

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА У УМОВАХ ГРАНІТНОГО КАР'ЄРА

Керівник роботи:
доц. Проценко Д.П.

Виконав:
Кімбембе Домінгуш Андре

Технологія виробництва гранітної продукції

1 – кар’єрні самоскиди; 2 – накопичувальний бункер; 3 – стрічковий конвеєр подачі в щокону дробарку; 4 – щокону дробарка СМД-186; 5 – конвеєр подачі конусної дробарки; 6 – конусна дробарка СМД-187; 7 – стрічковий конвеєр подачі першого грохота; 8 – грохот першої стадії ГИС-53; 9 – конвеєри відвантаження готової продукції; 10 – грохот другої стадії ГИС-42; 11 – стрічковий конвеєр.

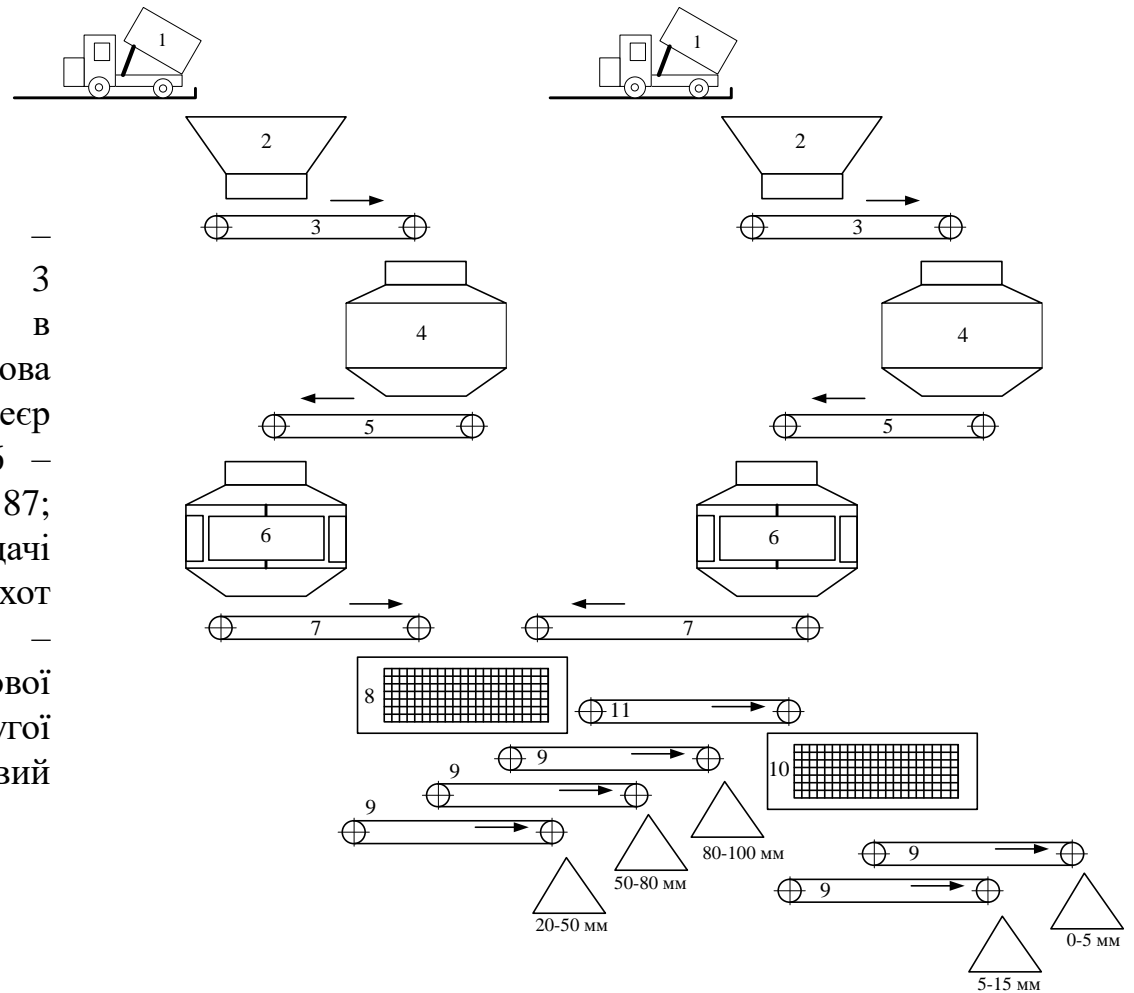


Схема технологічного процесу гранітного кар’єра

Технічна характеристика конвеєра

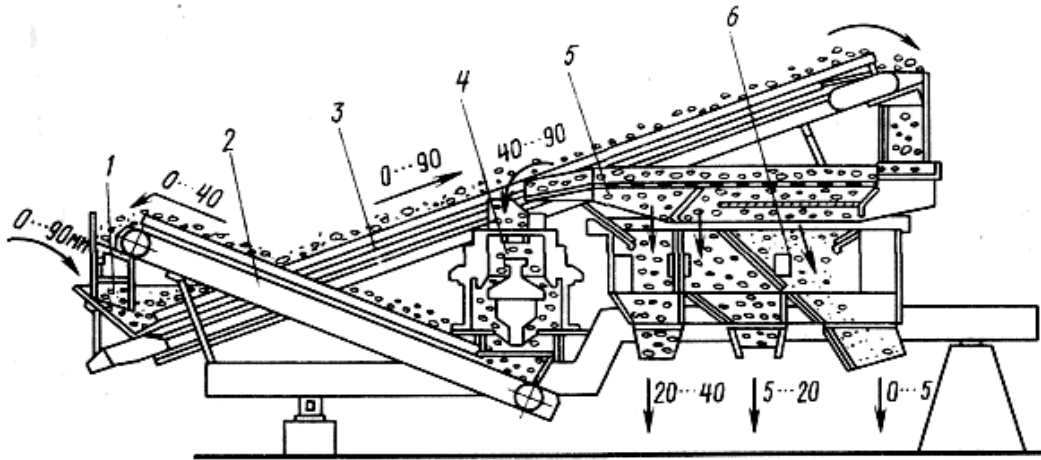
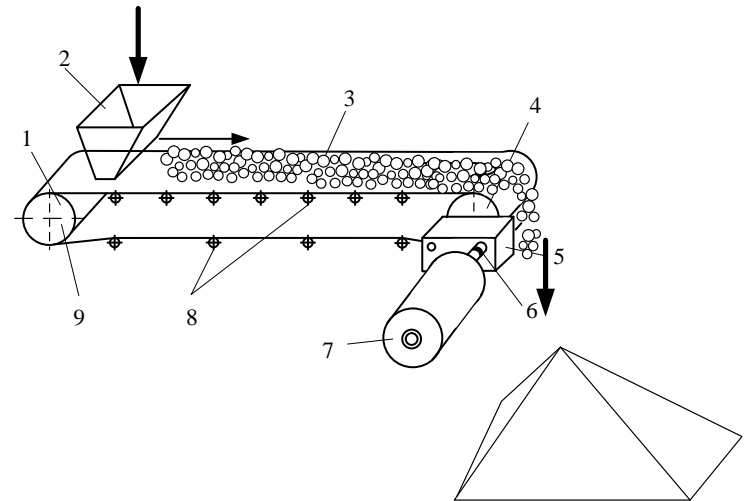


Схема агрегату дроблення та сортування СМД-187



Загальна конструкція стрічкового конвеєра

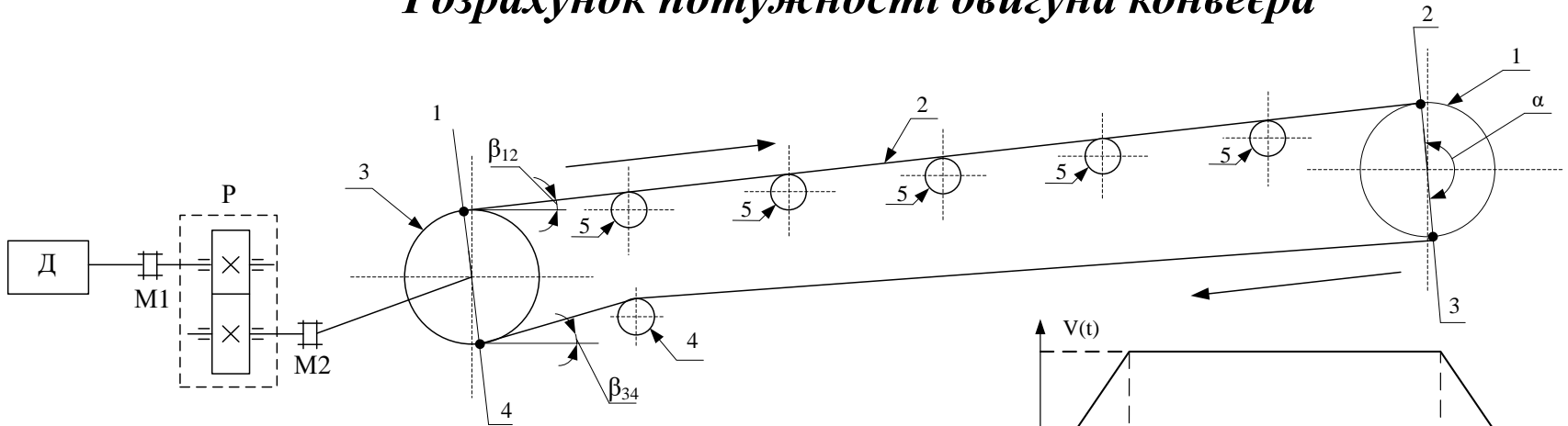
1 – ведений барабан; 2 – завантажувальна воронка; 3 – стрічка з транспортованим матеріалом; 4 – ведучий барабан; 5 – редуктор; 6 – муфта; 7 – двигун; 8 – підтримуючі ролики; 9 – направляючі ролики.

Параметри конвеєра

Параметр	Значення
Продуктивність конвеєра, т/год	57,6
Допустиме прискорення конвеєра, м/с ²	0,4
Довжина конвеєра, м	15
Лінійна швидкість робочого органу, м/с	2-2,5
Маса стрічки конвеєра, кг	3
Результуючий коефіцієнт опору на ділянці вигину	0,06
Кількість підтримуючих роликів, шт	5
Діаметр роликів, м	0,1
Товщина металу барабана, м	0,01
Діаметр приводного барабану, м	0,5
Діаметр натяжного барабану, м	0,325
ККД механізму при номінальному навантаженні	0,9
Кут обхвату приводного барабану, рад	3,15
Кут нахилу, град	20
Довжина барабана, м	0,7
Кількість електродвигунів, шт	1

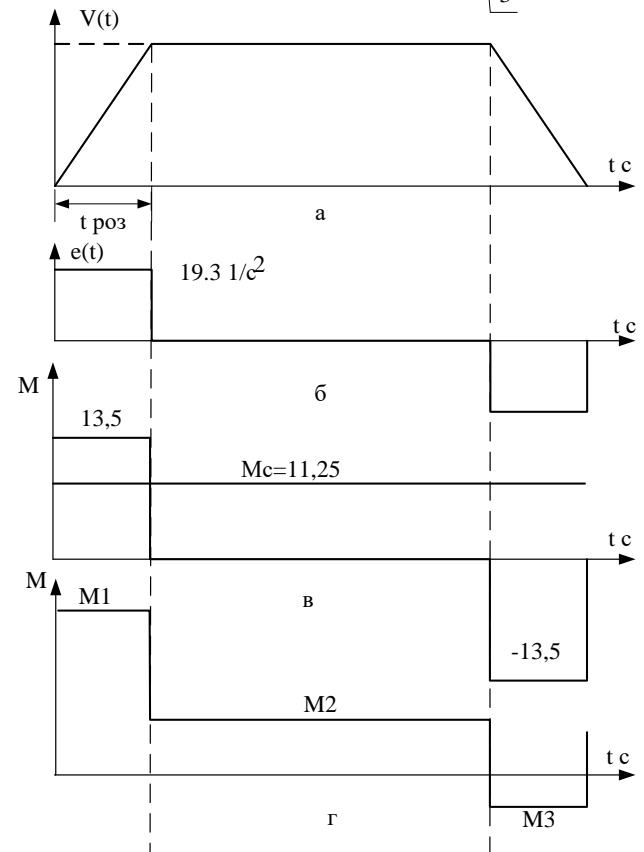


Розрахунок потужності двигуна конвеєра



Кінематична схема стрічкового конвеєра

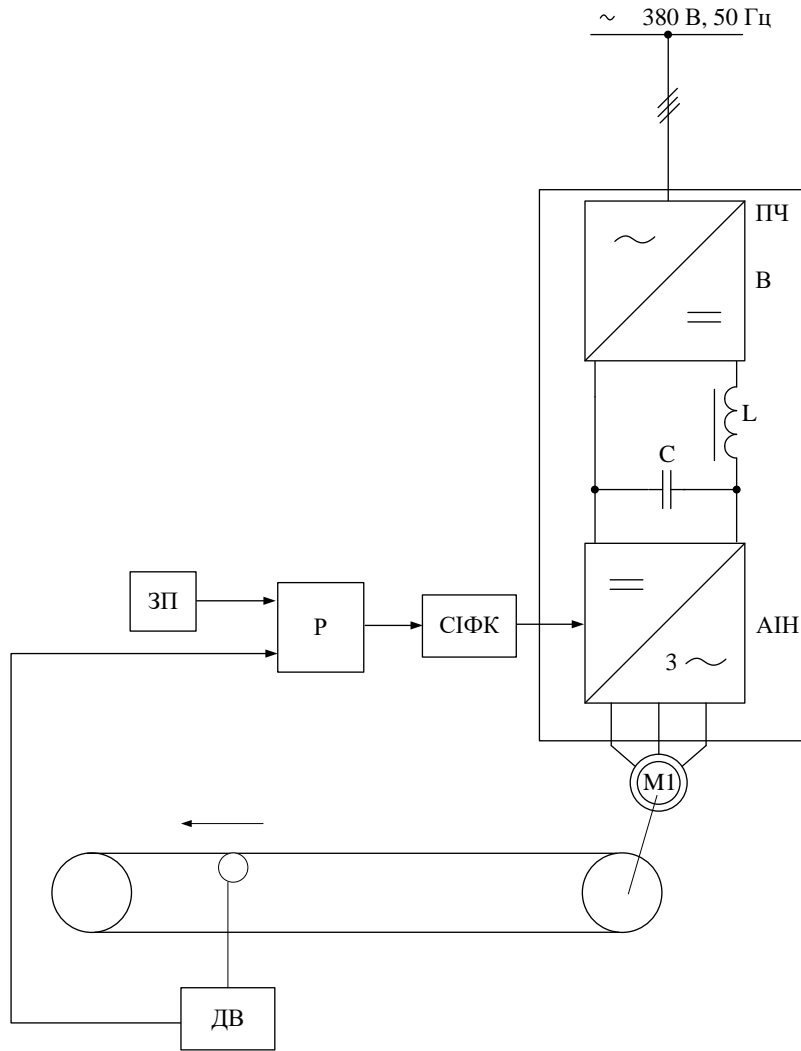
Д - приводний двигун; Р - понижуючий редуктор; робочий орган;
 М1, М2 - муфти зчеплення; 1 – ведений барабан; 2 – стрічка;
 3 - ведучий барабан; 4 – натяжний барабан; 5 – підтримуючі ролики;



Тахограма та навантажувальна діаграма

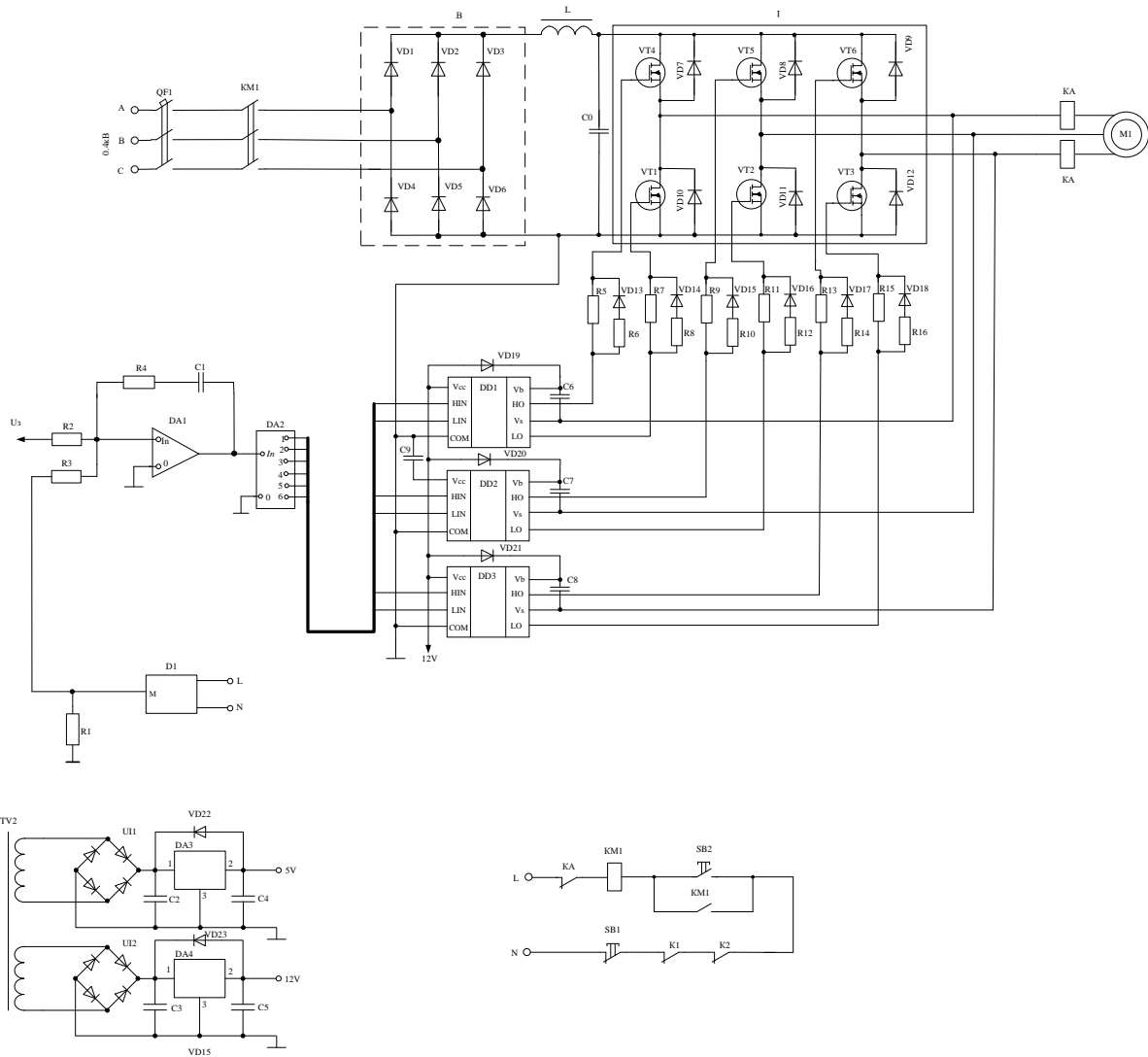
Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

Показник	Система електричного привода				
	ПЧ-АД	ТРН-АД	РКС-АД з ФР	ТП-ДПС	РКС- ДПС
Вартість двигуна Д, грн.	2500	2500	4500	5000	5000
Вартість системи керування СК, грн.	10000	5850	3575	7900	3250
Капітальні затрати К, грн.	12500	8350	8075	12900	8250
Річні капітальні затрати $K_{річн}$, грн./рік	2125	1420	1373	2193	1402
Амортизаційні відрахування C_A , грн./рік	1250	835	808	1290	825
Відрахування на ремонт C_p , грн./рік	250	167	162	258	165
Додаткові відрахування C_D , грн./рік	813	2426	2795	1903	3727
Відрахування на обслуговування C_O , грн./рік	625	418	404	645	412
Загальні відрахування С, грн./рік	2938	3845	4168	4096	5129
Приведені затрати З, грн./рік	5063	5265	5541	6289	6532



Лист №	Підпис та дата	Ім'я №	Підпис та дата

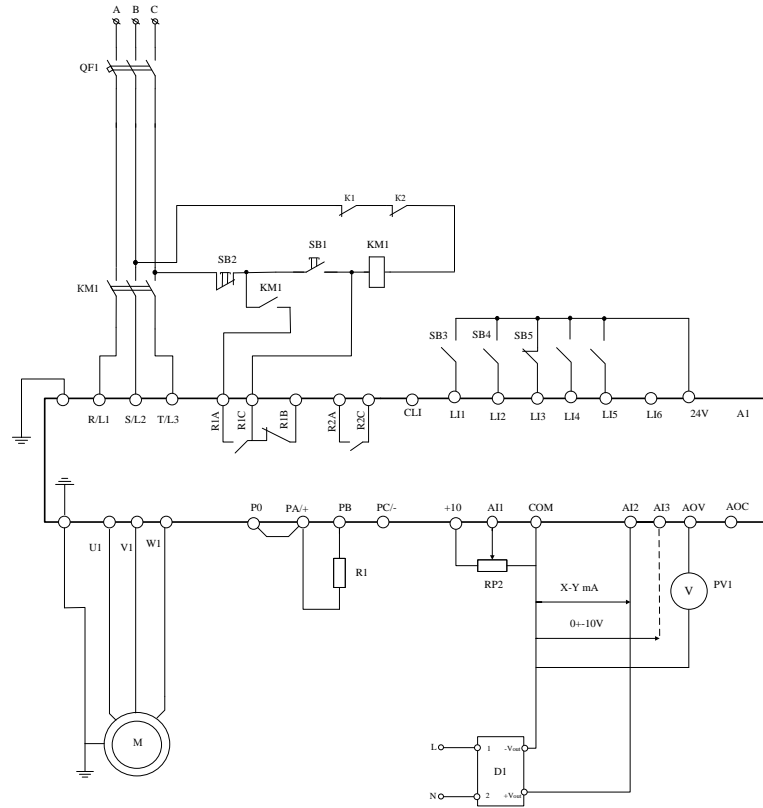
					08-16.МКР.007.00.000 Е2				
Зм	Лист	№ Докум	Підп.	Дата	Модернізація електропривода стрічкового конвеєра у умовах гранітного кар'єра. Схема електрична функціональна електропривода				
Розробив	Клибембе Д. А.			Літ.				Маса	Масш.
Перевірив	Проценка Д.П.			Аркуш				Аркушів	
Н.контр.					ВНТУ, гр. ЕПА-15м				
Затв.	Кутін В.М.								



Познач	Найменування	Кіл	Примітка
	Двигун		
M1	4A90L4Y3	1	
	Мікросхеми		
DA2	VHN125	1	
DD1-DD3	IR2101	3	Драйвер
DA3	L7805CV - 5V, 1.5A 12W	1	
DA4	L7812CV - 12V, 1.5A 12W	1	
DA1, DA5	LM138	2	
	Трансформатори		
TV1	ТСЗН-3.1.0.7-VX12	1	
TV2	V54AJ-19D3P7	1	
	Конденсатори		
C0	МБГО-2 - 25 мкФ - 400 В	1	
C1 - C5	X7R - 0.1 мкФ - 50 В	6	
C6-8	K53-19 - 33 мкФ - 16 В	3	
C9	K53-19 - 15 мкФ - 16 В	1	
C10	K-21-5 - 22 нФ - 125 В	1	
	Реле та контактори		
KM1	PM1-3	1	
	Резистори		
RP1	СП15 - 37 - 4.7кОм	1	Потенціометр
R2 - R3	SF-0635K - 4.7кОм	3	
R1	C2 - 22 - 10 кОм	1	
R4 - R9	C2 - 22 - 470 Ом	6	
R10-14	C2 - 22 - 120 Ом	5	
R15	C2 - 1 - 3.3 кОм	1	
R16,17	C2-1 - 10 - 10 кОм	2	
	Діоди та стабілітрони		
VD1-VD6	Д142-100-14	6	
VD7-VD12	1.5КЕ6V400СА	6	
U1, U2	SF14 - 1A - 400В	2	
U3	BR610 - 6A - 1000В	1	
VD13-VD18	1N5349В	3	
VD19, VD23	1N4822	5	
	Транзистори		
VT1-VT6	IRF-840	6	
	Автоматичний вимикач		
QF	S 201 - D6	1	
	Струмове реле		
KA	PT-СМ-45	1	
	Сенсори		
D1	ВКТ	1	
	Кнопки керування		
SB1	КУ-1	1	
SB2	КУТ-1	1	

08-16.МКР.007.00.000 Е3						Лист	Місяць	Рік
№	Вид	№ докум.	Вид	Дата	Модернізація електропривода стержневого когенера у умовах гратиного кари'єра. Схема електрична принципна електропривода	Архив	Архив	
Розробив	Кабачок Д.А.							
Перевірив	Кабачок Д.А.							
Наявир.								
Зроб.	Кучин В.М.							ВНТУ, гр. ЕПА-15м

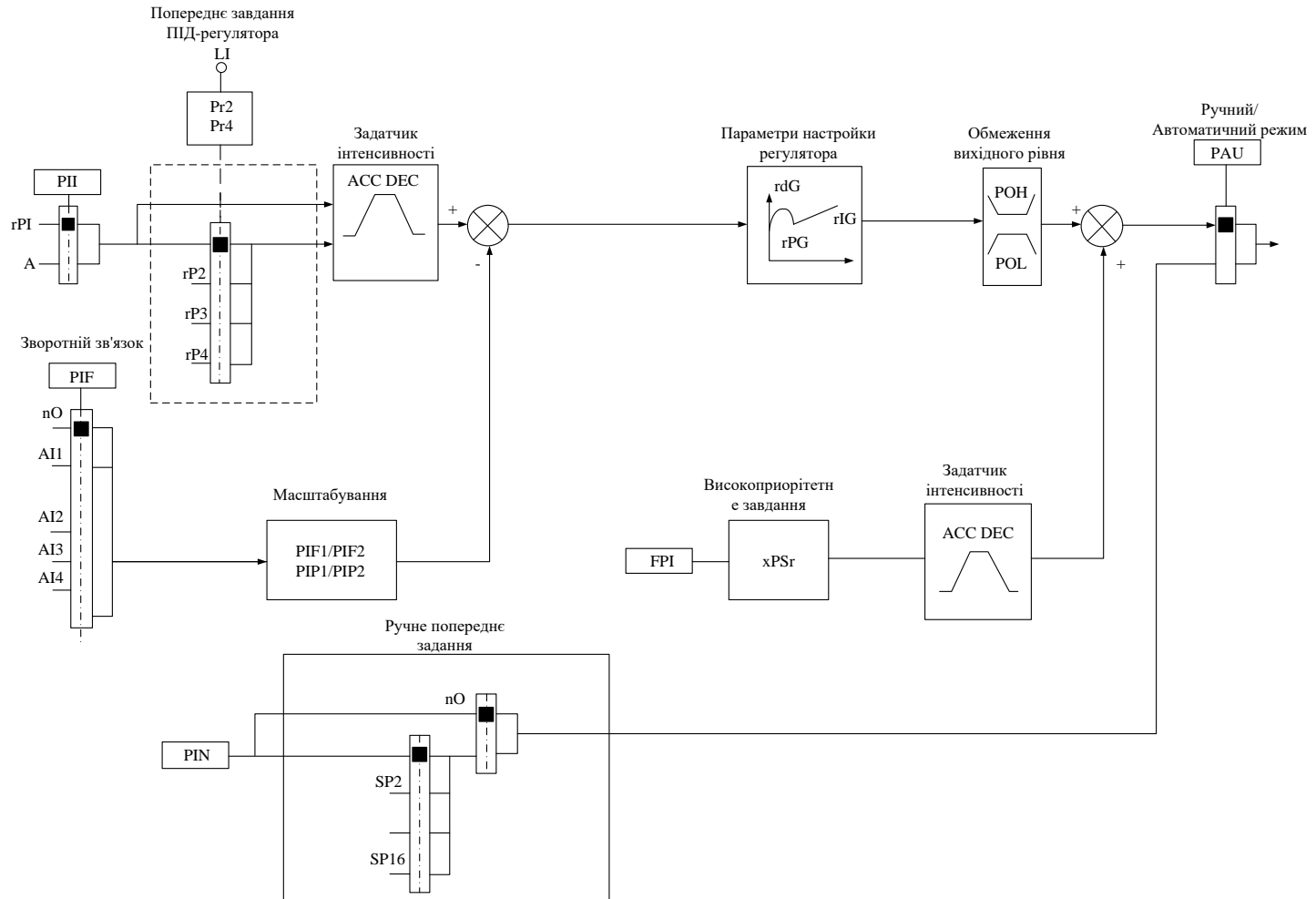
08-16.МКР.007.00.000 Е3



Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Частотний перетворювач		
A1	ATV71HU55N4	1	
	Тахогенератор		
BR	ПТ-42	1	
	Конденсатори		
C1	К - 21 - 5 - 10 нФ - 125 В	1	
	Реле та контактори		
KM1	LC1 D80M5	1	
	Резистори		
RP1	СН5 - 37 - 47 кОм	1	Потенціометр
RP2	KV16LNT-B5K-15KQ	1	Потенціометр
R1	VW3 A7 801-100 Ом	1	Газовий резистор
	Автоматичний вимикач		
QF1	NS100NMA100	1	
	Двигун		
M	4A90L4Y3	1	
	Кнопки керування		
SB1,3,4	KY-1	3	
SB5,2	KYT-1	2	
	Вимірвальні пристрої		
PV1	PMLCDL	1	

08-16.МКР.007.00.000 ЕЗ					
№	Дат.	№ Держ.	Підп.	Дат.	Модифікація схематриповода створюється за номером у з'явленні графічного набір/ри. Сфера схематрипови промислового схематриповода на базі Aliva71
Розробив	Кирило Д. А.				Лист
Перевірив	Олександр Д. А.				Місяц
Наказ.					Місяц
Зав.	Кучин В. М.				ВНТУ, пр. ЕПА-15м

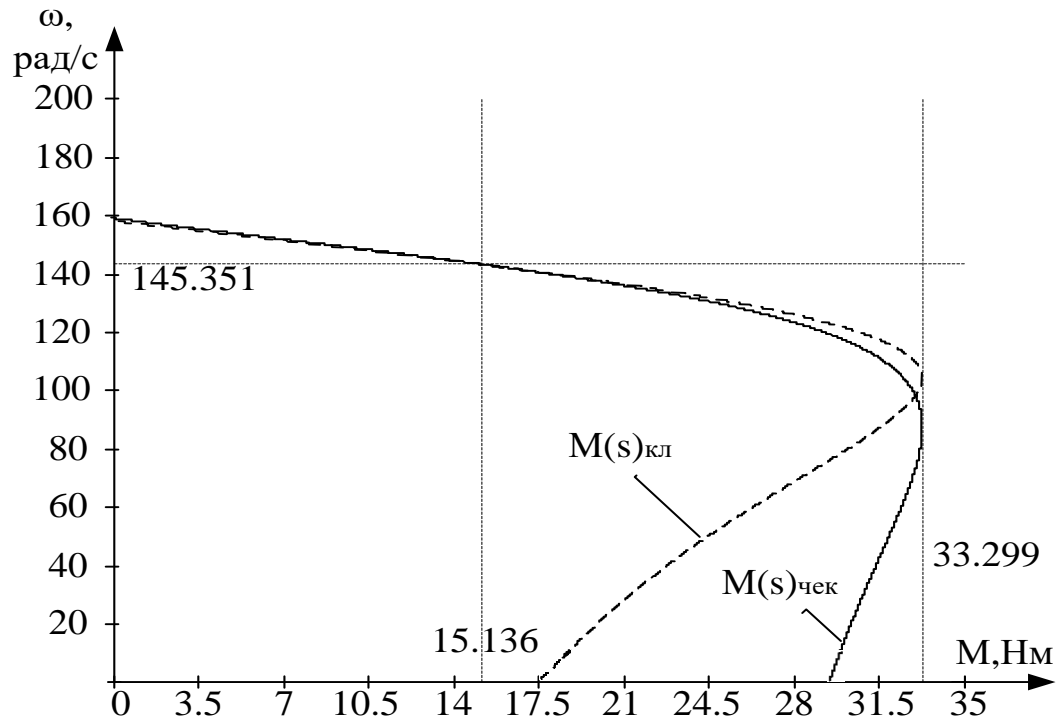
Настройка параметрів ПІД-регулятора частотного перетворювача Altivar 71



Розрахунок статичних характеристик електропривода

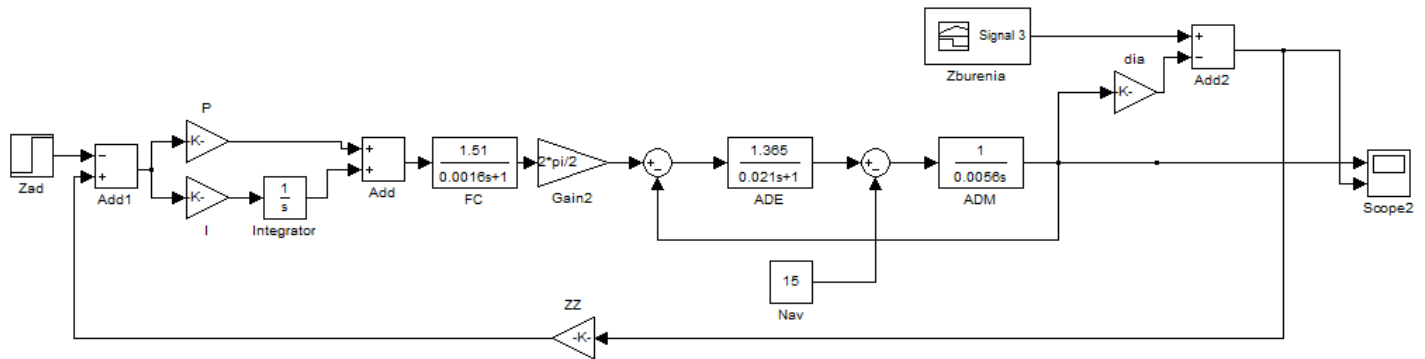
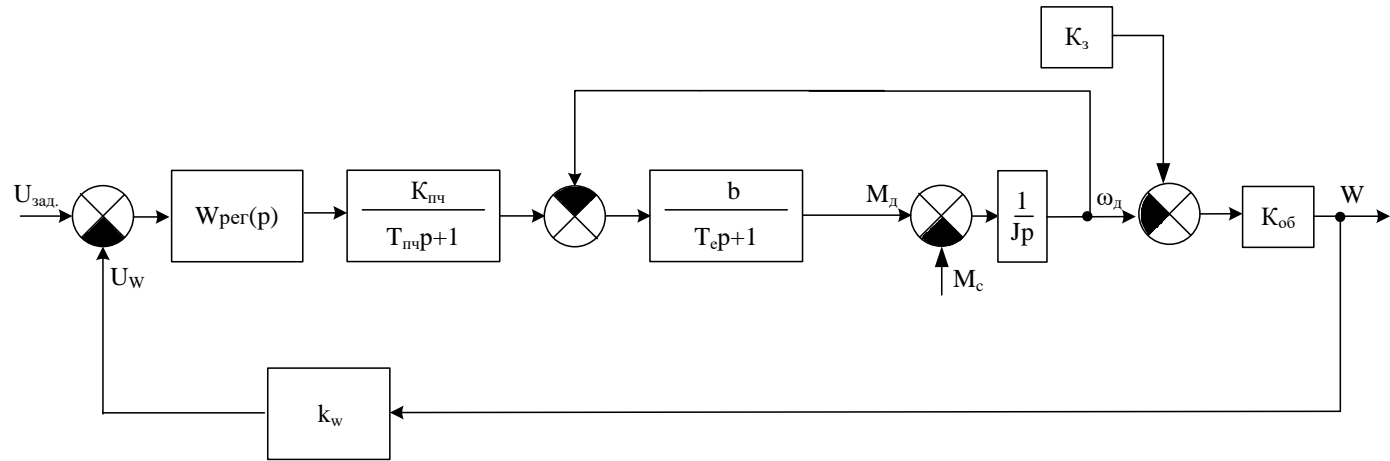
Технічні характеристики вибраного двигуна 4A90L4Y3

$P_{н},$ кВт	$U_{ном},$ В	$n_{ном},$ об/хв	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$n_{о},$ об/хв	$I_{ном},$ А	$\eta_{дв}$	$\cos\varphi$	$J_{ном},$ кг·м ²
2,2	380	1388	2,2	2	1,6	6	1500	5	0,8	0,83	0,0056

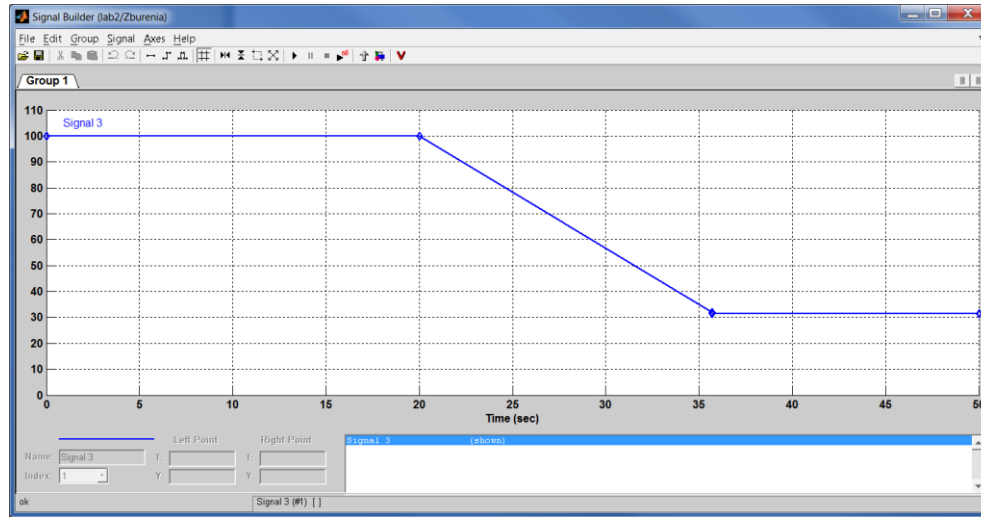


Механічна характеристика двигуна

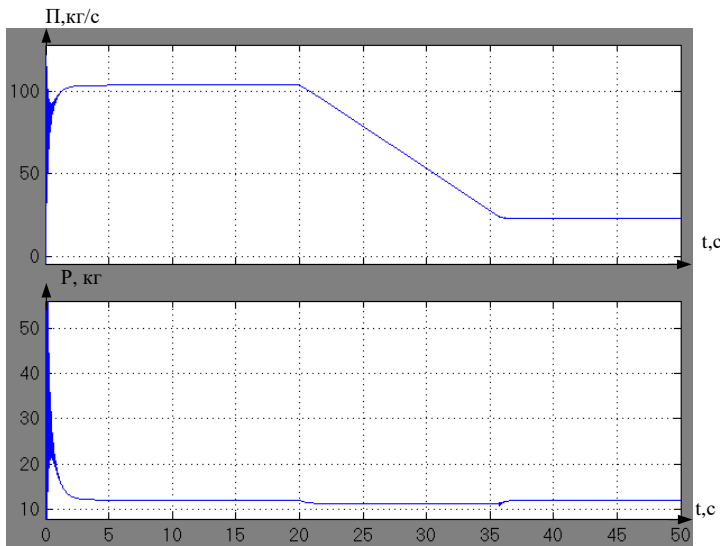
Структурна схема моделі системи електропривода в середовищі Matlab Simulink



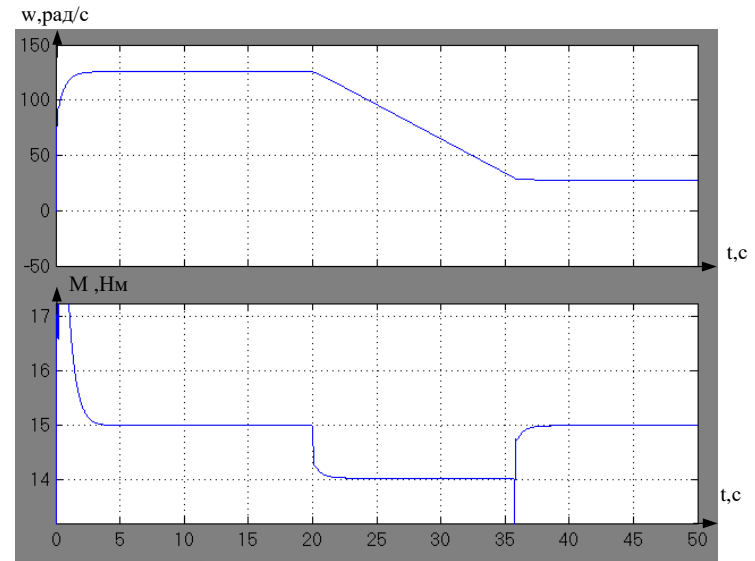
Результати моделювання системи електропривода



Графік продуктивності подачі матеріалу

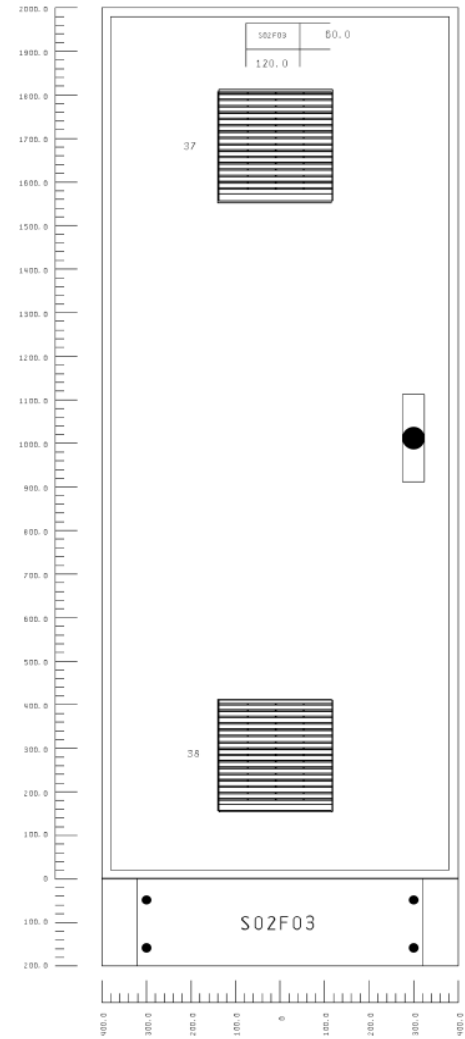
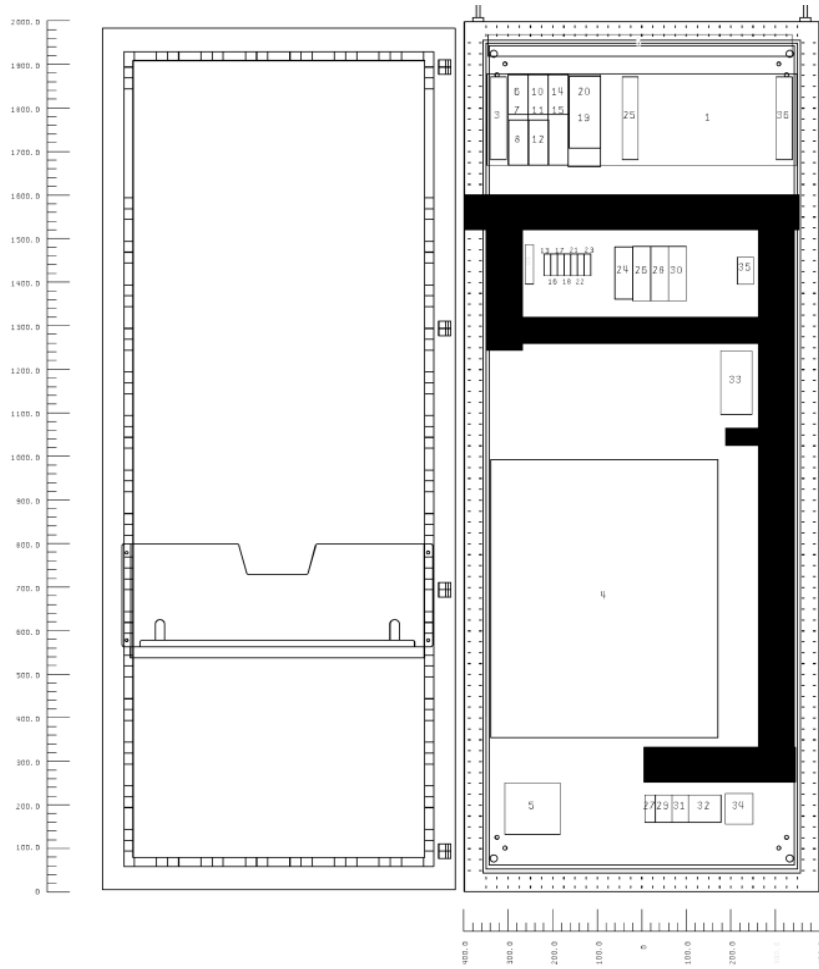


Графік зміни продуктивності подачі та ваги матеріалу на виході



Графік зміни швидкості та моменту приводного двигуна

Розміщення елементів в шафі керування конвеєром



Дослідна установка для визначення гармонійного складу електропривода з використанням трифазного перетворювача частоти

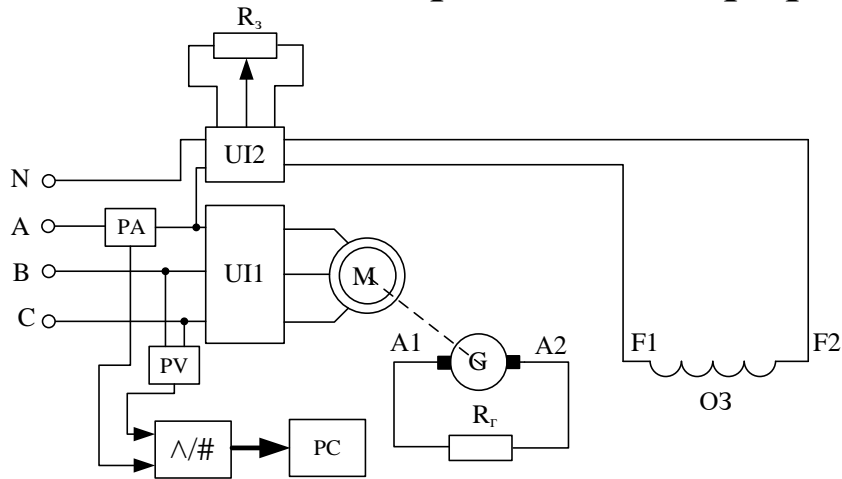


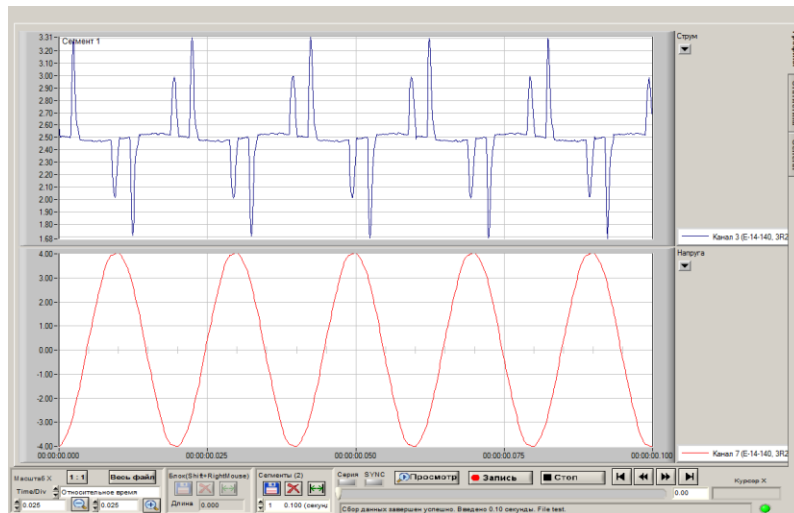
Схема дослідної установки для дослідження трифазного перетворювача частоти Altivar 71 (ATV71H075N4Z)

Технічні характеристики трифазного частотного перетворювача
ATV71H075N4Z

Параметр	Значення
Напруга живлення, В	380-480
Лінійний струм номінальний, А	3-3,7
Номінальна потужність, кВт	0,75
Максимальний перехідний струм, А	3,8
Діапазон вихідної частоти, Гц	0-1600
Номінальна частота ключів, Гц	4000
Маса, кг	3

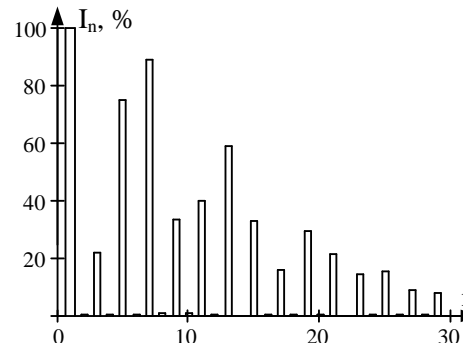
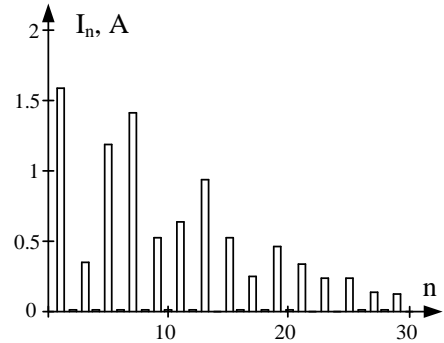
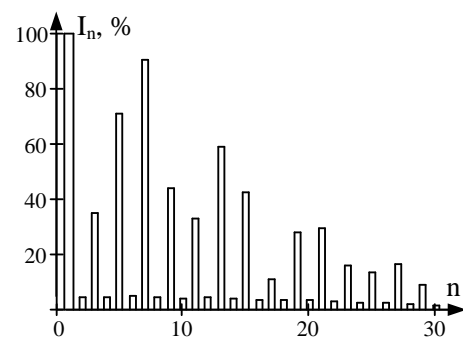
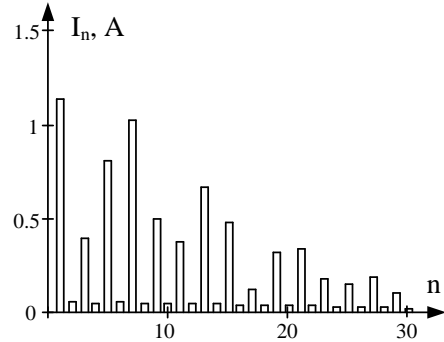
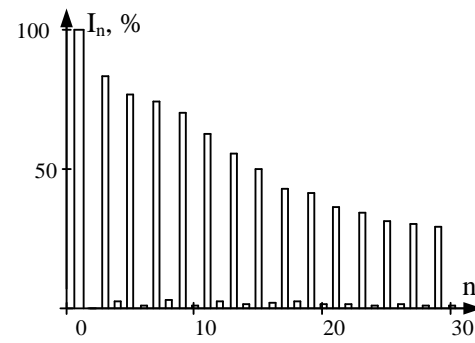
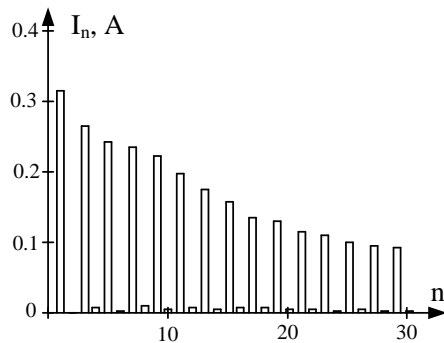
Паспортні дані досліджуваного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором АИР56В4У3

Параметр	Значення
Номінальна потужність P_n , Вт	180
Номінальна напруга живлення U_n , В	220/380
Номінальний струм статора I_n , А	1,087/0,629
Номінальна ТВ, %	100
Пусковий струм, I_p , А	2,5
Номінальна частота обертання n_n , об/хв	1372
Номінальний коефіцієнт потужності $\cos\phi_n$	0,68
Номінальний ККД, $\eta_{ном}$	0,64
Кратність максимального моменту M_{max}/M_n , Н·м	2
Кратність пускового моменту M_p/M_n , Н·м	1,62
Момент інерції ротора двигуна J_d , кг·м ²	0,036



Осцилограми струму та напруги перетворювача частоти в середовищі Lgraph2

Спектри струму електропривода з використанням трифазного перетворювача частоти



Спектр вхідного струму для режимів холостого ходу, номінального навантаження та перевантаження на 25%, трифазного перетворювача частоти Altivar 71, при вихідній частоті 50 Гц.

Дослідна установка для визначення гармонійного складу електропривода з використанням однофазного перетворювача частоти

Технічні характеристики однофазного частотного перетворювача ATV31C018M2

Напруга живлення, В	200-240
Лінійний струм номінальний, А	3-2,5
Номінальна потужність, кВт	0,18
Максимальний перехідний струм, А	2,3
Діапазон вихідної частоти, Гц	0,5-500
Номінальна частота ключів, Гц	4000
Маса, кг	1,6

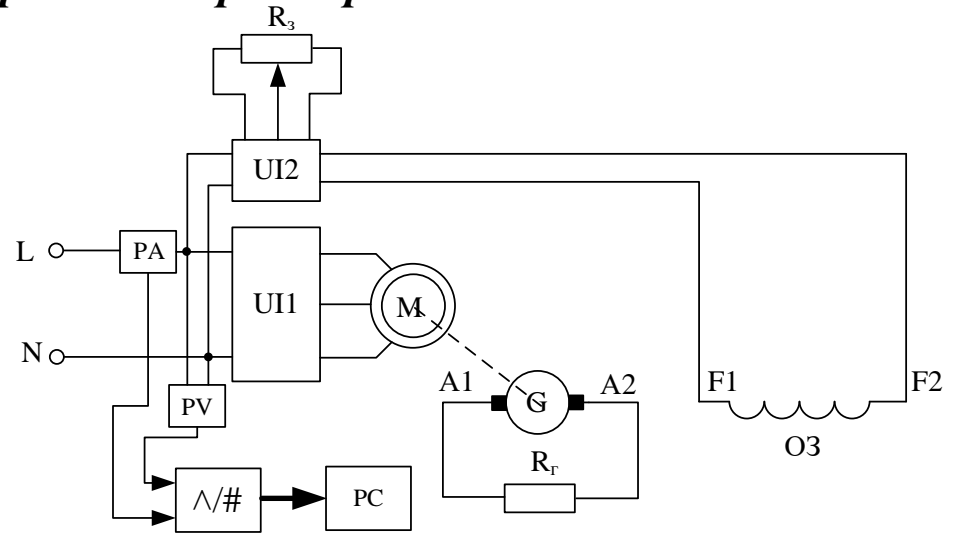


Схема дослідної установки для дослідження однофазного перетворювача частоти Altivar 31 (ATV31C018M2)

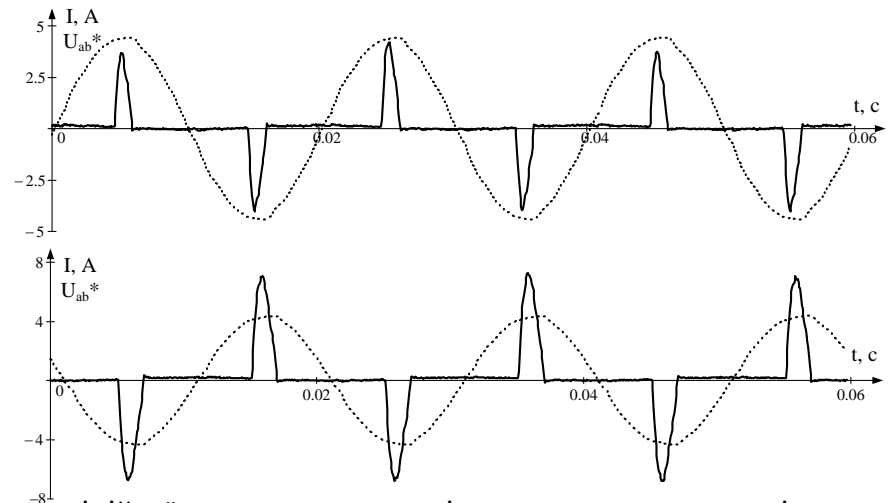
Розклад струму на гармонійні складові

$$F(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^K (a_k \cdot \cos(k\omega \cdot t) + b_k \cdot \sin(k\omega \cdot t))$$

$$a_0 = \frac{2}{m} \cdot \sum_{i=0}^{m-1} (R_i)$$

$$a_k = \frac{2}{m} \cdot \sum_{i=0}^{m-1} (R_i \cdot \cos(k \cdot i \cdot \Delta t))$$

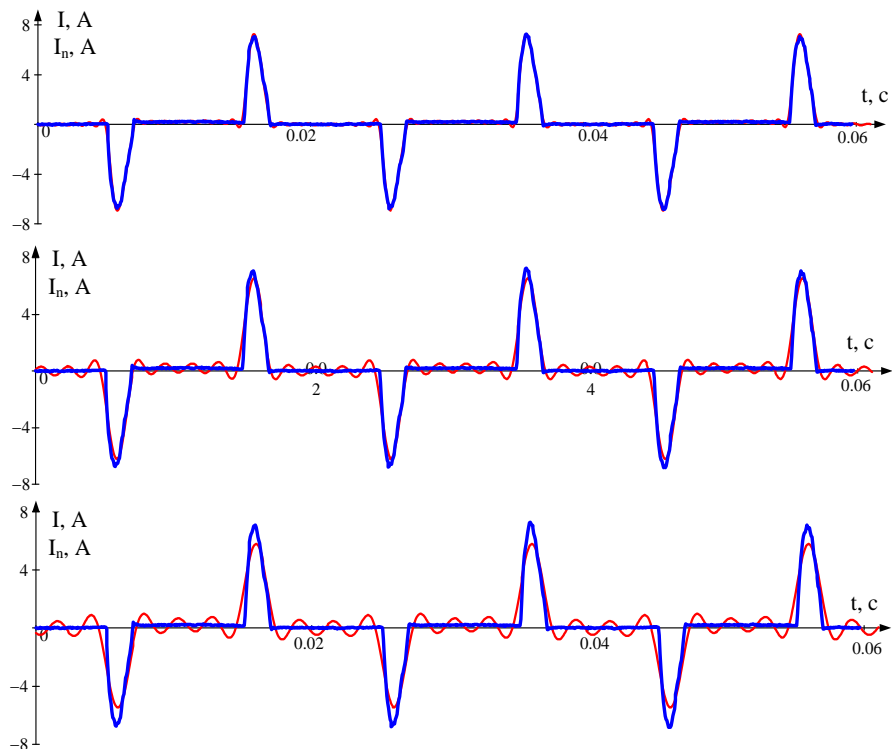
$$b_k = \frac{2}{m} \cdot \sum_{i=0}^{m-1} (R_i \cdot \sin(k \cdot i \cdot \Delta t))$$



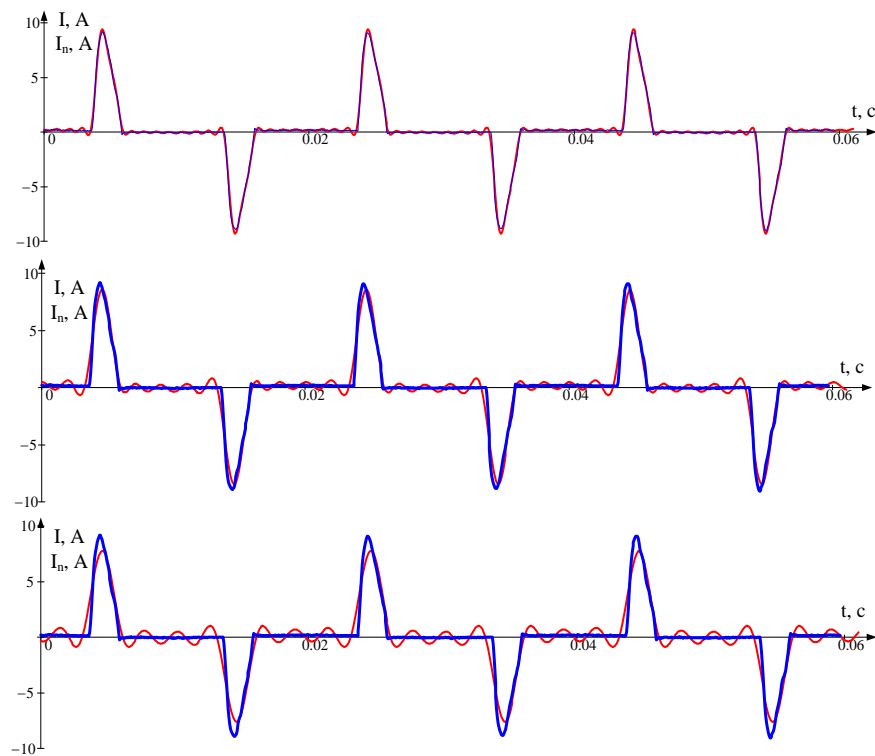
Графіки струму та лінійної напруги для режимів холостого ходу та номінального навантаження, однофазного перетворювача частоти Altivar 31 при частоті на виході

20 Гц

Розклад струму однофазного перетворювача частоти на гармонійні складові

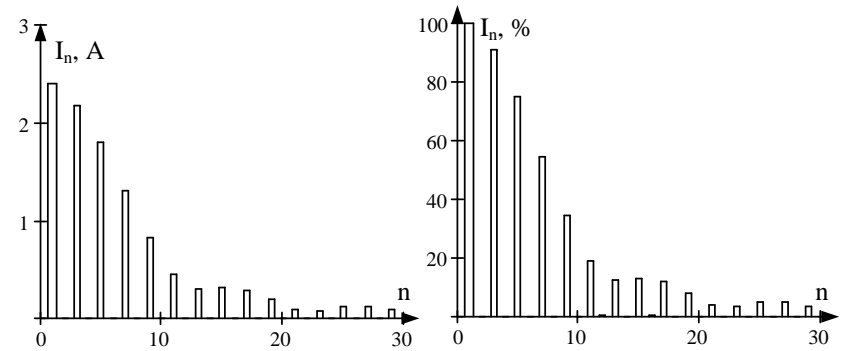
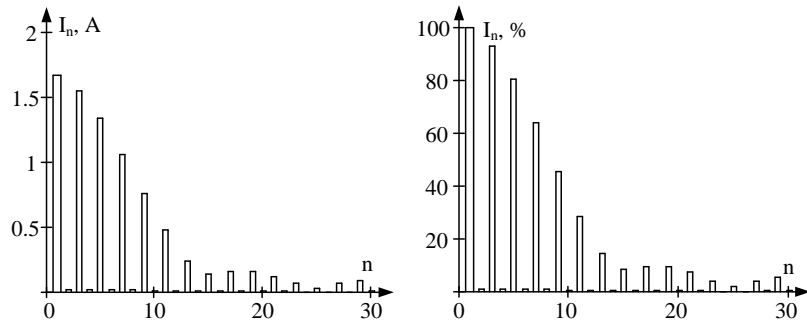
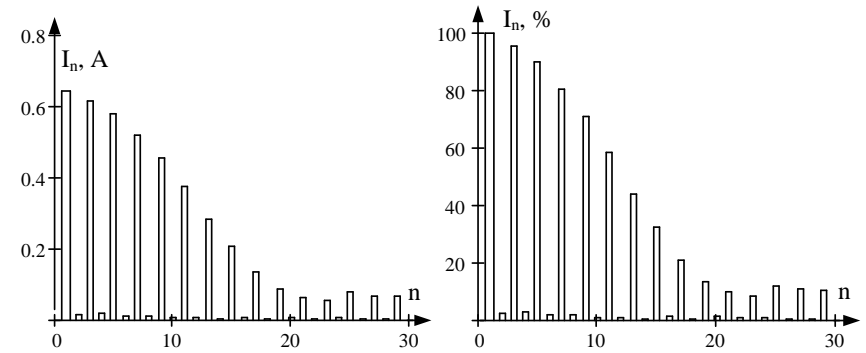
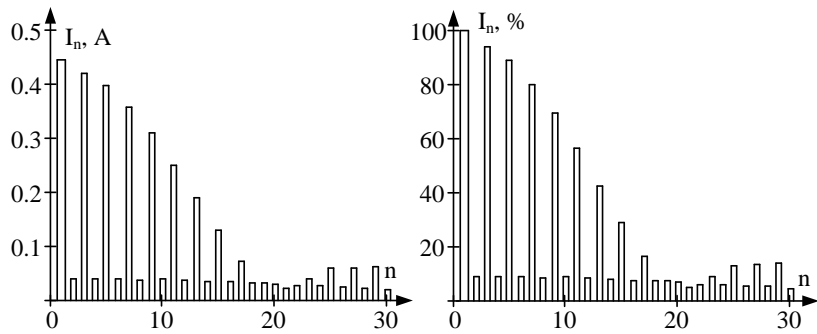


Графіки розкладу струму однофазного перетворювача частоти Altivar 31 для $K = 20$, $K = 10$, $K = 5$ відповідно при номінальному навантаженні та частоті на виході 20 Гц



Графіки розкладу струму однофазного перетворювача частоти Altivar 31 для $K = 20$, $K = 10$, $K = 5$ відповідно при номінальному навантаженні та частоті на виході 50 Гц

Спектри струму електропривода з використанням однофазного перетворювача частоти



Спектр вхідного струму для режимів холостого ходу та номінального навантаження однофазного перетворювача частоти Altivar 31, при вихідній частоті 20 Гц

Спектр вхідного струму для режимів холостого ходу та номінального навантаження однофазного перетворювача частоти Altivar 31, при вихідній частоті 50 Гц

Порівняння коефіцієнтів гармонійних спотворень трифазного і однофазного перетворювачів частоти

$$S = \sqrt{\sum_{h=2}^K \left(\frac{\sqrt{a_h^2 + b_h^2}}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}} \right)^2}$$

Коефіцієнт гармонійних спотворень трифазного частотного перетворювача ATV71H075N4Z

Режим АД	50Гц, β = 0%	50Гц, β=100%	50Гц, β=125%	25Гц, β=100%
THD	2,042	1,545	1,497	2,082

Коефіцієнт гармонійних спотворень однофазного частотного перетворювача ATV31C018M2

Режим АД	50Гц, β = 0%	50Гц, β=100%	20Гц, β=0%	20Гц, β=100%
THD	1,895	1,379	1,891	1,507

Розрахунок коефіцієнтів зниження пропускної можливості силових масляних трансформаторів при живленні нелінійних споживачів

Втрати в трансформаторі з врахуванням коефіцієнтів

Коефіцієнт збільшення втрат на вихрові струми ($K_{обм}$)

$$K_{обм} = \frac{P_{обм}}{P_{обм.ном}} = \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 \cdot n^2$$

Коефіцієнт втрат на потоки розсіювання ($K_{б}$)

$$K_{б} = \frac{P_{б}}{P_{б.ном}} = \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 \cdot n^{1,05}$$

Коефіцієнт додаткових втрат в трансформаторі ($K_{др}$).

$$K_{др} = \frac{P_{др}}{P_{др.ном}} = \sum_{n=1}^{n=n_{max}} \left(\frac{I_n}{I_{ном}} \right)^2 \cdot n^{0,8}$$

$$P_{нав} = P_{осн} + K_{обм} P_{обм} + K_{б} P_{б} + K_{др} P_{др}$$

Здійснимо перетворення в номінальному та в несинусоїдальному режимі

$$\begin{cases} P_{нав.ном} = I_{ном}^2 \cdot R \cdot (1 + P_{*обм.ном} + P_{*б.ном} + P_{*др.ном}) \\ P_{нав} = I^2 \cdot R \cdot (1 + K_{обм} P_{*обм.ном} + K_{б} P_{*б.ном} + K_{др} P_{*др.ном}) \end{cases}$$

$$\frac{I}{I_{ном}} = \sqrt{\frac{P_{нав.ном}}{1 + K_{обм} P_{*обм.ном} + K_{б} P_{*б.ном} + K_{др} P_{*др.ном}}}$$

Рівняння показує, на яку величину має бути знижено середньоквадратичне значення струму при наявності вищих гармонік струму відносно номінального струму трансформатора

Дякую за увагу!