2 x M32				
2AP112M	B6	545	610	198	300	80	80	4,0	12	91	32	32	M12	M12	265	14	230	255	10	10	83	112	35	35	2 x M32				
2AP132S	6	545	610	198	350	80	60	5,0	18	91	38	38	M12	M12	300	19	250	255	10	10	83	132	41	41	2 x M32				
2AP132M	6	545	610	198	350	80	60	5,0	18	91	38	38	M12	M12	300	19	250	255	10	10	83	132	41	41	2 x M32				
2AP160S	6,8	625	745	245	350	110	110	5,0	15	135	48	42	M16	M16	300	19	250	335	14	12	160	160	51,5	45	2 x M40				
2AP160M	6,8,12	625	745	245	350	110	110	5,0	15	135	48	42	M16	M16	300	19	250	335	14	12	160	160	51,5	45	2 x M40				
2AP180M	6	625	745	245	400	110	110	5,0	15	135	55	42	M20	M16	350	19	300	335	16	12	160	180	59	45	2 x M40				
2AP180M	8	625	745	245	400	110	110	5,0	15	135	55	42	M20	M16	350	19	300	335	16	12	160	180	59	45	2 x M40				
2AP200M	6,8	758	878	275	450	140	110	5,0	16	148	60	55	M20	M20	400	19	350	375	18	16	205	200	64	59	2 x M50				
2AP200M	12	728	848	275	450	110	110	5,0	16	148	55	55	M20	M20	400	19	350	375	16	16	205	200	59	59	2 x M50				
2AP200L	6,8	758	878	275	450	140	110	5,0	16	148	60	55	M20	M20	400	19	350	375	18	16	205	200	64	59	2 x M50				
2AP200L	A12	728	848	275	450	110	110	5,0	16	148	55	55	M20	M20	400	19	350	375	16	16	205	200	59	59	2 x M50				
2AP225M	6,8, A12	780	930	290	550	140	140	5,0	18	174	65	60	M20	M20	500	19	450	415	18	18	205	225	69	64	2 x M50				
2AP250S	6,8	1020	1170	345	550	140	140	5,0	18	218	75	65	M20	M20	500	19	450	490	20	18	225	250	79,5	69	2 x M63				
2AP250M	6,8	1020	1170	345	550	140	140	5,0	18	218	75	65	M20	M20	500	19	450	490	20	18	225	250	79,5	69	2 x M63				
2AP280S	6,8	1050	1200	345	660	170	140	6,0	22	218	80	65	M20	M20	600	24	550	490	22	18	225	280	85	69	2 x M63				
2AP280M(B)	6,8	1050	1200	345	660	170	140	6,0	22	218	80	65	M20	M20	600	24	550	490	22	18	225	280	85	69	2 x M63				
2AP315S	6,8	1110	1260	455	660	170	140	6,0	22	235	90	65	M24	M20	600	24	550	595	25	18	260	315	95	69	2 x M63				
2AP315M	6,8	1110	1260	455	660	170	140	6,0	22	235	90	65	M24	M20	600	24	550	595	25	18	260	315	95	69	2 x M63				
2AP355SM	6,8	1450	-	570	800	210	-	6,0	25	270	100	-	M24	-	740	24	680	710	28	-	300	355	106	-	2 x M63				
2AP355ML	6,8,12	1450	-	570	800	210	-	6,0	25	270	100	-	M24	-	740	24	680	710	28	-	300	355	106	-	2 x M63				

Примітки: -У двигунах з вищою осі обертання від 200 до 355 мм кількість отворів d 22 – 8.

**ОПИТУВАЛЬНИЙ ЛИСТ**  
для вибору рольгангового електродвигуна

1. Найменування об'єкта (підприємство, цех)			
необхідний параметр	Одиниця виміру	Примір	
2. Тип застосовуваного двигуна який стоїть на		ДС 812	
3. Потужність двигуна	кВт	32	
4. Частота обертання	1/мин	0-130	
5. Наявність редуктора (коефіцієнт редукції)		40	
6. Маса сляба	тн	40	
7. Довжина сляба	м	11	
8. Крок по роликам	м	1,2	
9. Діаметр ролика	м	0,45	
10. Діаметр підшипника	м	0,2	
11. Тип підшипника			
12. Час разгону до номінальної швидкості	с	2	
13. Тривалість включення (роботи)		S3-40%	
14. Граничні розміри двигуна (ДхШхВ)	м		
15. Висота вісі обертання	м		
16. Вал (діаметр, конічний)			
17. Температура навколишнього середовища	С	40...+40 С	

18. Примітка

---



---



---

19. Опитувальний лист заповнив (П.І.Б.)

телефон/факс \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

## Шкафы управления рольганговыми электродвигателями

Компания «Кранрос» предлагает стандартные шкафы управления рольганговыми электродвигателями на мощности от 0,75 до 1000 кВт.

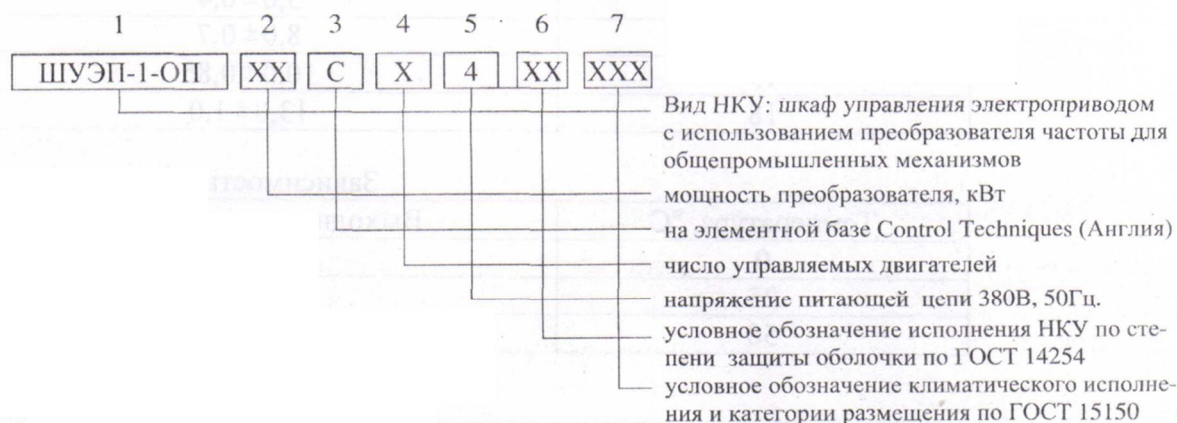
По техническому заданию заказчика может быть разработан специальный шкаф управления.

Шкафы поставляются как в комплекте с двигателями, так и как отдельное комплектное устройство.

Основные характеристики:

- поддержание заданной скорости
- регулируемая жесткость механической характеристики
- управление скоростью, как от аналогового задания, так и по шине ProfiBus DP
- выдача на диспетчерский пульт сигналов о режимах работы
- защита IP42 или IP54

**Код заказа шкафов управления для рольганговых электродвигателей:**



Наименование	Мощность, Pном	Номинальный ток, Iном.	Напря жение	Габарит	Размеры Ш*В*Г
	кВт	А	В		мм*мм*мм
ШУЭП -1 - ОП - 0,75 - С - 1	0,75	2,1	380	1	600*1000*400
ШУЭП -1 - ОП - 1,1 - С - 1	1,1	3			
ШУЭП -1 - ОП - 1,5 - С - 1	1,5	4,2			
ШУЭП -1 - ОП - 2,2 - С - 1	2,2	5,8			
ШУЭП -1 - ОП - 3 - С - 1	3	7,6			
ШУЭП -1 - ОП - 4 - С - 1	4	9,5			
ШУЭП -1 - ОП - 5,5 - С - 1	5,5	13		2	600*1000*400
ШУЭП -1 - ОП - 7,5 - С - 1	7,5	16,5			
ШУЭП -1 - ОП - 11 - С - 1	11	25			
ШУЭП -1 - ОП - 15 - С - 1	15	29			
ШУЭП -1 - ОП - 15 - С - 1	15	32		3	800*1000*400
ШУЭП -1 - ОП - 18,5 - С - 1	18,5	40			
ШУЭП -1 - ОП - 22 - С - 1	22	46		4	800*1000*400
ШУЭП -1 - ОП - 30 - С - 1	30	60			
ШУЭП -1 - ОП - 37 - С - 1	37	74			
ШУЭП -1 - ОП - 45 - С - 1	45	96			
ШУЭП -1 - ОП - 55 - С - 1	55	124		5	800*1200*400
ШУЭП -1 - ОП - 75 - С - 1	75	156			
ШУЭП -1 - ОП - 90 - С - 1	90	180		6	800*1400*400
ШУЭП -1 - ОП - 110 - С - 1	110	210			

## 4.2 Зубчасті муфти

Зубчасті муфти застосовуються для з'єднання горизонтальних співвісних валів і здатні компенсувати незначні за величиною будь-які зміщення осей валів при різних їх поєднаннях [1, 2].

Розбіжність осей валів пов'язана з можливими відхиленнями при виготовленні деталей, збірці вузлів, втрати точності при роботі машин, наприклад, за рахунок деформації валів під навантаженням, опади фундаменту, зміни температури та інших причин. Застосування жорстких компенсуючих муфт – зубчастих муфт не звільняють від точного виготовлення деталей і ретельної збірки вузлів.

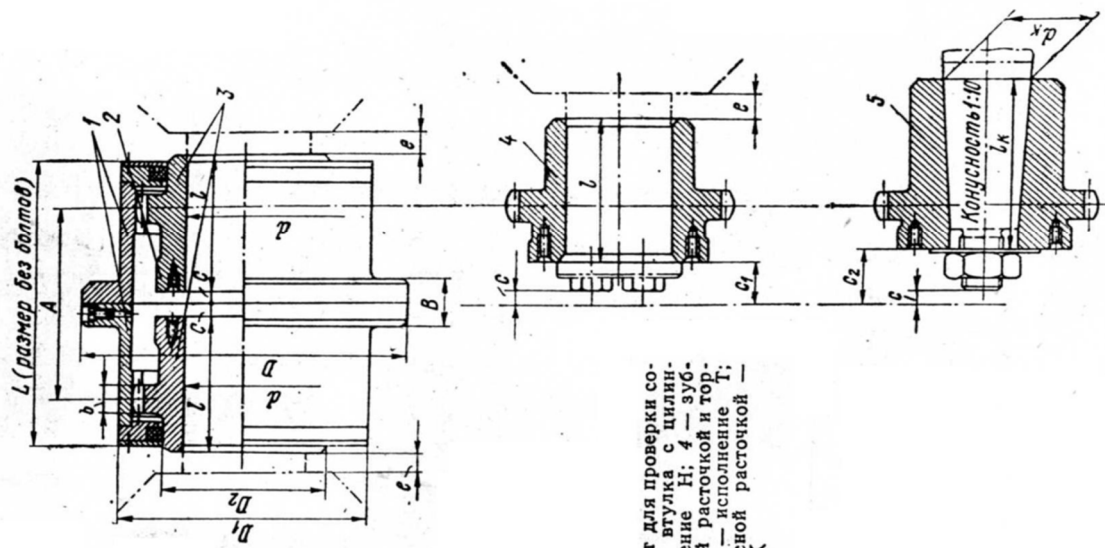
Зубчаста муфта загального призначення (рис. 4.2.1) складається з двох обойм 1 з внутрішніми зубами, що знаходяться в зачепленні відповідно з двома зубчастими втулками 3 з зовнішніми зубами, зовнішні поверхні яких оброблені за сферою і по цій поверхні центруються обойми по сфері і по цій поверхні зовнішніх зубів.

Стандартизовані два типи зубчастих муфт для передачі крутних моментів від 71 до 100000 кгс м.

Тип МЗ (рис. 4.2.1) – муфти для безпосереднього з'єднання валів, що складаються з двох втулок і обойм.

Тип МЗП (рис. 4.2.2) – муфти для з'єднання валів із застосуванням проміжного вала, що представляють комплект з двох муфт, кожна з яких складається з зубчастої втулки, обойми і фланцевої напівмуфти.

При виконанні завдання муфту вибирають по табл. 4.2.1, з урахуванням прийнятого в розрахунку діаметра вала електродвигуна, необхідного обертаючого моменту і частоти обертання, значення яких не повинні бути менше розрахункових значень.



1 — зубчатая обойма; 2 — бурт для проверки соосности валов; 3 — зубчатая втулка с цилиндрической расточкой — исполнение Н; 4 — зубчатая втулка с цилиндрической расточкой и торцовым креплением по валу — исполнение Т; 5 — зубчатая втулка с конусной расточкой — исполнение К

Рисунок 4.2.1 — Зубчатые муфты типа МЗ

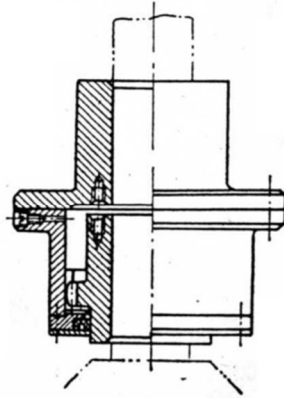
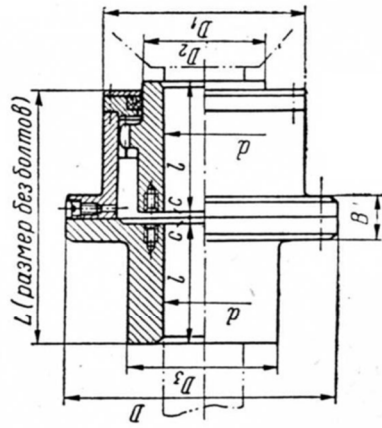
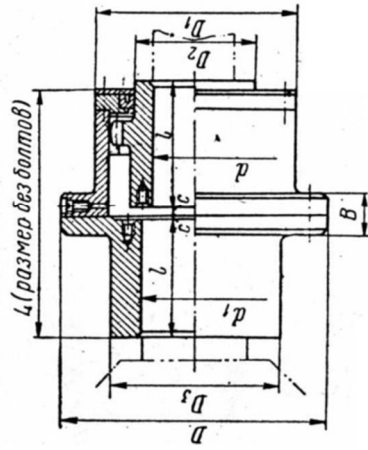


Рисунок 4.2.2 — Зубчатые муфты типа МЗП

Таблица 4.2.1

Размеры (в мм) и параметры муфт типа МЗ и МЗП

Обозначение	d		d <sub>к</sub>	d <sub>1</sub>	M <sub>кр</sub> в кгс·см	n в об/мин	A не менее	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	L		l	l <sub>к</sub>	c	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	e	для МЗ		для МЗП	
	не более	не более										для МЗ	для МЗП							G в кг	GD <sub>2</sub> в кгс·м <sup>2</sup>	G в кг	GD <sub>2</sub> в кгс·м <sup>2</sup>
1	40	38	60	71	6300	49	170	110	55	95	115	115	55	55	2,5	11	18	12	10,2	0,12	20,5	0,24	
2	50	55	70	140	5000	75	185	125	70	110	145	145	80	80	2,5	13	22	12	14,3	0,21	31	0,47	
3	60	55	90	315	4000	95	220	150	90	145	170	175	85	80	2,5	15	25	18	24	0,42	51	0,87	
4	75	75	100	560	3350	125	250	175	110	170	215	215	105	105	2,5	17	28	18	38	0,85	76	1,8	
5	90	95	120	800	2800	145	290	200	130	190	235	240	130	130	5	22	35	25	57	1,8	115	3,5	
6	105	—	130	1180	2500	160	320	230	140	210	255	260	125	—	5	25	—	25	80	2,8	170	6,0	
7	120	120	150	1900	2120	185	350	260	170	240	285	290	140	165	5	25	40	30	110	4,6	218	10,0	
8	140	150	170	2360	1900	210	380	290	190	270	325	330	160	200	5	30	45	30	163	8,3	337	16,5	
9	160	—	190	3000	1700	220	430	330	210	280	335	340	165	—	5	30	—	30	187	14,2	355	20,5	
10	180	—	210	5000	1400	245	490	390	260	320	365	370	180	—	5	30	—	30	262	28	505	40,0	
11	220	—	250	7100	1250	280	545	445	300	380	405	405	200	—	5	35	—	35	382	55	750	75,0	
12	250	—	280	10000	1120	350	590	490	340	420	485	485	240	—	5	38	—	35	550	85	1050	100	
13	280	—	300	15000	1000	375	680	555	380	480	525	530	260	—	7,5	45	—	40	765	160	1500	230	
14	320	—	340	20000	900	405	730	610	420	520	565	570	280	—	7,5	50	—	40	960	215	1850	340	
15	360	—	380	25000	800	480	780	660	480	560	645	650	320	—	7,5	50	—	40	1280	325	2400	500	
16	400	—	420	37000	710	535	900	755	530	650	705	715	350	—	10	—	—	50	1800	600	3500	960	
17	450	—	480	56000	630	625	1000	825	600	750	805	815	400	—	10	—	—	50	2500	1140	4800	1800	
18	500	—	530	75000	560	710	1100	950	710	820	905	915	450	—	10	—	—	50	3400	1600	6600	2600	
19	560	—	600	100000	500	730	1250	1050	800	920	975	990	485	—	15	—	—	60	4650	2700	9400	4550	

Примечания: 1. Частота вращения соответствует окружной скорости на начальной окружности зубчатого сопряжения, равной 25 м/с.

2. Размер D<sub>2</sub> относится только к месту под уплотнение.  
 3. Для муфт типа МЗ веса даны для муфт с наименьшими размерами при минимальных диаметрах отверстий во втулках и без масла; для муфт типа МЗП веса даны для муфт с наибольшими размерами при максимальных диаметрах отверстий во втулках (D) и полумуфтах (d<sub>1</sub>) без промежуточного вала и без масла.  
 4. Для муфт типа МЗ маховые моменты даны для муфт с наибольшими размерами и без учета отверстий во втулках; для муфт типа МЗП маховые моменты даны для муфт с наибольшими размерами и без учета промежуточных валов во втулках и полумуфтах.  
 5. Для муфт типа МЗ веса и маховые моменты определены для случая соединения обжим болтами с открытыми головками и гайками; при креплении обжим болтами с головками и гайками, утопленными в тело фланцев, или при наличии защитных козырьков допускается увеличение размеров B и D с соответствующим увеличением веса и махового момента муфты; для муфт типа МЗП веса и маховые моменты определены для случая соединения обжим болтами с открытыми головками и гайками; при креплении обжим болтами, утопленными в тело фланцев, или при наличии защитных козырьков допускается увеличение размеров B и D с соответствующим увеличением веса и махового момента муфты.  
 6. Для муфт типа МЗП при назначении размеров промежуточного вала необходимо соблюдать условие, чтобы частота его собственных поперечных колебаний превышала частоту вращения вала не менее чем на 15%.

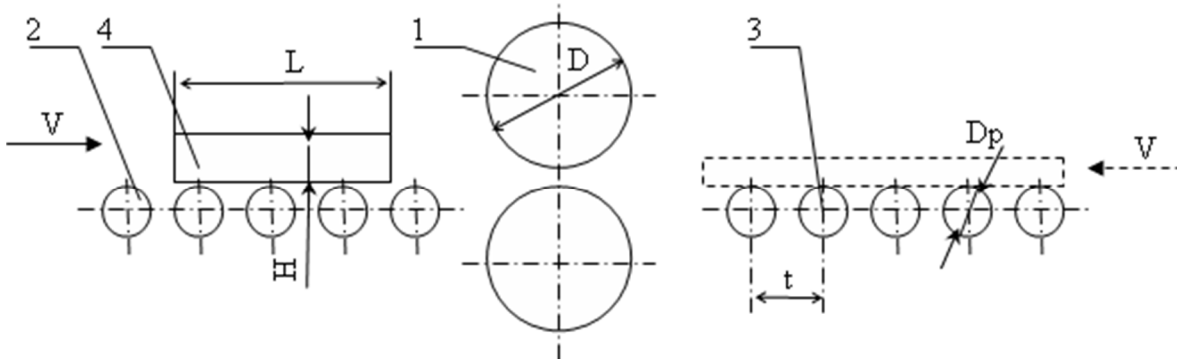
### Завдання 1.

Розрахувати привід роликів робочого рольганга реверсивної кліті ДУО товстолистового стану гарячої прокатки.

Технічні дані, у відповідності з варіантом, наведені в табл. № 4.1

Технологічний процес.

Технологічну схему ділянки стану приведено на рис. 4.1



- 1 робочі валки реверсивної кліті ДУО;
- 2 робочий рольганг перед кліттю;
- 3 робочий рольганг за кліттю;
- 4 зливок (або сляб) нагрітого металу

Рисунок 4.1. – Технологічна схема ділянки кліті ДУО стану гарячої прокатки

У заданому АСУ ТП циклі одна з нагрівальних печей видає на транспортний рольганг зливок (або сляб) металу нагрітий до температури прокатки (1150°C). Транспортний рольганг зі швидкістю 2 м/с передає зливок на робочий рольганг перед кліттю 2. Останній, при необхідності, може затримати злиток, але частіше, без зупину направляє його в робочі валки реверсивної кліті ДУО, що обтискає злиток, внаслідок чого його товщина зменшується, а довжина збільшується (перший прохід). З цієї причини швидкість гуркоту на виході з кліті збільшується і робочий рольганг за кліттю 3 транспортує гуркіт до повного виходу металу з робочих валків кліті ДУО. Потім рольганг 3 спочатку гальмується, а потім зупиняється і реверсивним рухом знову направляє розкат в робочі валки 1 кліті ДУО, гальмується, зупиняється і реверсивним рухом знову задає розкат в робочі валки 1 кліті ДУО (3-й прохід).

Після виходу з кліті робочий рольганг 3 приймає розкат і передає його на транспортний рольганг, а потім на наступні операції технологічного процесу.

Таблиця 4.1 – Технічні дані для завдання №1

Найменування параметра	№ № варіантів									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

/											0	1
п												
	Вихідна товщина сляба (заготовки), мм	500	500	500	500	500	500	500	000	000	000	000
	Вихідна ширина сляба (заготовки), мм	000	800	600	500	400	300	200	000	000	000	500
	Вихідна довжина сляба (заготовки), мм	400	500	700	800	000	500	000	500	000	000	300
	Вихідна маса сляба (заготовки), кг	500	300	400	300	500	400	100	900	300	900	000
	Діаметр ролика рольгана, мм	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	000
	Довжина бочки ролика, мм	200	000	800	700	600	500	400	200	000	000	700
	Крок між роликами, мм	000	500	000	500	000	000	000	000	200	500	500
	Кількість роликів у секції, шт	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
	Середній діаметр підшипника кочення ролика, мм	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	600
0	Швидкість транспортування, м/с	,5	,5	,5	,5	,5	,5	,5	,5	,5	,5	,5
1	Маса ролика, кг	000	300	100	000	800	700	600	400	100	500	100
		000	000	000	000	500	300	800	000	600	000	000
		000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
2	Величина 1-й прохід	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
3	обтиснення, % 2-й прохід	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000



4		3- й прохід	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/	п	Найменування параметра	№ № варіантов										
			6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
		Вихідна товщина сляба (заготовки), мм	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5 0	5 0
		Вихідна ширина сляба (заготовки), мм	0 0	0 0	5 0	4 0	3 0	2 0	5 0	4 0	3 0	2 0	0 0
		Вихідна довжина сляба (заготовки), мм	0 0 0	0 6 0	5 0	9 0	2 0	1 0	5 0	9 0	2 0	7 0	8 0
		Вихідна маса сляба (заготовки), кг	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
		Діаметр ролика рольгана, мм	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0
		Довжина бочки ролика, мм	0 0 0	0 0	7 0	6 0	5 0	4 0	7 0	6 0	5 0	4 0	2 0
		Крок між роликами, мм	0 0	0 0	0 0	0 0	2 0	5 0	0 0	5 0	0 0	5 0	0 0
		Кількість роликів у секції, шт.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Середній діаметр підшипника кочення ролика, мм	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	2 5	2 5	2 5	2 5	2 5
0		Швидкість транспортування, м/с	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5	, 5
1		Маса ролика, кг	6 0	3 0	1 0	0 5	0 0	5 0	9 0	4 0	9 0	5 0	5 0

				0	0	0							
2	Величина обтиснення, %	1-й прохід	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		2-й прохід	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		3-й прохід	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/ п	Найменування параметра	№ № варіантів											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
	Вихідна товщина сляба (заготовки), мм	700	700	700	600	600	600	600	600	600	600	600	000
	Вихідна ширина сляба (заготовки), мм	200	000	000	500	400	300	200	100	000	000	000	800
	Вихідна довжина сляба (заготовки), мм	300	500	400	300	500	900	300	800	400	000	000	900
	Вихідна маса сляба (заготовки), кг	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
	Діаметр ролика рольгана, мм	500	500	500	000	000	000	000	000	000	000	000	000
	Довжина ролика бочки, мм	400	200	000	700	600	500	400	200	200	000	000	000
	Крок між роликами, мм	000	200	500	500	000	500	000	500	000	500	000	000
	Кількість роликів у секції, шт	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
	Середній діаметр підшипника ролика, мм	250	250	250	100	100	100	100	100	100	100	100	200
0	Швидкість транспортування, м/с	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,

		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	Маса ролика, кг	5 0	5 0	6 0	0 0	7 0	4 0	1 0	5 0	5 0	0 0	4 0 0	
2	Величи на обтисн ення, %	1- й прохід		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		2- й прохід		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		3- й прохід		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/ п	Найменування параметра	№ № варіантів											
		6	7										
	Вихідна товщина сляба (заготовки), мм	0 0	0 0										
	Вихідна ширина сляба (заготовки), мм	2 0 0	0 0 0										
	Вихідна довжина сляба (заготовки),	8 0	4 0										
	Вихідна маса сляба (заготовки), кг	0 0 0	0 0 0										
	Діаметр ролика рольгана, мм	0 0	0 0										
	Довжина бочки ролика, мм	4 0 0	2 0 0										
	Крок між роликами, мм	2 0 0	5 0 0										
	Кількість роликів у секції, шт	0	0										
	Середній діаметр підшипника кочення ролика, мм	2 0	2 0										

0	Швидкість транспортування, м/с												
		5	5										
1	Маса ролика, кг												
		7	4										
		0	0										
		0	0										
2	Величина, %												
3	Відсоток												
4	Відсоток												

## Завдання 2

Розрахувати привід складальної транспортної системи, яка складається з трьох секцій рольгангів, призначених для транспортування складальної одиниці з однієї робочої позиції на іншу і далі на третю.

Технічні дані, відповідно до варіанта, наведені в табл. 4.2.

Технологічний процес

Технологічна схема ділянки транспортної системи приведена на рис. 4.2



Малюнок 4.2 – Технологічна схема ділянки транспортної системи

Базову складальну одиницю з позиції очікування передають на рольганг 1, який транспортує її на позицію зборки 1. Там на неї встановлюють нові агрегати. Потім рольгангом 2 складальну одиницю транспортують на позицію зборки 2, де встановлюють нові вузли. Далі рольгангом 3 складальну одиницю передають на наступні операції технологічного процесу.

Таблиця 4.2 – Технічні дані для завдання № 2

п/п	Найменування параметра	№№ варіантів															
												0	1	2	3	4	5
	Довжина базової одиниці, мм	500	200	000	00	00	00	350	100	00	00	50	50	20	50	20	90
	Ширина базової одиниці мм	500	000	00	00	00	00	200	00	00	00	50	00	80	00	20	60
	Маса складальної одиниці, кг	000	00	00	00	00	00	00	50	50	50	50	00	80	60	40	20
	Маса складальної одиниці на рольгангу 2, кг	500	300	00	00	00	00	400	000	50	00	50	00	30	90	80	50

	Маса складальної одиниці на рольгангу 3, кг	000	800	00	00	00	00	900	400	50	00	50	50	80	20	10	80
	Діаметр ролика рольгангу, мм	00	70	50	20	00	80	80	60	30	10	90	60	10	00	0	0
	Довжина бочки ролика, мм	700	200	000	00	00	00	400	100	00	00	00	50	50	00	20	60
	Крок між роликами, мм	50	00	75	60	20	00	20	80	70	40	10	00	30	00	80	60
	Маса ролика, кг	50	30	00	40	50	0	50	00	20	00	00	5	0	5	0	8
0	Кількість роликів у секції, шт.	0	0	2	2	5	5	0	0	2	2	5	5	0	5	5	0
1	Середній діаметр підшипника кочення ролика, мм	65	50	40	20	10	00	60	45	30	15	05	0	0	5	0	5
2	Швидкість транспортування, м/с	,0	,5	,0	,5		,5	,2	,8	,2	,8	,2	,5	,7	,8	,9	,0

### Завдання 3

Розрахувати приводи транспортної системи, що складаються з трьох секцій рольгангів і призначених для транспортування вантажів на розвантажувальні позиції.

Технічні дані, відповідно до варіанта наведені в таблиці 4.3.

Технологічний процес

Технологічна схема ділянки транспортної системи приведена на рис. 4.3  
 Р – рольганг; РП – розвантажувальна позиція; ГЗУ – вантажозахватне пристрій.

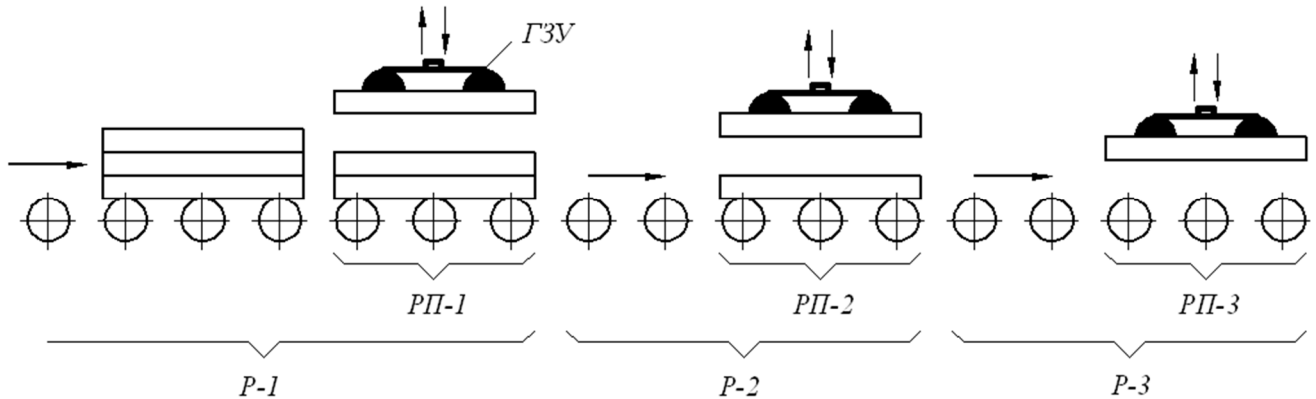


Рисунок 4.3 – Технологічна схема транспортної системи

Транспортним рольгангом Р-1 подають комплексний вантаж на розвантажувальну позицію РП-1, де зупиняють і знімають частину вантажу. Потім рольгангом Р-2 вантаж, що залишився, транспортують на розвантажувальну позицію РП-2, де знімають частину вантажу. Вантаж, який залишився, рольгангом Р-3 транспортують на позицію розвантаження РП-3, де рольганг повністю звільняють від вантажу. Подібна транспортна система може бути використана, наприклад, для доставки вантажу в автоматизовані склади, при завантаженні системи нагрівальних печей та інших технологічних процесів.

Таблиця В.3 – Технічні дані для завдання №3

№ п/п	Найменування параметра	№№ варіантів									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Маса груза на рольгангу Р-1, кг	2000	1800	900	800	500	400	1900	1400	850	700
2	Маса груза на рольгангу Р-2, кг	1500	1300	700	600	400	300	1400	100	650	500
3	Маса груза на рольгангу Р-3, кг	1000	800	500	400	300	200	900	750	450	350
4	Найбільша довжина груза, мм	1500	1200	1000	800	600	500	1400	1100	900	700
5	Найбільша ширина груза, мм	1500	1000	800	600	400	300	1200	900	700	500
6	Діаметр ролика рольгангу, мм	300	270	250	220	200	180	280	260	230	210

7	Довжина бочки ролика, мм	1700	1200	1000	800	600	400	1400	1100	900	700
8	Крок між роликами, мм	350	300	275	260	220	200	320	280	270	240
9	Маса ролика, кг	950	630	400	240	150	70	750	500	320	200
10	Кількість роликів у секції, шт.	10	10	12	12	15	15	10	10	12	12
11	Середній діаметр підшипника кочення вузлів тертя ролика, мм	165	150	140	120	110	100	160	145	130	115
12	Швидкість транспортування, м/с	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	1,2	1,8	2,2	2,8

## Рекомендована література

1. Целиков А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т. 3 Машины и агрегаты для производства и отделки проката : уч. для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребенник и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.

2. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов : уч. для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.

3. Переходченко В. А. Расчет мощности электродвигателей широкополосных станов горячей прокатки. – Х.: Изд-во «Форт», 2009. – 384с.