

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЗАРІЦЬКИЙ БОГДАН СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.974

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Система електропостачання виробничого цеху підприємства технічного
сервісу з розробкою електроприводу кувально-штампувального преса

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело

_____ Б.С. Заріцький

Керівник роботи

Савченко Людмила Григорівна

к.і.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

Житомир 2020

АНОТАЦІЯ

Кувально-штампувальне обладнання доцільно обладнати електроприводами змінного струму з трифазними асинхронними двигунами.

Практична цінність обґрунтована та розроблена електрична схема електроприводу КШП.

Обґрунтована методика та приведений приклад розрахунку електрообладнання електроприводу КШП.

Заріцький Б. С. « Система електропостачання виробничого цеху підприємства технічного сервісу з розробкою електроприводу кувально-штампувального преса »

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Ключові слова: електропривід, електродвигун, електропостачання, енергозбереження, потужність.

ANNOTATION

It is expedient to equip forging and stamping equipment with electric drives of alternating current with three-phase asynchronous motors.

The practical value is substantiated and the electric scheme of the electric drive of KShP is developed. The method is substantiated and the example of calculation of the electric equipment of the electric drive of KShP is resulted.

Zaritsky BS "System of power supply of the production shop of the technical service enterprise with the development of the electric drive of the forging and stamping press" Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics" Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Key words: electric drive, electric motor, power supply, energy saving, power.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. РОЗДІЛ 1	
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	6
1.1 Електропривод ковальсько-штампувальних пресів(КШП).....	6
1.2 Електропривід ковальсько- пресових машин (КПМ).....	10
1.3 Система електропостачання КШП.....	12
2. РОЗДІЛ 2	
РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	14
3. РОЗДІЛ 3	
СХЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ	19
3.1 Склад та робота електрообладнання.....	19
3.2 Розрахунок і вибір електричних апаратів та елементів електричної схеми. Вибір електромагнітів.....	22
3.3 Вибір електромагнітних пускачів і проміжних реле.....	23
3.4 Вибір апаратів ручного управління.....	24
3.5 Вибір перемикачів.....	25
3.6 Вибір кінцевих вимикачів.....	25
3.7 Вибір трансформатора.....	26
3.8 Розрахунок і вибір апаратів захисту.....	27
3.9 Вибір запобіжників.....	27
3.10 Вибір автоматичних вимикачів.....	27
3.11 Розрахунок та вибір проводів і кабелів.....	28
3.12 Вибір провoda для ланцюгів управління.....	29
3.13 Вибір кабелів в силових ланцюгах.....	29
Висновки.....	31
Література.....	32
Додатки.....	35
Додаток А.....	35
Додаток Б.....	36
Додаток В.....	37

ВСТУП

Для приводу машин агрегатів та потокових технологічних ліній промислового та сільськогосподарського призначення застосовуються електроприводи змінного та постійного струму. Вибір типу електропривода обумовлений особливостями технологічних операцій та іншими умовами. В роботі виконано обґрунтування та розрахунок електроприводу кривошипного преса

Актуальність теми: Впровадження електроприводів змінного струму на базі асинхронних двигунів дозволить підвищити надійність кувально-штампувального обладнання та зменшити його електроспоживання.

Об'єкт дослідження: Електроприводи постійного та змінного струму.

Предмет дослідження: Електропривід змінного струму з трифазним асинхронним двигуном

Мета: Зменшення електроенергії що споживається електроприводом, підвищення його надійності та зменшення витрат на експлуатацію.

Завдання дослідження: Обґрунтувати та розробити електропривід КШП, виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання

Методи дослідження: При розв'язанні поставленої задачі використовувалися методи математичного та комп'ютерного моделювання..

Впровадженні інженерні рішення: Розроблена принципіальна електрична схема електроприводу для КШП.

Практичне значення: Підвищення надійності електроприводу, зменшення споживання електроенергії. Розроблена методика розрахунку параметрів електрообладнання електроприводу КШП.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

1. Тези доповіді на тему «Енергетика електроприводів кривошипних пресів». Заріцький Б.С. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. Житомир 2020 р. (5-6 березня)
2. Тези доповіді на тему «Розрахунок потужності і вибір електродвигуна електроприводу для кувально-штампувальних машин» Заріцький Б.С., Березов В.С., Коновалов О.В.. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи» Житомир 2020 (29 травня)
3. Тези доповіді на тему «Компенсація реактивної потужності. Схемні рішення на базі мікропроцесорного контролера» Заріцький Б.С., Березов В.С., Коновалов О.В.. Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020» Житомир 2020 (26 жовтня)

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, три розділи, висновки, література, додатки. Обсяг 25 сторінок А4 друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1 Електропривод ковальсько-штампувальних пресів (КШП)

Сучасні ковальсько-штампувальні машини (КШП) оснащуються переважно індивідуальним електроприводом. Це стосується в рівній мірі як до механічних КШП, так і до гідравлічних пресів з насосним приводом і молотів з пневматичним компресорним приводом. Виняток становлять деякі гідравлічні преси, використовують робочу рідину насосно-акумуляторних станцій, і пароповітряні молоти, що живляться централізовано від заводських станцій, причому в ряді випадків індивідуальний електропривод КШП може бути і багато двигунним [1, с. 46].

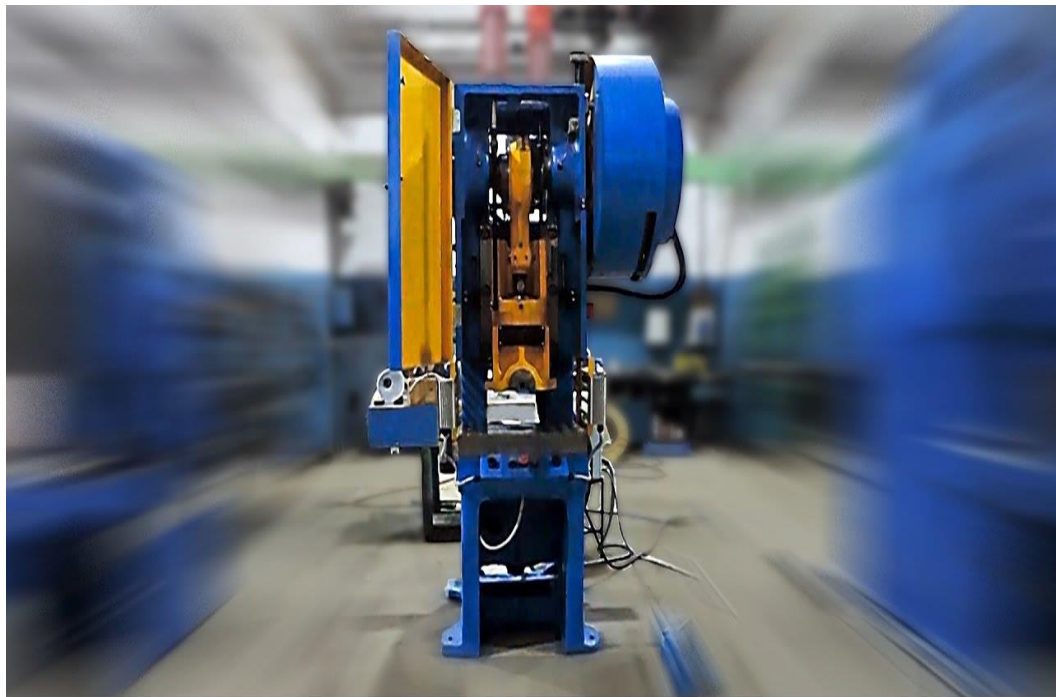


Рис. 1. Кривошипний прес обладнаний маховиком

Основные параметры	Наименование параметра	КЭ2132	КВЭ2132	КДЭ2132	КГЭ2132
Номинальное усилие прессы, кН (т)		1600 (160)	1600 (160)	1600 (160)	1600 (160)
Наибольший ход ползуна (штока), мм		25..160	25..160	25..160	25..160
Путь номинального усилия до нижней мертвой точки (НМТ), мм		8	5		
Частота ходов ползуна непрерывных, 1/мин		50	71	71	71
Частота ходов ползуна одиночных от кнопки, 1/мин			28	28	
Размеры стола, мм		1000 х 670	1000 х 670	1000 х 670	1000 х 670
Размеры отверстия в столе, мм		480 х 320	480 х 320	480 х 320	
Диаметр отверстия в столе, мм		420	420	420	
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении - закрытая высота прессы, мм		480	480	480	480
Расстояние от оси штока до станины (вылет), мм		360	360	360	
Величина регулировки расстояния между столом и ползуном, мм		120	120	120	120
Расстояние между стойками станины в свету, мм		480	480	480	
Толщина подштамповой плиты, мм		120	120	120	110
Блок управления бесконтактный, мм		БУБ-2			
Максимальный ход выталкивателя в ползуне, мм					
Высота стола над уровнем пола, мм					
Тип муфты тормоза		Пневмофрикц ЖесткоСблук			
Электрооборудование					
Количество электродвигателей			4		
Электродвигатель главного привода (М1), кВт (об/мин)		15 (700)	19		16
Электродвигатель привода насоса смазки (М2), кВт					
Электродвигатель привода регулировки штампового пространства (М3), кВт					
Электродвигатель привода регулировки хода ползуна (М4), кВт					
Габариты и масса прессы					
Габариты прессы (длина ширина высота), мм		2340 х 2100 х 3650	2340 х 2100 х 3700	2340 х 2100 х 3700	2100 х 2340 х 3700
Масса прессы, кг		14135	14000	14000	12300

Електропривод КШП можна поділити на наступні групи:

- головний привод механічних машин, забезпечених маховиками.
- головний безмаховиковий привод механічних і гідравлічних машин.
- привід насосів і компресорів, використовуваний в насосних станціях і установках групового харчування пресів.
- привід допоміжних механізмів механічних і гідравлічних КШП

У більшості вітчизняних ковальсько-штампувальних машин для головного приводу використовують трифазні асинхронні електродвигуни різних модифікацій, причому, як правило, при потужності привода до 75 кВт (а для приводу насосів - до 200 кВт) застосовують асинхронні електродвигуни різних виконань. При потужності понад 75 кВт краще використовувати асинхронні електродвигуни з фазним ротором. Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором є найпоширенішими в приводі КШП. Це пояснюється простотою їх конструкції, надійністю в роботі і низькою вартістю у виготовленні й експлуатації. Крім того, широка номенклатура цих електродвигунів за потужністю і частотою обертання, а також різноманітність виконань дозволяють порівняно легко підбирати їх для різних КШП.

Характерною особливістю роботи механічних ковальсько-штамповочних машин (пресів, автоматів, ГKM, ножиць та ін) є різко піковий характер навантаження. У приводах цих машин необхідно штучно збільшувати маховий момент привода шляхом установки спеціального накопичувача енергії маховика. Це дає можливість вибирати потужність електродвигуна не по максимальному навантаженні, а за умовами нагрівання, і піки перевантаження вирівнювати за рахунок кінетичної енергії, накопиченої маховиком в період зниження навантаження і холостого ходу. Віддача енергії маховиком відбувається в результаті деякого зниження швидкості системи. Ця енергія, як відомо, залежить від моменту інерції привода і зміни його швидкості. Тому одним з важливих параметрів

приводних електродвигунів КШП є їх ковзання, що визначає можливість використання махових коліс. В залежності від характеру навантажувального графіка і параметрів приводу знаходять оптимальне значення ковзання, яке дає найвигідніше співвідношення системи маховик-електродвигун.

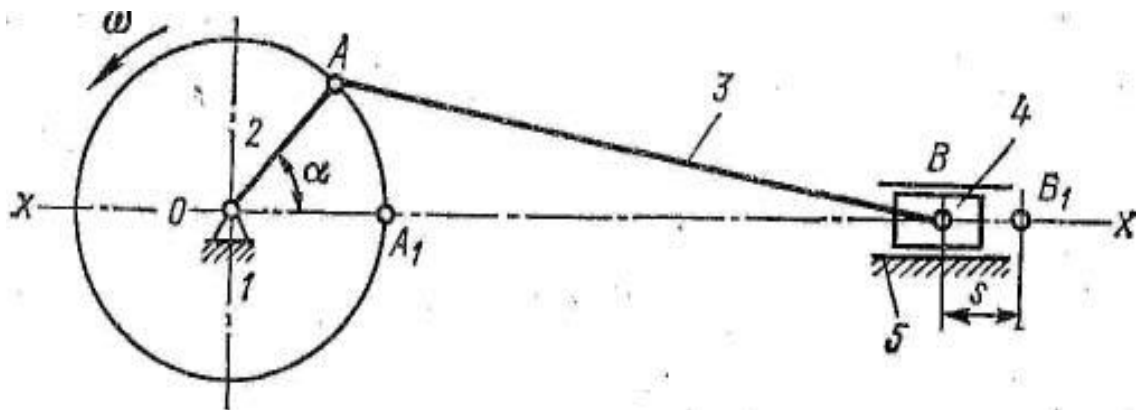


Рис. 2 Кривошипно-штангний механізм

1. Вісь обертання; 2. Ведена частина муфти. 3. Штанг 4. Повзун.

Для забезпечення цих умов в КШП широко застосовують асинхронні короткозамкнені електродвигуни з підвищеним ковзанням єдиних серій АОС, АОС2, які мають номінальне ковзання до 12%. Для приводів потужністю більше 75 кВт збільшення ковзання досягається шляхом застосування асинхронних електродвигунів з фазним ротором і обладнаних регульовальним трифазним реостатом [3, с. 146].

В цьому випадку реостат виконує одночасно два завдання:

- дає можливість в залежності від характеру робочої операції встановити необхідне ковзання, а отже, і оптимальний режим роботи системи маховик-електродвигун.
- покращує пускові умови при первісному розгоні маховика, що для ряду цехових мереж є не менш серйозною проблемою навіть при потужностях приводного електродвигуна менше 100 кВт.

Синхронні електродвигуни в КШП використовують дуже рідко, тому що для роботи в приводах з маховиками вони непридатні. У приводах насосів

і компресорів для гідравлічних пресів і насосних станцій синхронні електродвигуни знаходять обмежене застосування.

1.2 Електропривід ковальсько - пресових машин (КПМ)

Всі ковальсько-пресові машин поділяються на кілька основних груп:

молоти, преси, кривошипні машини, ковальсько-штампувальні машини, автомати для гарячої та холодної висадки.

Прес (від лат. Presso - тиснути, тиснути) - машина неударної (статичної) дії для обробки матеріалів тиском, прес широко застосовують у різних галузях промисловості для обробки металів, пластин, мас, гуми, та ін матеріалів, а також для дослідження їх властивостей при високому тиску і для механічних випробувань. Відмінність пресів від молотів полягає в тому, що деформація на пресах здійснюється поступовим тиском, а не ударом, тому не потрібно великих і складних фундаментів, а також виключаються струси ґрунту і будівель. [5, с. 85]

Преси поділяють на два основних види: гідравлічні та механічні з електроприводом змінного струму обладнаного асинхронними двигунами. У ковальсько-пресових машинах застосовуються двигуни з підвищеним ковзанням. Двигун головного приводу обертається з постійною швидкістю і в одному напрямку.

У схемі преса гальмування електродвигуна здійснюється відключенням його від мережі [5, с. 86].

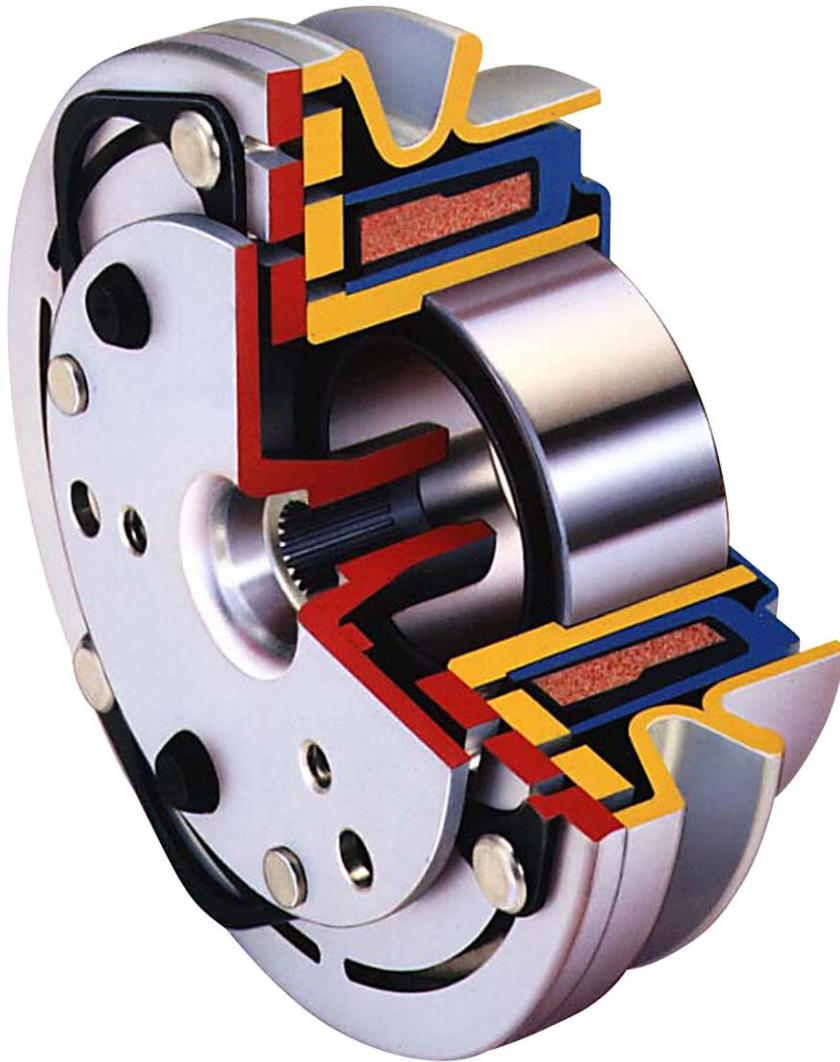


Рис. 3 Кривошипный прес

Для передачі обертового моменту від асинхронного двигуна до механічного передавального пристрою застосовуються електромагнітна фрикційна муфта. Застосування такої муфти підвищує швидкодію та надійність електроприводу.

Таблиця 1 - Технічні характеристики фрикційної електромагнітної муфти.

Характеристики										
КОД	Номинальный статический момент		Напряжение питания В (пост. ток)	Электрич. мощность Вт	Макс. скорость Об/мин	Время соединения мс	Время разъединения мс	Момент инерции якоря J 10^{-5} кг·м ²	Момент инерции ротора J 10^{-5} кг·м ²	ВЕС кг
	СU	Нм								
FFM39	0,6/0,7		24	7,5	10000	20	6	0,140	0,359	0,05
FFM45	0,9/1,1		24	7,5	10000	25	7	0,213	0,595	0,08
FFM54	1,8/2,1		24	10	10000	30	9	0,666	1,770	0,11
FFM65	3,6/4,2		24	12	10000	40	10	1,657	5,145	0,33
FFM80	7,5/9		24	14	8000	45	10	4,2	13,3	0,8
FFM100	15/18		24	20	6000	75	15	11,8	29,4	1,2
FFM125	30/36		24	26	5000	110	25	47,2	86,6	2,3
FFM150	60/72		24	35	4000	140	40	130	246	3,9
FFM190	120/150		24	46	3000	170	50	480	690	7
FFM230	240/270		24	56	3000	200	60	1370	2150	13,3



1.3 Система електропостачання КШМ

Живлення електроприводів КШМ здійснюється від мережі трифазного змінного струму напругою 0.4 кВ з промисловою частотою 50Гц. Електроенергія від цехової трансформаторної підстанції 10/0.4 кВ по кабельним лініям подається до відповідного технологічного обладнання. Розподілення електроенергії та захист ліній здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів.

Висновки по першому розділу

Особливості технологічних операцій ковальського – штампувального обладнання в режимі роботи електродвигунів та інші умови обумовлюють доцільність застосування для приводу КШМ електродвигунів змінного струму з асинхронними двигунами. Технічні характеристики асинхронних двигунів задовольняють вимогам до приводів даного призначення.

РОЗДІЛ 2

2 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Асинхронні електродвигуни для приводу ковальсько-пресових машин вибирають так, щоб забезпечити найкраще вирівнювання графіка навантаження, найменші втрати в двигуні, а також найменша витрата електроенергії за цикл роботи. Ці умови забезпечуються при установці на таких машинах двигунів з номінальним ковзанням 10-15%. Відповідно до цього для зазначених механізмів електротехнічна промисловість випускає спеціальні асинхронні двигуни з підвищеним ковзанням типу 4АС; закриті що обдуваються, потужністю 1,2-63 кВт з номінальним ковзанням 7-15%, для роботи в тривалому та повторно-короткочасному (ПВ = 40%) режимах [9, с. 268]

Припустимо, що прес здійснює за один хід роботу $A = 60 \text{кДж}$. Число ходів преса в хвилину $N = 20$, тривалість удару $t_1 = 1 \text{с}$, момент холостого ходу преса $M_0 = 42 \text{ Н м}$; розрахункова кутова швидкість $W_{розр} = 145 \text{ рад / с}$.

Визначаємо тривалість циклу при 20 ударах в хвилину

$$t_y = A/N, \quad (3.1)$$

$$t_y = 60/20 = 3(\text{с}).$$

Визначаємо тривалість холостого ходу:

$$t_0 = t_y - t_1, \quad (3.2)$$

$$t_0 = 3 - 1 = 2(\text{с}).$$

Знаходимо максимальний момент преса при ударі:

$$M_1 = A/(W_{розр} \cdot t_1), \quad (3.3)$$

$$M_1 = 60 \cdot 10^3 / (145 \cdot 1) = 414 \text{ (H} \cdot \text{M)}$$

Визначаємо середній момент навантаження за цикл:

$$M_{c.cp} \approx M_1 \left(\frac{M_0 \cdot t_0}{M_1 \cdot t_1} + 1 \right) / \left(\frac{t_0}{t_1} + 1 \right), \quad (3.4)$$

$$M_{c.cp} \approx \frac{414 \left(\frac{42 \cdot 2}{414 \cdot 1} + 1 \right)}{\frac{2}{1} + 1} = 166 \text{ (H} \cdot \text{M)}$$

Тоді середня розрахункова потужність двигуна:

$$P_{дв.ср} = M_{c.cp} \cdot W_{розр} / 1000, \quad (3.5)$$

$$P_{дв.ср} = 166 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 24.5 \text{ (кВт)}$$

Вибираємо по каталогу асинхронний електродвигун закритий що обдувається, з короткозамкнутим ротором типу 4AC200M4У3.

Назва характеристики	Значення
Потужність на вулу $P_{ном}$, кВт	31,5
Число обертів на хвилину при найменшому навантаженні $n_{ном}$	1410
ККД при номінальному навантаженні, %	87,5
cosφ при номінальному навантаженні	0,92
Номінальна ковзання $s_{ном}$, %	6,0
Перевантажувальна здатність λ_i	2,2

Таблиця 2.1- Характеристика електродвигуна електроприводу

Розрахуємо природну механічну характеристику асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

Знаходимо критичну швидкість ковзання:

$$S_{кр} = S_{ном} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}), \quad (3.6)$$

$$S_{кр} = 0.6 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,249$$

Розраховуємо критичний момент обертання:

$$M_{к} = \lambda \cdot M_{ном}, \quad (3.7)$$

$$M_{к} = 2,2 \cdot 9,55 \frac{31,5 \cdot 10^3}{1410} = 469 \text{ (Н}\cdot\text{м)}$$

Визначаємо значення частоти обертання при різних величинах ковзання

$$n = n_1 \cdot (1 - S), \quad (3.8)$$

$$n = 1500 \cdot (1 - 0,1) = 1350 \text{ об/хв.}$$

Аналогічно знаходимо частоту обертання при інших величинах ковзання. Результати розрахунку заносимо в таблицю 3.2.

Використовуючи формулу Клосса, знайдемо величини моменту обертання для різних значень ковзання:

$$M = \frac{2M_{к}}{\frac{S}{S_{к}} + \frac{S_{к}}{S}} \quad (3.9)$$

$$M = \frac{2 \cdot 469}{\frac{0,1}{0,249} + \frac{0,249}{0,1}} = 324 \text{ (Н}\cdot\text{м)}$$

Вихідні дані та результати розрахунку заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Результати розрахунку

Параметри	Значення параметрів										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
S	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
N	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0
M	0	324	569	460	44	39	35	31	28	25	23
					5	5	1	3	1	4	2

За даними з таблиці 3.2 будемо механічну характеристику.

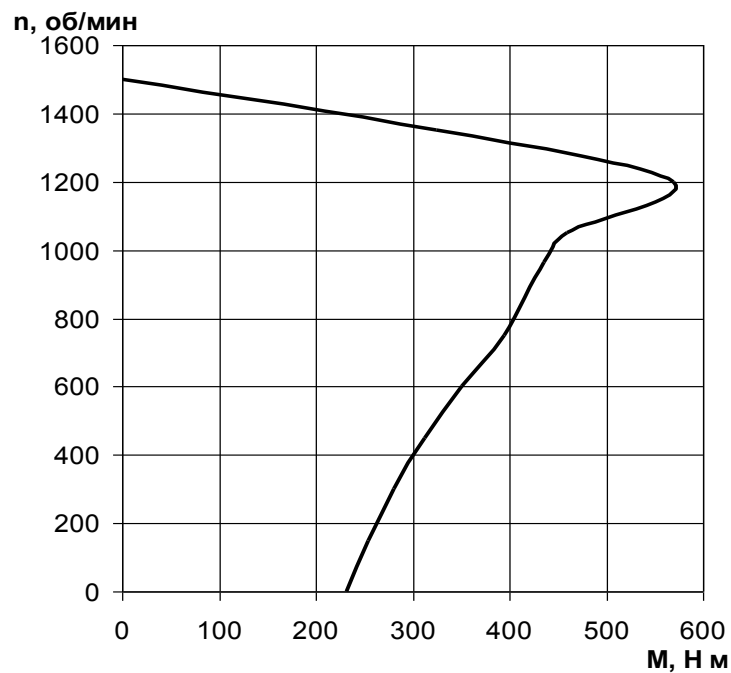


Рисунок 1 Механічна характеристика електродвигуна.

Висновки по другому розділу

Розрахункова потужність двигуна дорівнює $P_{дв.ср} = 24,5$ (кВт). За каталогом вибрано асинхронний електродвигун з короткозамкнутим

ротором типу 4АС200М4У3 потужністю 25 кВт ступінь захисту двигуна від впливів навколишнього середовища ІР23.

Побудована за результатами розрахунків механічна характеристика електродвигуна задовольняє вимогам до електроприводу.

РОЗДІЛ 3

СХЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 СКЛАД ТА РОБОТА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Управління пресом може здійснюватись за допомогою кнопочних вимикачів або за допомогою педалі, на яку оператор натискає ногою. Вибір режиму управління здійснюється перемикачем УП. При виборі управління кнопками рукоятка перемикача знаходиться в лівому положенні і контакт УП-1 замкнутий. При включенні автоматичного вимикача ВВ, трифазна напруга подається на силове коло та коло управління електродвигуном. При цьому включається реле напруги РП2 через замкнуті контакти кнопок. Контакт РП2 в ланцюзі замикаючих контактів кнопок КнХ1 і КнХ2 замикається, другий контакт РП2 в ланцюзі путьового командного апарата ВКА1 розмикається. [26 с.98]

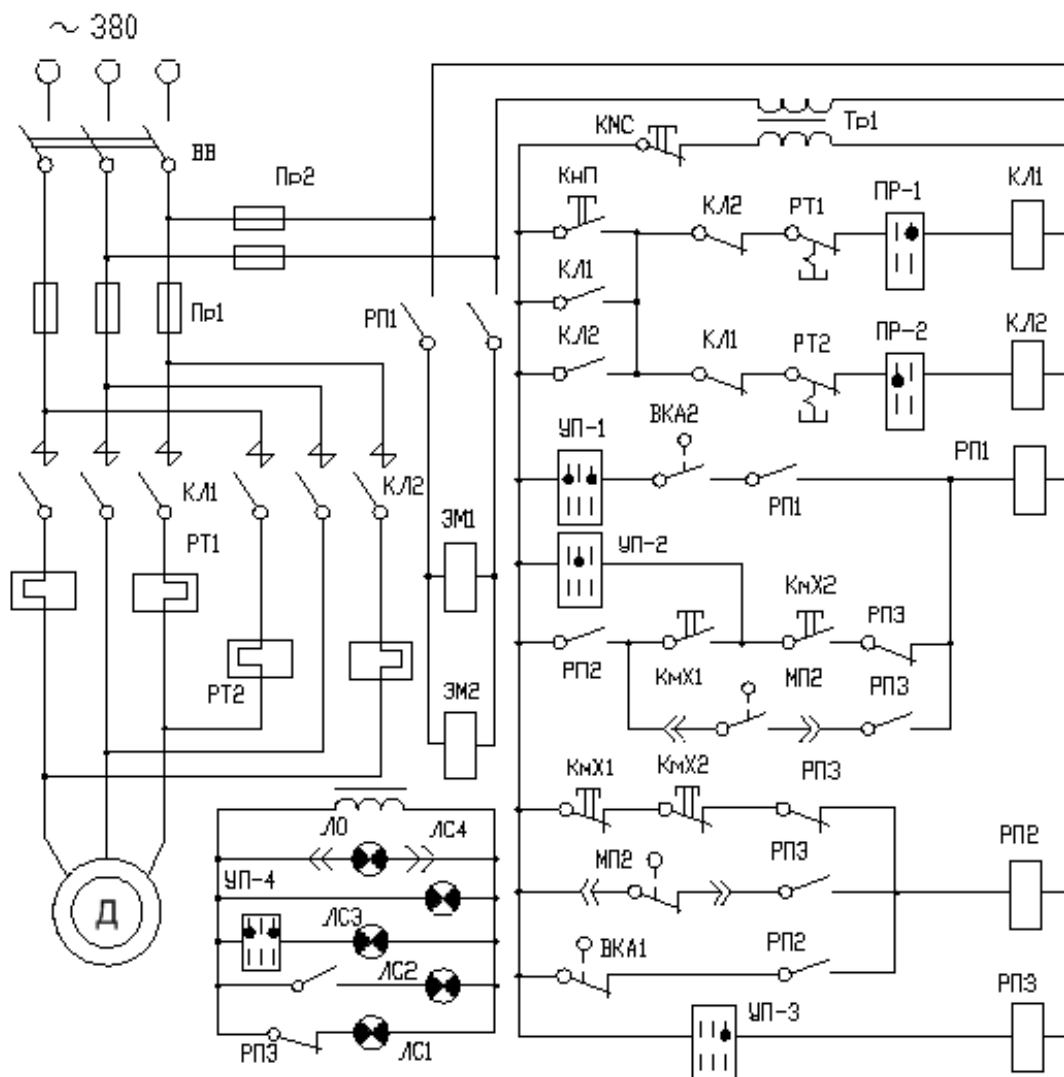


Рисунок 4 - Електрична схема кривошипного кувально-штампувального преса

При натисканні кнопки КнП в залежності від положення перемикача режиму роботи преса ПР спрацьовує магнітний пускач КЛ1 або КЛ2 і включає двигун Д. Основним напрямком обертання двигуна є те, що створює двигун при включенні пускача КЛ1. Протилежний напрям обертання буває необхідним в деяких випадках роботи преса.

Після натискання кнопок КнХ1 і КнХ2 включається реле напруги РП1 і своїми контактами включає електромагніти ЕМ1 і ЕМ2, які здійснюють сповільнення колінчастого вала преса і включення електромагнітної

фрикційної муфти. Коли клавіши КнХ1 і КнХ.2 будуть натиснені, то робочий орган прессу буде рухатися вниз.

Коли повзун буде в крайньому нижньому положенні, замикається і буде замкнутим протягом усього ходу повзуна вгору контакт командоапарата ВКА2. Отже реле РП1 залишається включеним, хоча в нижньому крайньому положенні повзуна контакт ВКЛ1 командоапарата роз'єднався, після чого відключається ланцюг самоблокування реле РП2.

Рух робочого органу вгору відбудеться вже незалежно від того, увімкнені кнопки КнХ1 і К.нХ2 чи ні. В крайньому верхньому положенні повзуна розмикається контакт ВКА2 командного апарата, реле РП1 відключається, обмотки електромагнітів ЕМ1 і Ем2 знеструмлюються і повзун зупиняється. При цьому контакт путьового командного апарата ВКА1 замикається. Для здійснення слідучого штампування деталі необхідно натиснути кнопки керування.

Якщо рукоятка універсального перемикача УП поставлена в положення управління педаллю, то в цьому випадку включається реле напруги РПЗ, контакти якого при розмиканні відключають ланцюг кнопок управління. А його замикаючі контакти подають напругу живлення на ланцюг з контактами педалі НП2. При натисканні педалі відбудеться тільки один хід преса, і для вчинення нового ходу потрібно знову натиснути педаль.

При встановленні рукоятки перемикача в середнє положення (налаштування) контакт УП-1 розімкнеться, а контакт УП-2 закоротить замикаючі контакти реле РП2 і кнопки ЦнХ1. Рух повзуна буде відбуватися тільки при натиснутій кнопці КнХ2.

У схемі задіяні сигнальні лампочки ЛС1 - ЛС4, які живляться напругою 12 В. Якщо управління пресом здійснюється з допомогою кнопок, загоряється лампочка ЛС1, увімкнена послідовно з роз'єднуючим контактом РПЗ. Лампочка ЛС2 увімкнена через замикаючий контакт РПЗ і горить коли управління здійснюється за допомогою педалі. При налагоджувальному режимі замкнений контакт УП-4, тому загоряється лампочка ЛС3. Про

наявність в мережі напруги сигналізує лампочка ЛС4. Портативна освітлювальна лампочка ЛО приєднується за допомогою штепсельної розетки.

3.2 Розрахунок і вибір електричних апаратів та елементів електричної схеми. Вибір електромагнітів

Для вибору електричних апаратів робимо розрахунок струму в окремих ланцюгах схеми. В даній схемі преса струм, що протікає в силовому ланцюгу, визначається електродвигуном. Обмотки електромагнітів споживають незначний струм.

Номінальний струм електродвигуна:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

$$I_{ном} = \frac{31,5}{0,38 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,92 \cdot 0,875} = 59,4(A)$$

Виберемо виходячи з технологічних умов два однакових електромагніта, вони служать для управління електромагнітною муфтою. Електротехнічна промисловість спеціально для таких цілей випускає електромагніти типу ЕМЛ1203. За каталогом вибираємо електромагніт ЕМЛ1203 У3-1 в брызго захищеному виконанні, з гнучкими виводами.

Структурні позначення електромагніту:

ЕМЛ1203 ХХ-Х:

ЕМЛ - електромагніт ліцензійний,

1 - габарит електромагніта,

2 - спосіб впливу на виконавчий механізм,

0 - режим роботи (відносна тривалість включення) ПВ = 100; 40% ,

3 - ступінь захисту (брызго захисту) IP54 по ГОСТ 14254 96 ,

1 - з гнучкими виводами;

2 - з електричним з'єднувачем по ТУ 16-434.153 86.

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики електромагніту

Номінальна напруга, В	Номінальне тягове зусилля, Н	Час, с		Номінальна потужність, Вт	Номінальна частота включень, вкл / год
		спрац.	возвр.		
380	47	50	50	25	8000

Номінальний струм електромагнітів:

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{U},$$

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{0,38} = \frac{0,025}{0,38} = 0,6A \quad (4.2)$$

3.3 Вибір електромагнітних пускачів і проміжних реле

Електромагнітні пускачі необхідно вибирати тільки для управління силовими навантаженнями. У випадку, якщо електромагнітний пускач не комутується силовий ланцюг має перевагу при виборі, яку необхідно віддавати проміжним реле, які відрізняються від електромагнітних пускачів малими габаритами і низькою споживаною потужністю.

Вибираємо найбільш поширений в даний час пускач серії ПМЛ. За розрахунком струму вибираємо пускач КМ1 ПМЛ-4160МУ2В, так як необхідний ще один допоміжний замикає контакт, вибираємо приставку ПКЛ-11МУ4А (1з +1 р).

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики пускачів

Позначення і типи пускачів		Напруга контактів, В	Струм головних контактів А	число головних контактів в зам / роз м	число допоміжних контактів зам / роз	Напруга котушки, В
КМ1 ПМЛ- 4160МУ2В	потрібно	380	59,4	3/0	2/0	110
З приставкою ПКЛ- 11МУ4А (1з+1р)	вибрано	380	63	3/0	2/2	110

3.4 Вибір апаратів ручного управління

До апаратів управління відносяться: кнопки управління, вимикачі, перемикачі, кінцеві і шляхові вимикачі. Вибір здійснюється:

По номінальній напрузі мережі:

$$U_{ном} \geq U_{ном.с}, \quad (4.3)$$

По тривалому розрахунковому струму ланцюга:

$$I_{ном} \geq I_{трив}, \quad (4.4)$$

$$I_{відк} \geq I_{трив}. \quad (4.5)$$

Тривалий розрахунковий струм ланцюга:

$$I_{трив} = S / U_{ном.с}, \quad (4.6)$$

де S - найбільша сумарна потужність, споживана апаратами при одночасній роботі.

$$S = \sum S_{pi} \quad (4.7)$$

де S_{pi} - потужність споживана кожним окремим апаратом у включеним.

В даній схемі преса напруга в ланцюгах управління складає 110 В, максимальна кількість одночасно включених апаратів - 1 магнітний пускач четвертої величини і 3 проміжних реле. Згідно з довідковими даними магнітний пускач четвертої величини під час роботи споживає потужність 20 ВА, а проміжне реле 8 ВА. За формулою (4.6) визначаємо тривалий розрахунковий струм:

$$I_{трив} = \frac{20 + 3 \cdot 8}{110} = 0,4 \text{ А.}$$

3.5 Вибір перемикачів

У схемі є перемикач SA1, який забезпечує два режими роботи преса - поодинокими і безперервними ходами. За розрахунком струму вибираємо перемикач типу ПЕ011 відкритого виконання з рукояткою на два положення, номінальним струмом 10 А, що задовольняє умові (4.4).

Таблиця 4.3 - Технічні характеристики перемикачів

позиційне позначення	Серія	Номінальна напруга, В	Номінальний струм, А	число полюсів	ступінь захисту
УП1	ПЕ011	110	10	1	IP44

3.6 Вибір кінцевих вимикачів

У схемі управління для обмеження переміщення повзуна є два шляхових вимикача SQ1 і SQ2. Вибираємо два однакових шляхових вимикача серії ВПК-2111БУЗ в захищеному виконанні (IP67) з роликівим штовхачем, на номінальний струм 10 А, що відповідає умові (6.4).

Позначення шляхових вимикачів

ВПК2Х1ХБХХ:

ВПК - вимикач шляховий.

Х - введення провідників, ступеня захисту по ГОСТ 1425480: 0-базове кріплення, ступінь захисту IP00; 1-базове кріплення, різьбовий неущільнений або прітичної

неущільнений введення, ступінь захисту IP67 (IP54 *), 2-фронтальне кріплення для розміщення в нішу, ступінь захисту IP00;

1 - умовне позначення двопо люсного вимикача з поєднанням контактів.

2-важіль з роликом.

Б - умовне позначення виконання вимикача з біметалічними контактами;

Таблиця 4.4 - Технічні характеристики вимикачів шляхових

позиційне позначення	Серія	Номинальна напруга, В	Номинальний струм, А	вид приводу	ступінь захисту
SQ1 і SQ2	ВПК-2111БУЗ	110	10	роликовий штовхач	IP67

3.7 Вибір трансформатора

У схемі управління преса використовується однофазний понижуючий трансформатор напруги 220/110 В. Визначимо потужність трансформатора, для цього визначимо потужність, споживану ланцюгом управління:

$$S_{тр} = S_{уп} = 0,35 \cdot m \cdot S_y + 0,4 \cdot n \cdot S_e, \quad (4.8)$$

Максимальна кількість одночасно включених апаратів - 1 магнітний пускач четвертої величини і 3 проміжних реле. Згідно довідковими даними магнітні пускачі четвертої величини в робочому стані споживає потужність 20 ВА, а реле напруги 8 ВА

$$S_{тр} = S_{упр} = 0,35 \cdot 3 \cdot 8 + 0,35 \cdot 1 \cdot 20 + 0,4 \cdot 3 \cdot 68 + 0,4 \cdot 1 \cdot 200 = 177 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Вибираємо трансформатор типу ОСМ1-0, 380/110 потужністю 400 ВА.

3.8 Розрахунок і вибір апаратів захисту

Апаратом захисту – це пристрій, який автоматично відключає і захищає електричний ланцюг при режимах роботи, які значно відрізняються від номінальних

3.9 Вибір запобіжників

Запобіжники вибираються за:

Номінальною напругою:

$$U_{ном.пр} \geq U_{ном.с}, \quad (4.9)$$

по тривалому розрахунковому струму лінії:

$$I_{ном.пл.вст} \geq I_{трив}. \quad (4.10)$$

Номінальна напруга мережі 110 В, тривалий розрахунковий струм склав 0,4 А. Вибираємо плавкий запобіжник серії НПН з номінальним струмом плавкої вставки 6 А, що задовольняє умові (4.3).

3.10 Вибір автоматичних вимикачів

Вибір автоматичних вимикачів проводиться за номінальною напругою і струму з дотриманням наступних умов.

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}, \quad (4.11)$$

$$I_{ном.т.р.} \geq 1,25 I_{ном}, \quad (4.12)$$

$$I_{відсіч} \geq 1,25 I_{пуск}. \quad (4.13)$$

Номінальний струм всього ланцюга дорівнює сумі номінальних струмів електромагнітів, двигуна, трансформатора. Номінальний струм електродвигуна було розраховано в попередньому пункті і склав 59,4 А, номінальний струм електромагнітів при підрахунку склав 0,4 А.

Необхідно знайти номінальний струм трансформатора:

$$I_{розр} = S_{ном} / U_{ном}, \quad (4.14)$$

$$I_{розр} = 400 / 220 = 1,81A.$$

Тоді номінальний струм усієї схеми буде дорівнює:

$$I_{ном.сх} = I_{ном.дв} + 2 \cdot I_{ном.маг} + I_{ном.тр}, \quad (4.15)$$

$$I_{ном.сх} = 59,4 + 2 \cdot 0,4 + 1,81 = 62,01A$$

Підставляємо розрахунковий струм схеми в умову (4.12):

$$I_{ном.т.р.} \geq 1,25 \cdot 62,01$$

$$I_{ном.т.р.} \geq 77,5A$$

Вибираємо автомат типу ВА51-31. Визначимо струм не спрацювання електромагнітного розчіплювача, який не повинен перевищувати пускового струму електродвигуна .

$$80 \cdot 7 \geq 59,4 \cdot 1,25 \cdot 7$$

$$560 \geq 519,75A.$$

Обраний автомат задовольняє всім умовам.

3.11 Розрахунок та вибір проводів і кабелів

При виборі виду електропроводки, електропроводів і способу прокладання проводів та кабелів повинні враховуватися вимоги електробезпеки і протипожежної безпеки. Перетин провідників повинен бути вибраний за умовами їх нагрівання електричним струмом.

Умови на нагрівання проводів тривалим розрахунковим струмом має вигляд:

$$I_{допуст} \geq I_{розр}, \quad (4.16)$$

$$I_{допуст} \geq K_3 \cdot I_3. \quad (4.17)$$

де $I_{допуст}$ - допустимий тривалий струм для електропроводу або кабелю за нормальних умов прокладки, який визначається за таблицями тривалих допустимих струмових навантажень на дроти та кабелі;

$I_{розр}$ - Тривалий розрахунковий струм лінії;

I_3 - Номінальний струм або струм спрацьовування захисного апарату;

K_3 - Кратність тривалого допустимого струму. Для проводу, який захищений автоматичним вимикачем, $K_3 = 1$ а запобіжником $K_3 = 0,33$).

3.12 Вибір проводу для ланцюгів управління

Розрахунковий струм кіл керування дорівнює 0,4 А, ланцюги управління захищені запобіжником НПН з номінальним струмом плавкої вставки 6 А. Обираємо для ланцюгів управління кабель ПВ1 перетином $0,5\text{мм}^2$ т.к. з тривало допустимим струмом 11 А. Оскільки провід знаходиться у джгуті, то тривало допустимий струм необхідно зменшити до 8,8 А.

Згідно умови (4.16). Перевіримо вибраний провід по умові (4.17)

$$8,8 \geq 6 \cdot 0,33 = 8,8 \geq 1,98$$

Обраний провід (ПВ 1x0,5) відповідає всім умовам.

3.13 Вибір кабелів в силових ланцюгах

Вибираємо кабель для живлення двигуна М. Розрахунковий струм в ланцюзі електродвигуна дорівнює 59,4 А.

Двигун захищений автоматичним вимикачем ВА51-31, з номінальним струмом розчеплювача 80 А. Вибираємо кабель АВВГ 3x25 +1 x16 з допустимим струмом 88 А, тому що $88 \geq 80$. Перевіримо вибраний кабель по другій умові:

$$88 \geq 80 \cdot 1 = 88 \geq 80$$

Даний кабель підходить для живлення двигуна.

Вибираємо провід для живлення електромагнітів (0,4 А) і трансформатора (1,81 А). Так як струми, що протікають в цих колах не великі і відрізняються в десятки раз від номінального струму вступного автомата, то перевіряти дроти на відповідність апарату захисту і завищувати тим самим розтин не доцільно. Тому вибираємо провід ПВ 1х0, 5 з довгостроково припустимим струмом 11 А [28].

Висновки по третьому розділу

Схема управління електроприводом реалізує ручний вид управління кувально-штампувальним пресом. Схема виконана переважно на контактних комутаційних апаратах. Потужність ланцюга управління дорівнює $S_{mp}=177$ (В·А).

ВИСНОВКИ

Із всіх типів електричних двигунів, які застосовуються в промисловості і сільському господарстві, асинхронні двигуни (АД) є найбільш доцільними для застосування в електроприводах КШП що зумовлено їх електромеханічними характеристиками, надійністю у роботі, простотою конструкції, дешевизною, високим ККД і порівняно малими габаритними розмірами і масою. На основі особливостей технологічних операцій кування та штампування, ударного навантаження та механічних характеристик електродвигунів здійснено вибір маховикового електроприводу з трифазним асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором. Обертний момент від двигуна до робочого органу передається за допомогою електромагнітної муфти та кривошипно-шатунного механізму.

Розроблена електрична схема та приведена в роботі методика розрахунку основних параметрів електрообладнання, які забезпечують можливість промислового виготовлення електроприводів з асинхронними двигунами для КШП.

Загалом, запропоновані інженерні рішення забезпечать та зменшать втрати електроенергії в електроприводах кувально-штампувальних машин.

Література

1. Белікова Л.Я. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – О. : Наука і техніка, 2012. – 480 с.
2. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Н. М. Недилько. - М.: Агропромиздат, 1986. - 368 с.
3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. - М.: Колос, 2004. - 344 с.
4. Будзко И.А. Электроснабжение сельскохозяйственного производства. Справочник. М.: Колос, 1974 – 352с.
5. Гаврилюк І. А. Електропривод в АПК. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2009. - 280 с.
6. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підруч. / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2008. - 260 с.
7. Гессен В.Ю., Григор'єв Ю.О. Електричні станції і підстанції. К.: Вища школа, 1970 – 479с.
8. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок : навч. посіб. / В. Ф. Гончар, Л. П. Тищенко. - К. : Вища шк., 1989.-343 с.
9. ГОСТ 21128-83 «Системы злектропнабжения, сети, источники, преобразователи и приемники злектрической знергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В и допускаемые отклонения».
10. ГОСТ 282249-93 " Короткие замыкания в злектроустановках. Методы расчета в злектроустановках переменного тока до 1 кВ" (введен с 01.01.97р.).

11. ГОСТ 721-77 «Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В».
12. Електропривод : підруч. / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко та ін.; за ред. Ю. М. Лавріненка. - К.: „Ліра-К”, 2009. - 504 с.
13. Електропривід : підруч. / О. С. Марченко, Ю. М. Лавріненко, П. І. Савченко, Є. Л. Жулай; за ред. О. С. Марченка. - К.: Урожай, 1995-208с
14. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підруч. / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко та ін. ; за ред. Є. Л. Жулая. - К.: Вища освіта, 2001. - 288 с.
15. Закон України "Про електроенергетику" // Відомості Верховної Ради України, 1998. №1.
16. И.Л. Каганов. Курсовое и дипломное проектирование. - М.; «Агропромиздат», 1990.-351 с.
17. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. - М.: Агропромиздат, 1990. - 35 с.
18. Кацман М.М. Электрические машины. – М. : Высшая школа, 1990. – 463 с. 21. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электроприводу. – М. : Издательский центр "Академия", 2011. – 256 с.
19. Куценко Ю.М. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К. : Аграрна освіта, 2013 – 449 с.
20. Климентовський Ю. А. Технічні засоби автоматики / Ю. А. Климентовський, А. М. Гладкий. - К.: Вид-во „ДВІД”, 2003. - 238 с.
21. Мартыненко И. И. Автоматика и автоматизация производственных процессов / Мартыненко И. И., Головинский Б. Л., Проценко Р. Д. - М.: Агропромиздат, 1985. - 335 с.
22. Марченко І.І., Лисенко В.М., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. К.: Вища школа, 1999 – 201с.

23. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів механіко-технологічного факультету / Лисиченко М. Л., Масюткін Є. П., Ільчов І. П. та ін. - Харків, 2006. -130 с.
24. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник/ . В В.Москаленко. – М.: Высшая школа, 2001. – 596с.
25. Правила устройства электроустановок. - М: Энергоатомиздат, 1986. - 648с.
26. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Дисконт, 1995.-260с.
27. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.
28. Практикум з електропривода. В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є. Л. Жулай та ін.; – К.: Урожай, 1995. – 192 с.
29. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / Под. ред. Будзко И.А. - М.: Колос, 1982. - 319 с.
30. Практикум по электроприводу в сельском хозяйстве / Савченко П. И., Гаврилюк И. А., Земляной И. Н. и др. - М.: Колос, 1996. - 224 с.
31. Практикум з електроприводу і електрообладнання ; уклад.: Ю. М. Лавріненко, О. Ю. Синявський, П. В. Олійник. - К. : Видав, центр НУБіП, 2008. - 78 с.
32. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства. К.: Вища школа, 1983 – 343с.
33. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. ВГПИ й НИИ «Сельэнергопроект». - М.: 1981. - 106 с.
34. Черник М.А. Электричні машини: збірник задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук. – К. : Львівська політехніка, 2008. – 176 с.
35. Чиликин М. Г. Общий курс электропривода / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. -М.: Энергоиздат, 1981. - 576 с.