



**Підвищення енергетичної
ефективності електропривода
скіпового підйомника
вапнякової печі в умовах
Приватного акціонерного
товариства «Продовольча
компанія «Поділля»**

Виконав: ст. гр. ЕПА-18мз. Пилипчак А. В.

Керівник роботи: к.т.н., доц. Бабій С. М.

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є підвищення енергетичної ефективності електропривода скіпового підйомника вапнякової печі в умовах Приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» за рахунок використання сучасної елементної бази з високими енергетичними показниками.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

1. Здійснити коротку характеристику технологічного процесу виробництва цукру-піску із цукрового буряка. Виділити в ньому роль та місце об'єкта проектування.
2. Розрахувати потужність привода скіпового підйомника вапнякової печі та вибрати приводний двигун.
3. Розробити систему керування електропривода скіпового підйомника вапнякової печі та вибрати його елементи.
4. Перевірити правильність отриманих проектних рішень шляхом комп'ютерного моделювання.
5. Провести економічні розрахунки.
6. Розробити ряд заходів з охорони праці та описати умови безпечної експлуатації розробленої системи.

Об'єкт дослідження – процес виробництва цукру.

Предметом дослідження є система автоматизованого електропривода скіпового підйомника вапнякової печі.

Характеристика об'єкта проектування



Зовнішній вигляд вапнякової печі



Елементи конструкції скіпового підйомника

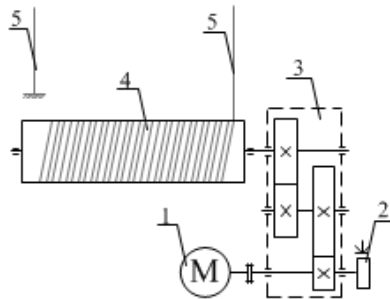
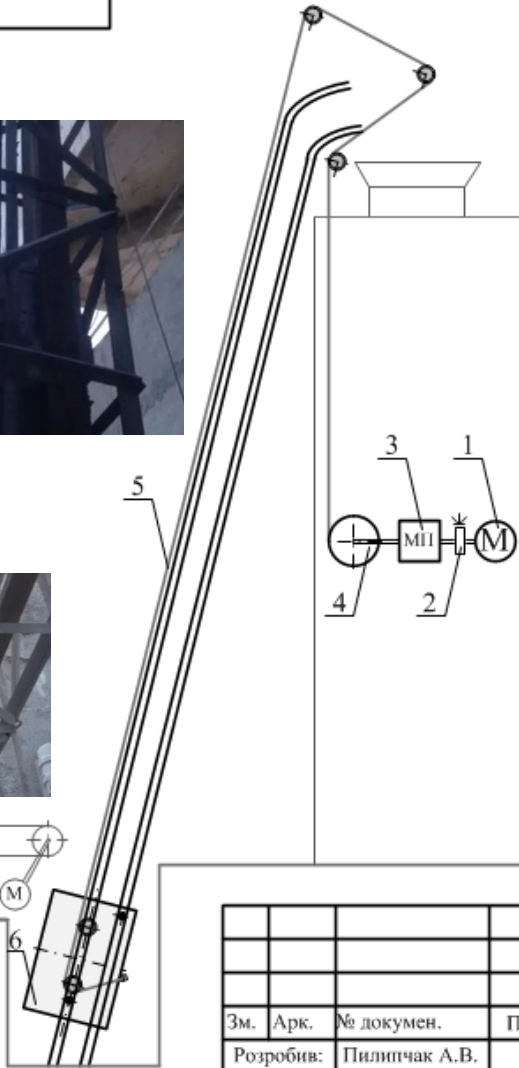
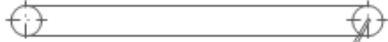


Підйомна лебідка скіпового підйомника

Технічні характеристики скіпового підйомника

Параметри	Значення
Вантажопідйомність, кг	1100...1300
Маса скіпа, кг	800
Висота підйому, м	50
Кут нахилу, град.	76
Діаметр барабана підйомної лебідки, м	0,6
Передаточне число механічної передачі	63
Кількість циклів за годину	8

08-16.MKP.004.00.000 K



- 1 – приводний двигун
- 2 – гальмівний шків
- 3 – механічна передача
- 4 – приводний барабан
- 5 – тяговий трос
- 6 – скіп

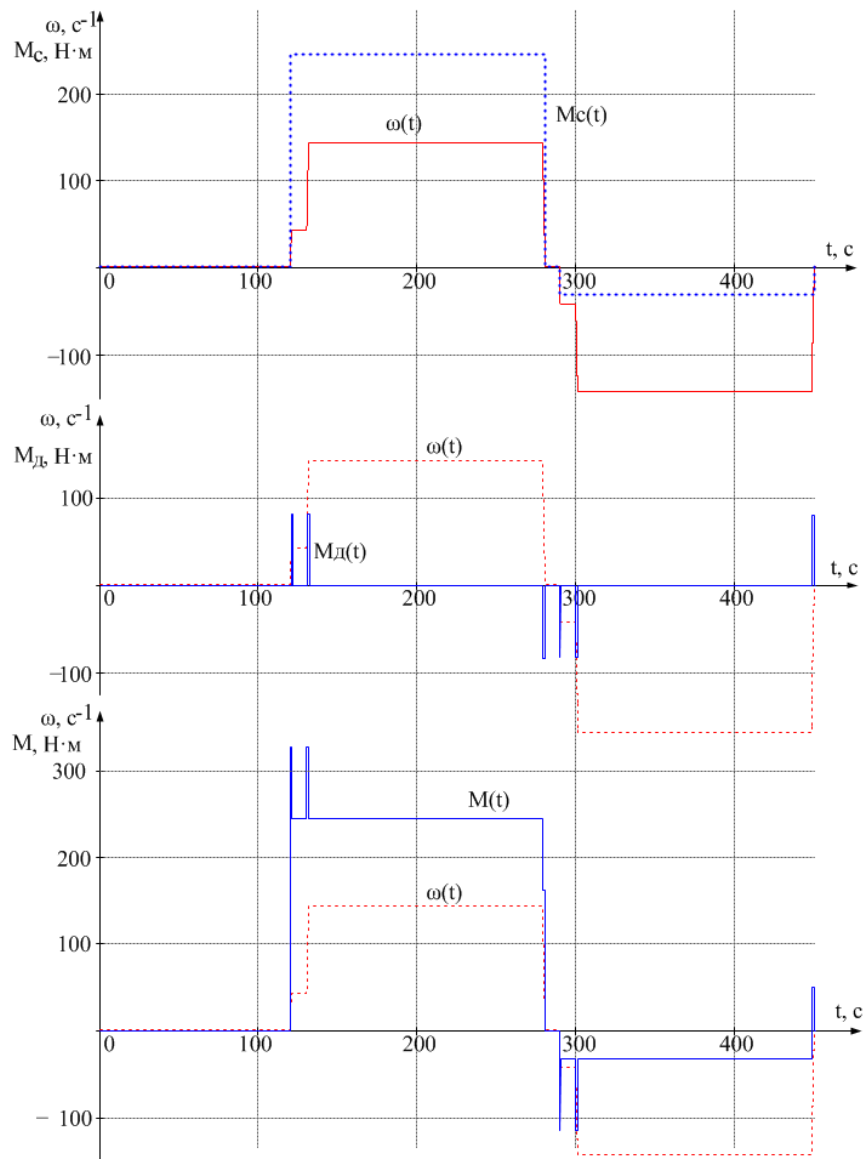
Пішніє і дата	
Інв. № дубл.	
Зам. інв. №	
Пішніє і дата	
Інв. № ориг.	

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:		Пилипчак А.В.		
Перевірів:		Бабій С.М.		
Т. контр.				
Норм.кон.		Паянок О.А		
Затверд.		Кутін В.М.		

08-16.MKP.004.00.000 K			
Підвищення енергетичної ефективності електропривода скіпового підйомника вапнякової печі в умовах Приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля». Схема кінематична скіпового підйомника	Літ.	Маса	Масштаб
	Аркуш 1	Аркушів 1	
гр. ЕПА-18мз			

Показники	Системи електричного привода			
	РКС-АД 2-шв	ТП-Д	ШП-ДПС	ПЧ-АД
Вартість двигуна Д, грн	67390	73250	73250	29300
Вартість системи керування СК, грн	33084	74439	66168	82710
Капітальні вкладення К, грн	100474	147689	139418	112010
Річні капітальні витрати $K_{річн}$, грн/рік	17080,58	25107,13	23701,06	19041,70
Амортизаційні відрахування C_A , грн/рік	10047,40	14768,90	13941,80	11201,00
Відрахування на ремонт C_P , грн/рік	2009,48	2953,78	2788,36	2240,20
Додаткові відрахування C_D , грн/рік	28648,41	20295,14	20295,14	15692,32
Відрахування на обслуговування C_O , грн/рік	2035,26	1900,89	1851,26	1456,68
Загальні відрахування С, грн/рік	42740,55	39918,71	38876,56	30590,19
Приведені витрати З, грн/рік	59821,13	65025,84	62577,62	49631,89

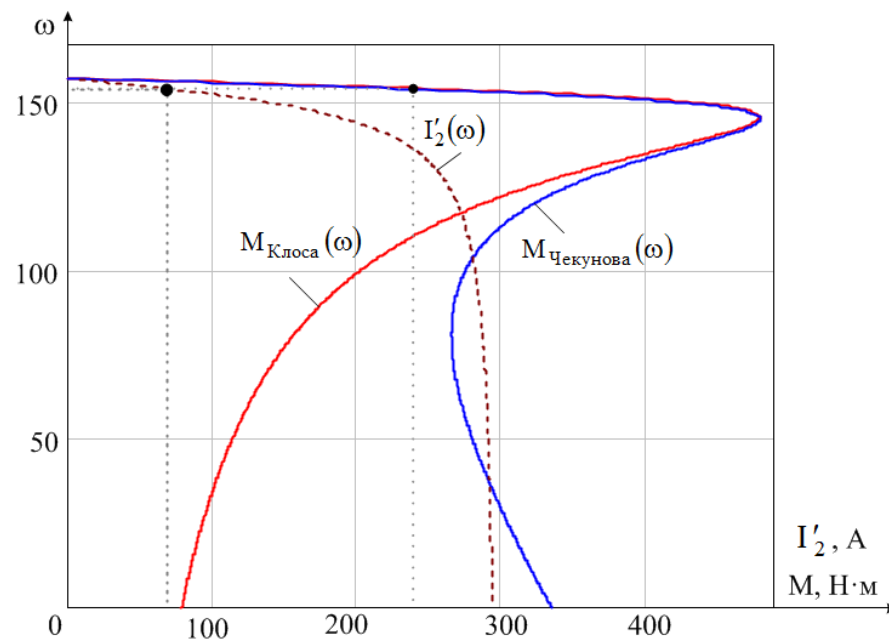
Характеристика приводного двигуна скіпового підйомника

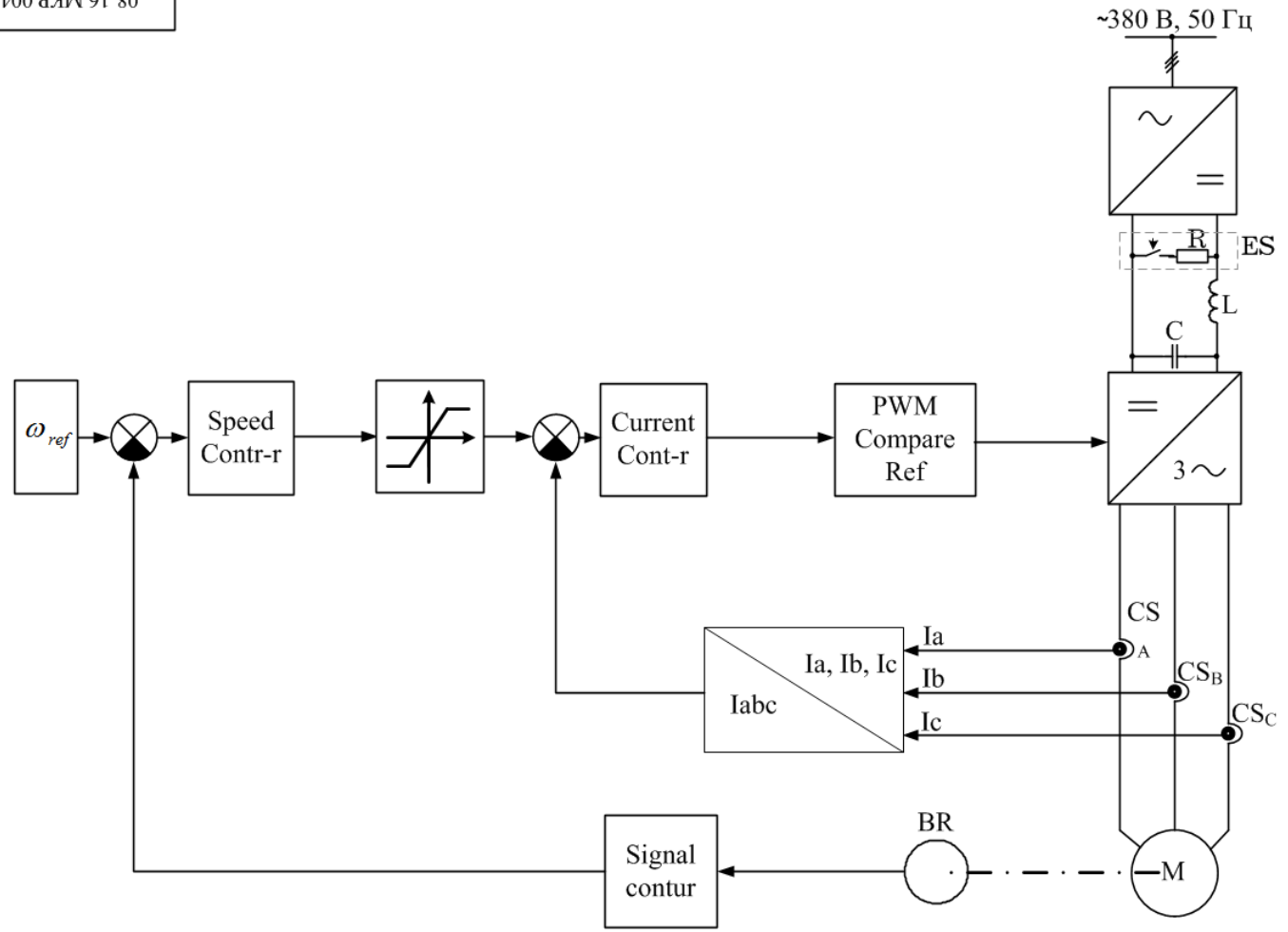


Тахограма та навантажувальна діаграма електропривода скіпового підйомника вапнякової печі

Технічні дані приводного двигуна

Тип двигуна	4A200M4
Номінальна потужність $P_{дв.н.}$, кВт	37
Номінальна напруга $U_{дв.н.}$, В	380
Номінальна швидкість обертання $n_{дв.н.}$, об/хв	1475
$\cos\varphi_{ном}$	0,9
Коефіцієнт корисної дії $\eta_{дв.н.}$, %	0,91
Кратність пускового моменту $\lambda_{пуск}$	1,4
Кратність критичного моменту λ_k	2,0
Номінальний струм статора $I_{дв.н.}$, А	68,8
Кратність пускового струму $\lambda_{I_{пуск}}$	7,0

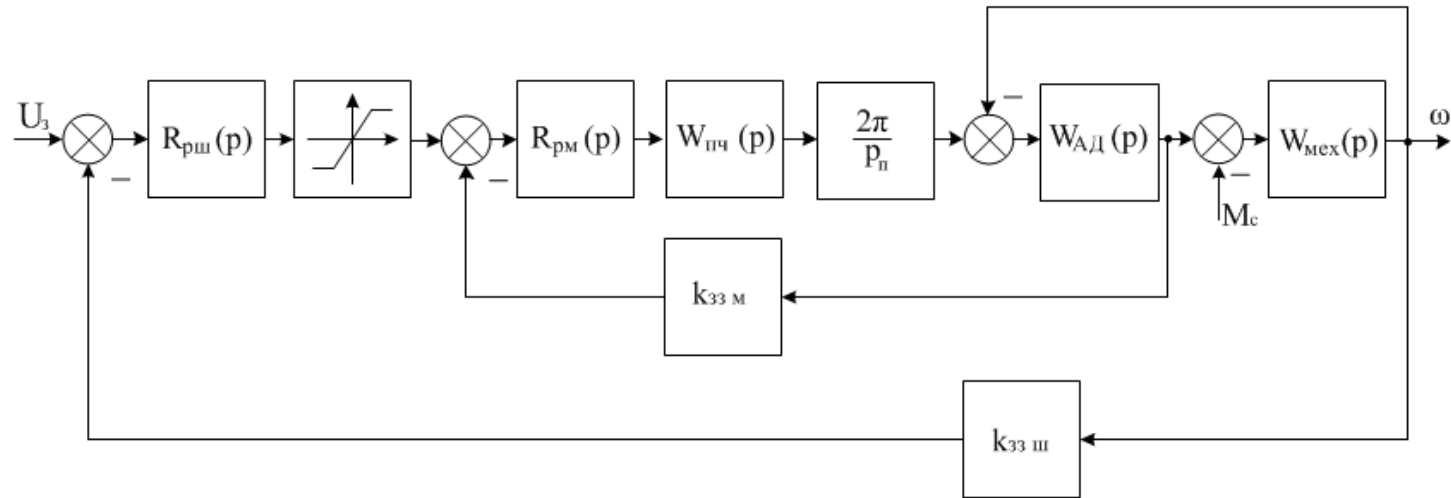




Ім'я, №, дата	
Ім'я, №, дата	
Зам. ім'я, №	
Ім'я, №, дата	
Ім'я, №, дата	

					08-16.МКР.004.00.000 E2			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Підвищення енергетичної ефективності електропривола скіпового підйомника вапнякової лінії в умовах Приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія» «Іоділля». Схема функціональна САЕП скіпового підйомника	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Пилипчук А.В.						
Перевірив:		Бабій С.М.						
Т. контр.								
Норм.кон.	Паянок О.А				гр. ЕПА-18мз			
Затверд.	Кутін В.М.							

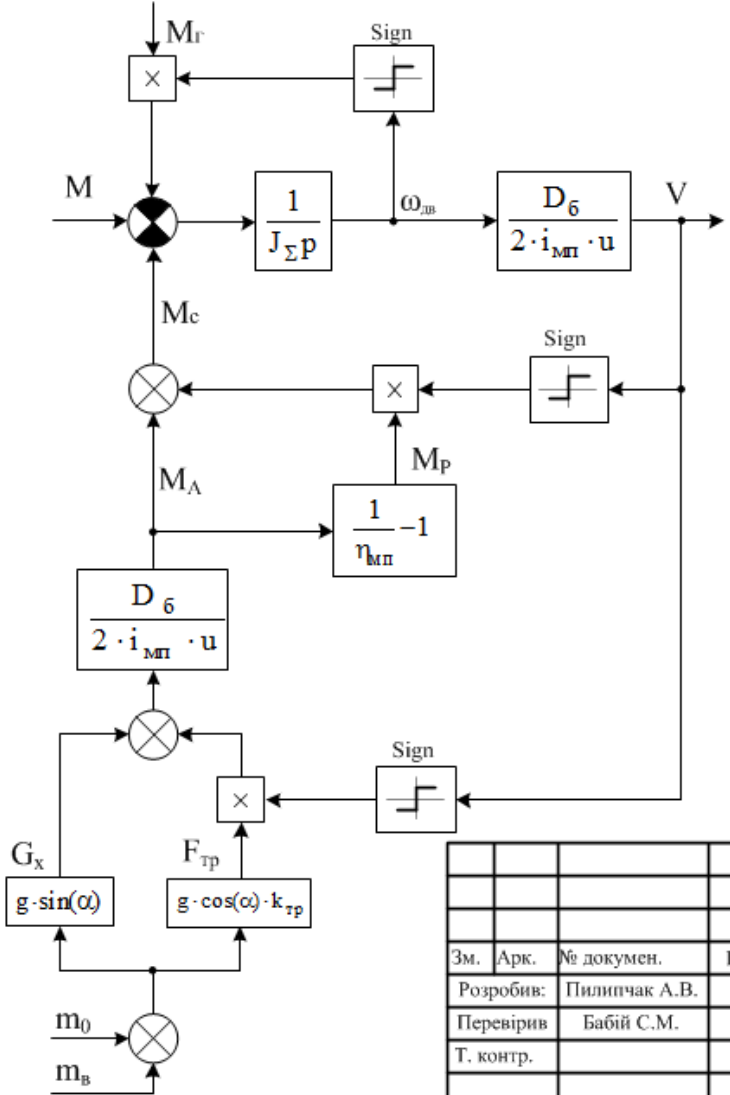
08-16.МКР.004.00.000 Е1



Підпис і дата	
Інв. № дубл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

					08-16.МКР.004.00.000 Е1					
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Підвищення енергетичної ефективності електропривода скіпового підйомника вапнякової печі в умовах Приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля». Схема структурна САЕП скіпового підйомника			Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Пилипчак А.В.								
Перевірив:		Бабій С.М.								
Т. контр.										
Норм.кон.		Паянок О.А						гр. ЕПА-18мз		
Затверд.		Кутін В.М.								
					Аркуш 1			Аркушів 1		

08-16.МКР.004.00.000 E1



$$\left\{ \begin{aligned} V &= \frac{\omega_{\text{ш}} \cdot D_6}{2 \cdot i_{МП} \cdot u}, \\ G_x &= (m_0 + m_B) \cdot g \cdot \sin \alpha, \\ G_y &= (m_0 + m_B) \cdot g \cdot \cos \alpha, \\ F_{тр} &= G_y \cdot k_k \cdot \frac{(\mu \cdot d_u + 2 \cdot f)}{d_k}, \\ M_c &= M_A + M_P \cdot \text{sign}(V), \\ M_A &= \frac{[G_x + F_{тр} \cdot \text{sign}(V)] \cdot D_6}{2 \cdot i_{МП} \cdot u}, \\ M_P &= M_A \cdot \left(\frac{1}{\eta_{МП}} - 1 \right), \end{aligned} \right.$$

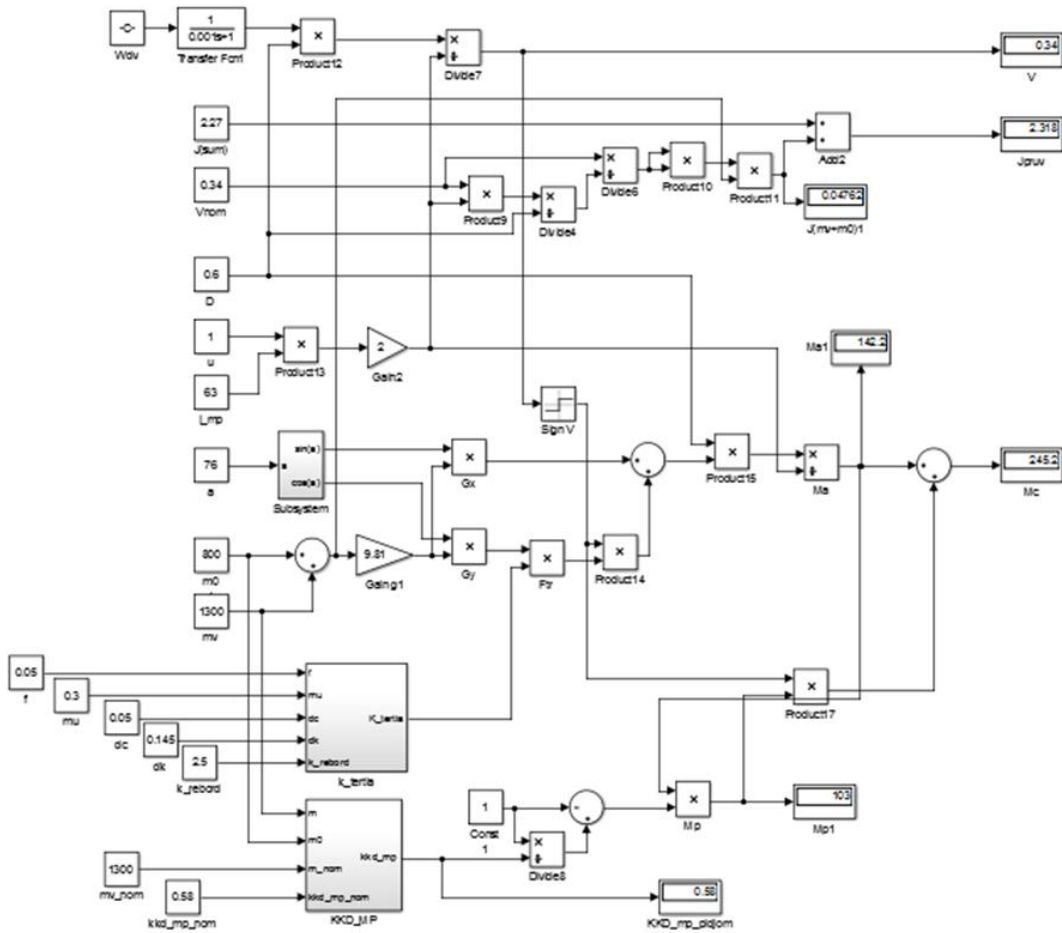
Інв. № ориг.	Підпис і дата
Зам. інв. №	Інв. № дубл.
Підпис і дата	Підпис і дата

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:		Пилипчак А.В.		
Перевірив		Бабій С.М.		
Т. контр.				
Норм.кон.		Паянок О.А		
Затверд.		Кутін В.М.		

08-16.МКР.004.00.000 E1			
Підвищення енергетичної ефективності електропривода скіпового підіймника вапнякової печі в умовах Приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля».			
Схема структурна підіймної лебідки скіпового підіймника			
Літ.	Маса	Масштаб	
Аркуш 1	Аркушів 1		
гр. ЕПА-18мз			

Модель підйомної лебідки скіпового підйомника в Simulink

Розгорнута структура механічної частини лебідки скіпового підйомника



Block Parameters: Subsystem2

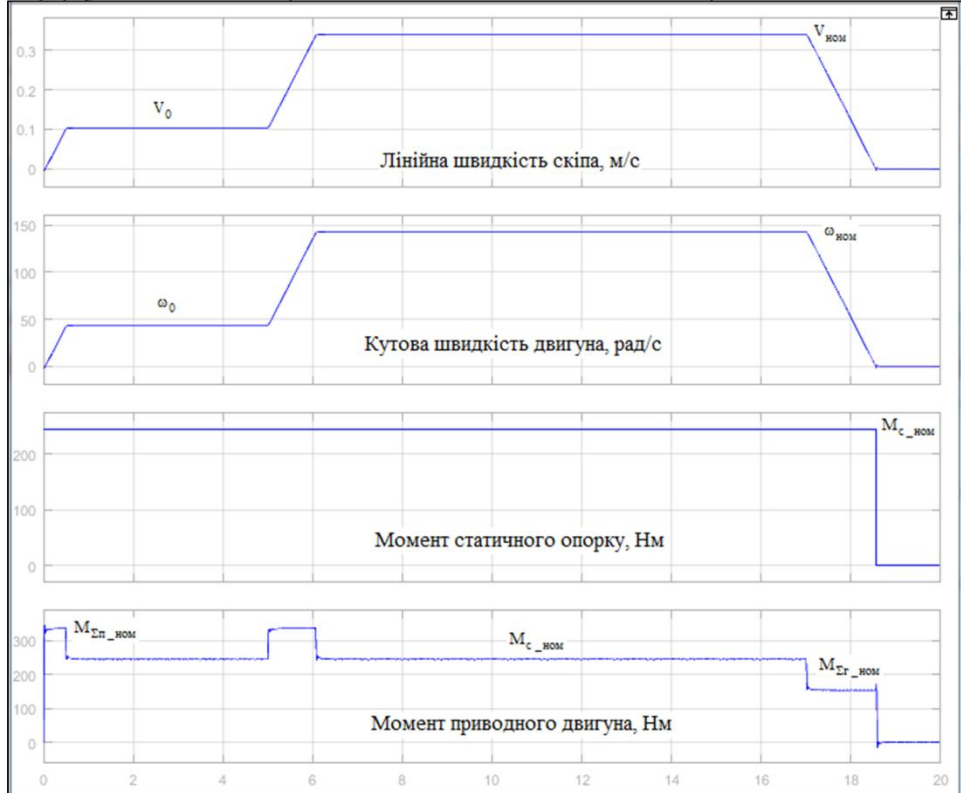
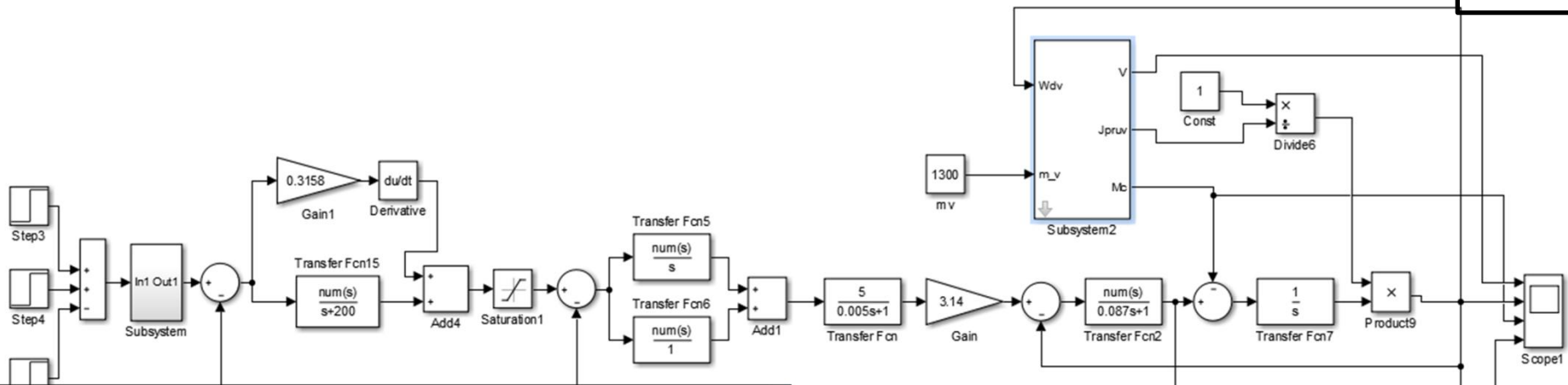
Subsystem (mask)

Parameters

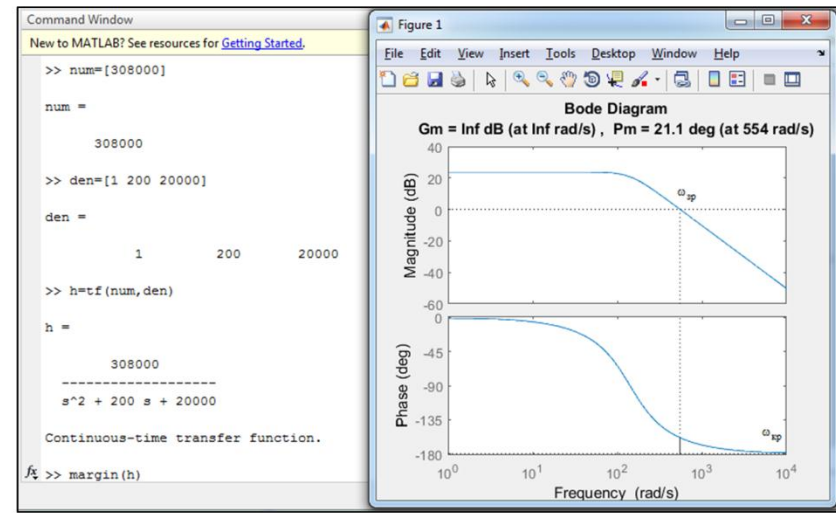
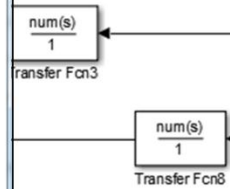
- Маса скіпа, кг: 800
- Номінальна вантажопідйомність, кг: 1300
- Кут нахилу скіпового підйомника, град.: 76
- Номінальна швидкість транспортування, м/с: 0.34
- Діаметр барабана лебідки, м: 0.6
- Діаметр катка скіпа, м: 0.145
- Діаметр цапфи катка скіпа, м: 0.05
- Кратність поліспасти підвіски: 1
- Передавальне число редуктора: 63
- ККД редуктора при m_{nom} : 0.58
- Прив. мом. інерції (без врах. мас що рух. поступально), $кг \cdot м^2$: 0.97

OK Cancel Help Apply

Налаштування моделі підйомної лебідки



Графіки перехідних процесів привода при підйомі завантаженого скіпа



Вікно команд в Matlab та графіки ЛАЧХ та ЛФЧХ



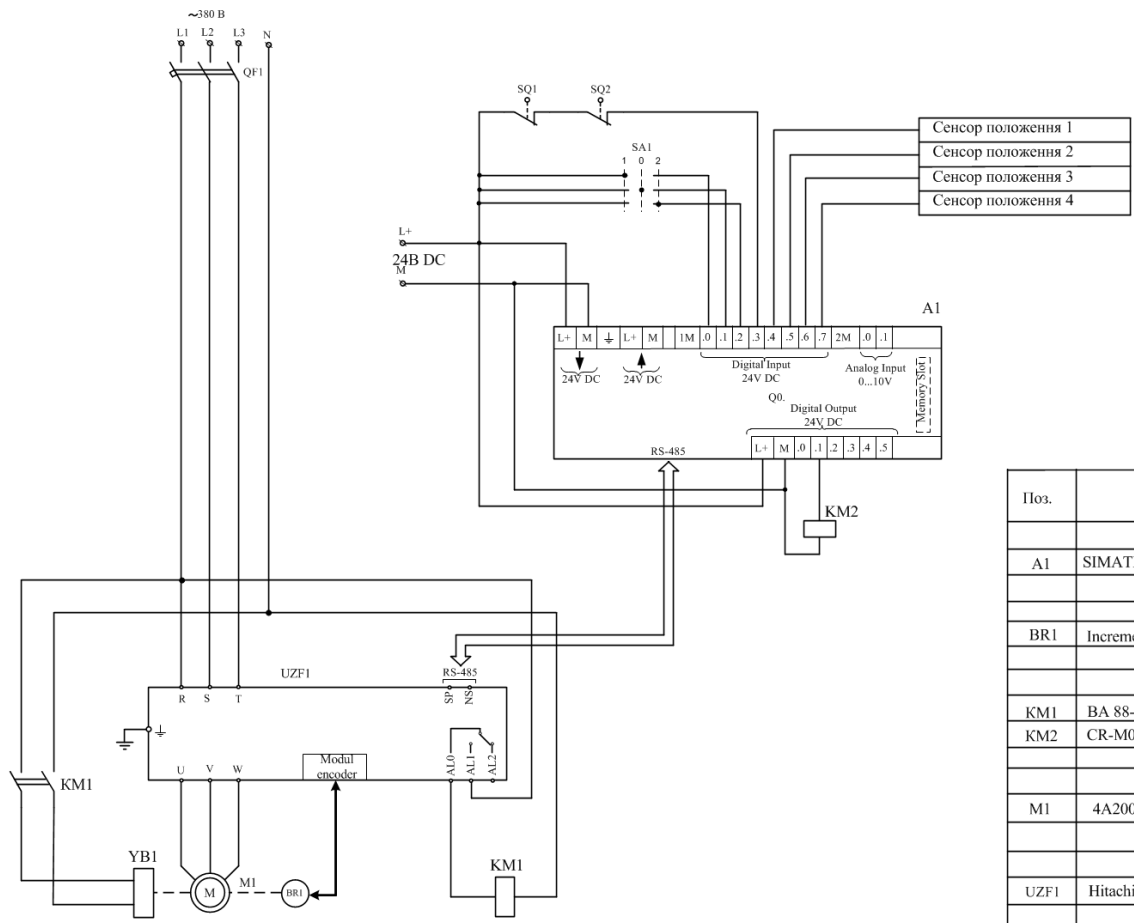
Зовнішній вигляд ПЧ Hitachi SJ700B-450HFF



SIMATIC S7-1214CPU DC/DC/DC

Технічні характеристики перетворювача частоти

Характеристики	Значення
Номінальна потужність	45 кВт
Номінальний струм	85 А
Напруга на вході	3-фазна 380 ... 480 В, +10%, -15%
Частота напруги живлення	50/60 Гц ± 5%
Напруга на виході	3-фазна 380 ... 480 В
Вихідна частота	0,1...400 Гц
Час розгону, с	0,01...3600
Час гальмування, с	0,01...3600
Фільтр	EMC
Гальмівний блок	опція
Аналогові входи	3
Дискретні входи	5
Аналогові виходи	2
Дискретні виходи	2
Інтерфейс	RS485 (Modbus RTU)
Пусковий момент	150%
Регулятор	ПІД
Векторне керування	+
Робоча температура	-10 °C...+50°C
Ступінь захисту корпусу	IP20



- Сенсор положення 1
- Сенсор положення 2
- Сенсор положення 3
- Сенсор положення 4

Поз.	Найменування	К-ть	Примітки
A1	SIMATIC S7-1214CPU DC/DC/DC	1	
<u>Сенсор швидкості</u>			
BR1	Incremental Encoder	1	
<u>Магнітні пускачі</u>			
KM1	BA 88-32	1	80 А
KM2	CR-M024DC4	1	24 В DC
<u>Двигуни</u>			
M1	4A200M4		37 кВт
<u>Частотний перетворювач</u>			
UZF1	Hitachi SJ700В-450НFF	1	45 кВт

Ім'я: Ігор
 Інв. №: 00/01
 Зам. ім'я: №
 Ім'я: Ігор

				08-16.МКР.004.00.000 ЕЗ			
Зм. Арх.	№ докумен.	Підпис	Дата	Підвищення енергетичної ефективності електривантажів скіпового підйомника вапнякової лещи в умовах Пряматисля акціонерного товариства «Продолговілля компанія «Подільсь» Схема електрична привідна СЛЕР скіпового підйомника	Лист	Маса	Масштаб
Розробив:	Пилипчук А.В.				1		
Перевірив:	Бабій С.М.						
Т. контр.							
Норм. кон.	Лавров О.А				гр. ЕПА-18мз		
Загверд.	Кучин В.М.						

ВИСНОВКИ

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновано математичну модель підйомної лебідки скіпового підйомника, яка на відміну від існуючих враховує зміну коефіцієнта корисної дії механічної передачі при зміні навантаження.

Практичне значення одержаних у роботі результатів полягає в розробці у середовищі Matlab Simulink структури підйомної лебідки скіпового підйомника, яку можна використовувати при проектуванні автоматизованих електроприводів скіпових підйомників.

Особистий внесок здобувача. Основні результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано автором самостійно.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати досліджень представлені на 1 науковій конференції.

Публікації. За тематикою дослідження опубліковано 1 тези доповідей матеріалів конференції.