

Перетворювач частоти типу AFC200 0,37 - 3,0 кВт

Однофазне живлення 230 В

Інструкція з експлуатації
Редакція 8.1



Перетворювач частоти
типу AFC200
0,37 - 3,0 кВт

Однофазне живлення 230 В

Інструкція з експлуатації

Редакція 8.1

Зміст

Технічні дані перетворювачів AFC200.....	7
1. Умови безпечного використання.....	10
1.1. Попередження.....	10
1.2. Загальні принципи.....	12
1.3. Перелік операцій.....	12
1.4. Утилізація.....	12
1.5. Умови навколишнього середовища.....	13
1.6. Обмеження відповідальності.....	13
2. Монтаж перетворювача частоти.....	15
2.1. Принципи безпеки.....	15
2.2. Встановлення перетворювача.....	17
2.3. Підключення силового кола.....	19
2.4. Підключення кіл керування.....	20
2.5. Застосування контакторів і вимикачів на виході перетворювача.....	21
3. Панель керування.....	23
4. Перший запуск.....	28
4.1. Підключення силового кола.....	28
4.2. Введення номінальних даних.....	28
5. Конфігурація перетворювача.....	29
5.1. Керування з панелі керування.....	30
5.2. Керування з клемної колодки.....	30
5.3. Формування динаміки привода.....	34
5.4. Робота в скалярних режимах U/f.....	34
5.5. Робота у векторному режимі.....	35
5.6. Аналогові входи.....	36
5.7. Аналоговий вихід.....	39
5.8. Робота з постійними швидкостями.....	41
5.9. Мотопотенціометр.....	44
5.10. Виключення частот.....	46
5.11. Блокування напрямку обертання двигуна.....	47
5.12. Тепловий захист двигуна - захист за лімітом I^2t	47
5.13. Робота з частотою понад 50 Гц.....	50
6. Регулятор PI.....	51
6.1. Увімкнення та конфігурація регулятора PI.....	51
7. Керування перетворювачем через інтерфейс RS-485.....	54
7.1. Параметри зв'язку через RS-485.....	55
7.2. Карта реєстрів, доступних через інтерфейс RS-485.....	56
7.3. Обслуговування помилок зв'язку.....	59
8. Аварії та попередження.....	59
8.1. Повідомлення про аварії та попередження, що відображаються на	

панелі керування.....	59
8.2. Скидання повідомлення про аварію.....	61
8.3. Журнал історії аварій.....	62
9. Відновлення заводських параметрів.....	62
10. Періодичне обслуговування.....	63
Додаток А – Таблиця параметрів перетворювача AFC200.....	65
Додаток В – Структура керування Start/Stop.....	80
Додаток С – Структура задавача частоти.....	81
Додаток D – Декларація Відповідності EU.....	82

Технічні дані перетворювачів AFC200

Таблиця 0.1. Загальні технічні дані перетворювачів частоти серії AFC200

Живлення	Напруга U_{in}	1-фазне: 230 В (-15%, +10%) / 45..66 Гц; на замовлення доступні інші рівні напруги
Вихід	Напруга	3-фазна: 0.. U_{in} [В]
	Частота	0,00..320,00 Гц – скалярний режим роботи 0,00..90,00 Гц – векторний режим роботи
	Роздільна здатність за частотою	0,01 Гц
Контролер	Модулятор	SVPWM
	Режими роботи	Скалярний: U/f (лінійний/квадратичний), Векторний безсенсорний
	Частота комутації	4/8/16 кГц
	Задавання швидкості обертання	Аналогові входи, панель керування, мотопотенціометр, регулятор PI, інтерфейс RS485. Роздільна здатність 0,1% для аналогових входів або 0,01 Гц / 1 об/хв для панелі керування та RS
Входи/ виходи керування	Аналогові входи	2 аналогові входи AI1 та AI2: AI1: режим напруги 0(2)..10 В, $R_{in} \geq 470 \text{ к}\Omega$; похибка 0,5% діапазону AI2: струмовий режим 0(4)..20 мА, $R_{in} = 500\Omega$; похибка 0,5% діапазону
	Цифрові входи	6 цифрових входів з гальванічною розв'язкою 0/(15..24) В, $R_{in} \geq 8 \text{ к}\Omega$
	Аналоговий вихід	1 струмовий вихід AO1: 0(4)..20 мА - конфігурація за допомогою параметрів, похибка 0,5% діапазону
	Цифрові виходи	2 релейні виходи (K1, K2) – комутаційна здатність: 250 В/1 А AC
Зв'язок	Роз'єми	RS-485 з оптичною розв'язкою
	Протокол зв'язку	MODBUS RTU. Функція 3 (Read Register); Функція 6 (Write Register)
	Швидкість передачі	9600 або 19200 біт/с
	Можливості	Дистанційне керування роботою та програмування всіх параметрів перетворювача

Спеціальні функції	Регулятор PI	Вибір джерела задавача та джерела сигналу зворотного зв'язку, можливість інверсії сигналу похибки, функція скидання виходу на STOP, обмеження вихідного значення
	Відновлення заводських параметрів	Можливість швидкого відновлення заводських параметрів перетворювача
Захисти	Від короткого замикання	Коротке замикання на виході системи
	Від надструму	Миттєве значення $3,5 I_{n1}$; діюче значення $2,5 I_n$
	Тепловий захист перетворювача	Датчик температури радіатора
	Тепловий захист двигуна	Ліміт I^2t
	Контроль зв'язку через RS-485	Налаштовуваний допустимий час втрати зв'язку
	Контроль аналогових входів	Перевірка відсутності «живого нуля» в режимах 2..10 В і 4..20 мА

Таблиця 0.2. Технічні дані перетворювачів частоти серії AFC200 залежно від потужності

Тип виконання: AFC200/...	Навантаження з постійним моментом (допустиме перевантаження $= 1.5 I_n$)		Навантаження зі змінним моментом (допустиме перевантаження $= 1.1 I_{n2}$) ¹⁾		I_p [A]
	P_n [кВт]	I_n [A]	P_{n2} [кВт]	I_{n2} [A]	
0,37 кВт	0.37	2,2	0,55	3,0	3,3
0,55 кВт	0,55	3,0	0,75	4,0	4,5
0,75 кВт	0.75	4,0	1,1	5,5	6,0
1,1 кВт	1,1	5,5	1,5	7,0	8,3
1,5 кВт	1,5	7,0	2,2	9,5	10,5
2,2 кВт	2,2	9,5	3,0	13,0	14,5
3,0 кВт	3,0 ^{*)}	13,0 ^{*)}	3,0	13,0	14,5

P_n – номінальна потужність за допустимого струму перевантаження I_p , що становить $\sim 1.5 I_n$

I_n – номінальний вихідний струм для потужності P_n

P_{n2} – номінальна потужність за допустимого струму перевантаження I_p , що становить $\sim 1.1 I_{n2}$ (насоси, вентилятори)

I_{n2} – номінальний вихідний струм для потужності P_{n2}

I_p – вихідний струм перевантаження: протягом 60 секунд кожні 10 хвилин

***) Увага:** перетворювач AFC200/3,0 кВт призначений для вентиляторних/насосних застосувань і **не може навантажуватися струмом, більшим за $1.1 I_n$.**

1) Для температури довкілля $< 35^\circ\text{C}$

1. Умови безпечного використання

Нехтування цими вказівками може призвести до тяжких травм або загибелі персоналу чи до пошкодження пристрою.

1.1. Попередження

Неправильний монтаж або експлуатація перетворювача частоти AFC200 може становити загрозу життю та здоров'ю людей або призвести до незворотного пошкодження пристрою.



НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

- Монтаж, експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт пристрою може виконувати виключно належно навчений персонал, який має необхідні допуски.
- Перед подачею напруги живлення слід переконаватися, що перетворювач змонтовано правильно і встановлено всі елементи корпусу.
- Забороняється торкатися напругових клем перетворювача, увімкненого в мережу.
- Після підключення перетворювача до напруги живлення внутрішні елементи системи (крім клем керування) перебувають під потенціалом мережі. Дотик до цих елементів загрожує ураженням електричним струмом.
- При підключенні перетворювача до напруги живлення на його вихідних клеммах U, V, W з'являється небезпечна напруга навіть тоді, коли двигун не працює.
- Кола керування із зовнішнім живленням можуть спричиняти появу небезпечних напруг навіть тоді, коли основне живлення перетворювача вимкнено.
- Після відключення перетворювача від напруги живлення в перетворювачі зберігаються небезпечні напруги протягом щонайменше 5 хв.
- Забороняється вносити будь-які зміни в підключення, коли перетворювач підключено до напруги живлення.
- Перед початком робіт на перетворювачі, кабелі двигуна або двигуні слід зачекати щонайменше 5 хвилин після відключення живлення і переконаватися, що на з'єднувальних клеммах немає небезпечної напруги.

Увага: відсутність напруги на з'єднувальних клеммах не означає відсутності небезпечної напруги у внутрішньому колі постійного

- струму перетворювача.
- Перетворювач не пристосований до встановлення у легкозаймистому/вибухонебезпечному середовищі, оскільки може стати причиною пожежі/вибуху.

1.2. Загальні принципи

- Не підключати напругу живлення до вихідних клем U, V, W.
- Не випробовувати електричну міцність жодного з елементів пристрою.
- Перед початком вимірювання опору ізоляції кабелів слід від'єднати їх від перетворювача.
- Не виконувати самостійного ремонту перетворювача. Будь-який ремонт може виконувати лише авторизований сервіс виробника. Виявлення спроб ремонту призводить до втрати гарантії.
- Не підключати до вихідних (двигунних) кабелів батарей конденсаторів для покращення cos ϕ .
- Напругу на вихідних клеммах U, V, W слід вимірювати електромагнітним вольтметром (*вимірювання цифровим вольтметром без фільтра нижніх частот буде неправильним*).
- Перетворювач не пристосований до роботи з циклічно вмиканою/вимиканою напругою живлення. Не слід вмикати напругу живлення частіше ніж раз на 5 хвилин, оскільки це призведе до пошкодження перетворювача.

1.3. Перелік операцій

Окремі операції, що виконуються під час монтажу та першого запуску привода

✓	Після розпакування візуально перевірити, чи пристрій не був пошкоджений під час транспортування.
✓	Перевірити, чи постачання відповідає замовленню – перевірити заводську табличку.
✓	Перевірити, чи середовище встановлення відповідає робочому середовищу перетворювача (розділ 1.5).
✓	Монтаж перетворювача виконати згідно з розділом 2 із дотриманням принципів безпеки та принципів ЕМС.
✓	Виконати конфігурацію перетворювача згідно з розділами 4 і 5.

1.4. Утилізація

Обладнання, що містить електричні та електронні компоненти, не можна викидати в контейнери для побутових відходів. Таке обладнання слід відокремлювати від інших відходів і передавати на утилізацію разом з електричними та



електронними відходами згідно з чинними місцевими нормами.

1.5. Умови навколишнього середовища

Ступінь забруднення

Під час проектування прийнято 2-й ступінь забруднення, за якого зазвичай наявні лише непровідні забруднення. Проте час від часу очікується тимчасова провідність, спричинена конденсацією, коли перетворювач не працює.

Якщо робоче середовище перетворювача міститиме забруднення, які можуть впливати на безпеку його роботи, монтажник повинен вжити належних заходів, застосувавши, наприклад, додаткові корпуси, повітряні канали, фільтри тощо.

Кліматичні умови

Таблиця 1.1. Кліматичні умови встановлення: вимоги

	Місце встановлення	Під час зберігання	Під час транспорту- вання
Температура	від -10°C до +50°C ¹⁾	-25°C до +55°C	-25°C до +70°C
	У захисній упаковці		
Відносна вологість	від 5% до 95%	від 5% до 95%	Макс. 95%
	Незначна короткочасна конденсація може періодично виникати ззовні корпусу лише тоді, коли перетворювач не працює.		
Тиск повітря	від 86 кПа до 106 кПа	від 86 кПа до 106 кПа	від 70 кПа до 106 кПа

1.6. Обмеження відповідальності

- Користувач зобов'язаний ознайомитися з інформацією, наведеною в цій Інструкції, перед початком експлуатації пристрою.
- Попри всі докладені зусилля та належну ретельність TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o. не гарантує, що опубліковані дані не містять помилок. Уся наведена інформація може бути змінена без попередження.
- Логотип TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o. є зареєстрованим товарним знаком компанії TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o.
- У разі будь-яких сумнівів або потреби в додатковій інформації

1) Для номінального навантаження прийнято 40°C, проте за менших навантажень допускаються вищі температури.

просимо звертатися до нас.

2. Монтаж перетворювача частоти

2.1. Принципи безпеки

Захисні з'єднання

Захист при непрямому дотику полягає в автоматичному вимкненні живлення відповідним захистом від короткого замикання (або пристроєм захисного вимкнення) чи в обмеженні напруг дотику до рівня, що не перевищує допустимих значень, у разі пошкодження основної ізоляції.

Замикання на землю у вихідному колі перетворювача через дію проміжного кола може не бути виявлене захистом від короткого замикання. Перетворювач має захист від міжполюсних замикань і замикань на землю на виході, але цей захист ґрунтується на переведенні транзисторів IGBT у стан блокування, що не відповідає вимогам захисту від ураження струмом. З цих причин для забезпечення безпеки персоналу слід належним чином виконати місцеві захисні з'єднання.

У перетворювачі передбачено відповідно позначені та захищені від корозії засоби для приєднання захисних провідників.

Захисти

Перетворювач оснащено захистами: від перевантаження двигуна, тепловим захистом двигуна (ліміт I^2t), від надто низької або надто високої напруги в проміжному колі перетворювача, від короткого замикання на виході перетворювача (він захищає лише перетворювач!).

Застосування пристрою захисного вимкнення для захисту від ураження струмом може виявитися невігідним через його непотрібні спрацювання, спричинені перехідним або постійним струмом витоку привода, що працює в нормальних умовах. У разі застосування пристрою захисного вимкнення, з огляду на різний характер диференційного струму, допускаються лише пристрої типу В.

Вимикальний пристрій

Для виконання вимог Директиви Європейського Союзу, згідно з PN-EN 60204-1:2010, привод, що складається з перетворювача та електричної машини, повинен бути оснащений пристроєм відключення живлення. Таким пристроєм має бути один із наведених нижче:

- роз'єднувач навантаження (із запобіжниками або без), категорія застосування AC-23B, що відповідає вимогам EN 60947-3,
- роз'єднувач (із запобіжниками або без), який забезпечує відключення кола навантаження перед розмиканням головних контактів, що відповідає вимогам EN 60947-3,
- автоматичний вимикач згідно з EN 60947-2.

Виконання цієї вимоги покладається на монтажника.

Аварійна зупинка

Для виконання вимог Директиви Європейського Союзу, згідно з PN-EN 60204-1:2010, з огляду на безпеку персоналу та обладнання слід застосувати вимикач аварійної зупинки, дія якого має перевагу перед іншими функціями незалежно від режиму роботи. Клавішу STOP на панелі оператора перетворювача не можна вважати вимикачем аварійної зупинки, оскільки вона не відключає живлення від привода.

Виконання цієї вимоги покладається на монтажника.

Корпус

Корпус відповідає вимогам ступеня захисту IP20. Поверхня, на якій розміщено панель оператора перетворювача, відповідає вимогам ступеня захисту IP40. Корпус спроектовано так, що зняти його без застосування інструментів неможливо.

Розрядження конденсаторів

У проміжному колі перетворювача міститься батарея конденсаторів відносно великої ємності. Попри вимкнення живлення перетворювача на клеммах може певний час зберігатися небезпечна напруга. Потрібно зачекати 5 хв. перед виконанням комутаційних дій на силовій колодці перетворювача. Попередження про небезпечну напругу продубльовано також на кожусі клемної колодки.

2.2. Встановлення перетворювача

Для забезпечення належного проходження повітря перетворювач слід монтувати вертикально, залишаючи вільний простір навколо пристрою: щонайменше 10 см зверху та знизу і 3 см з обох боків.

Розміри перетворювачів AFC200 наведено в таблиці 2.1.

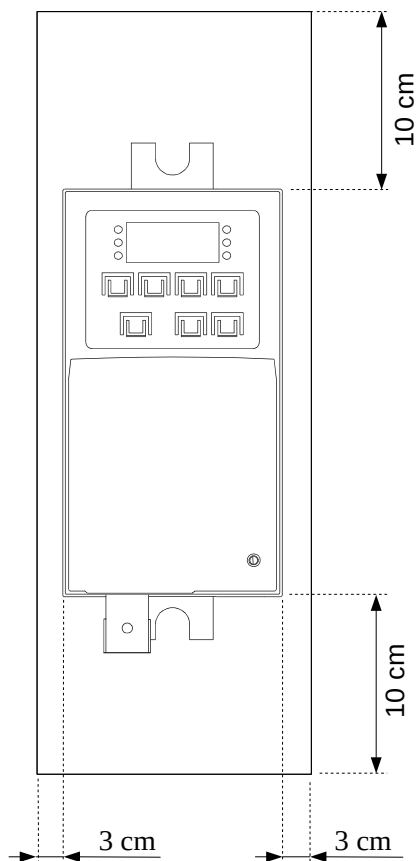


Рис. 2.1. Необхідний вільний простір навколо змонтованого перетворювача

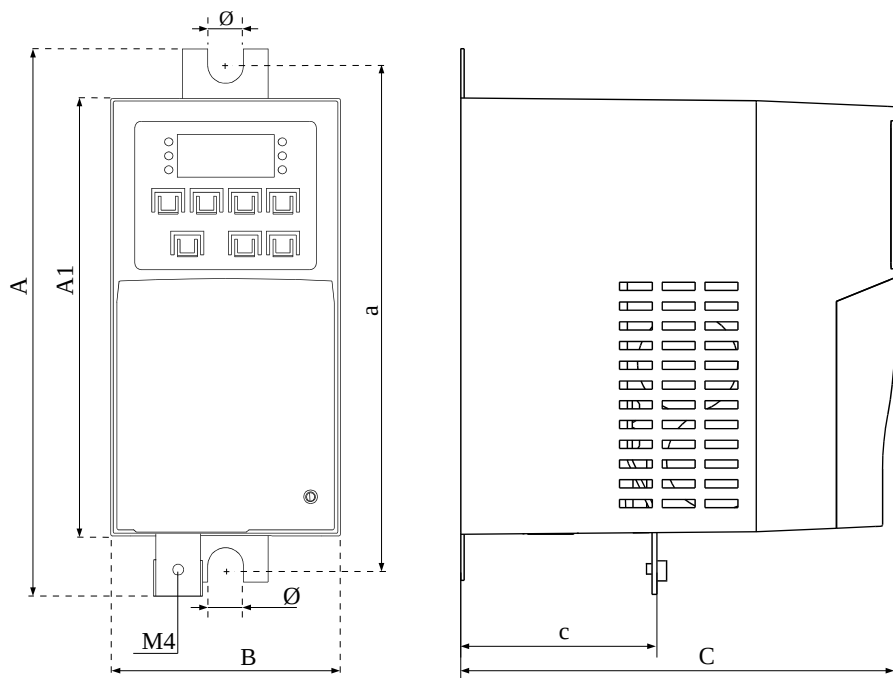


Рис. 2.2. Розміри перетворювачів AFC200

Таблиця 2.1. Розміри перетворювачів AFC200

Потужність виконання: AFC200/...	Розміри [мм]							Маса [кг]
	A	A1	a	B	C	c	Ø	
0,37 кВт	168	134	151	70	133	60	7	0,80
0,55 кВт								0,80
0,75 кВт								0,80
1,1 кВт								0,85
1,5 кВт	195	162	174	73	169	74	7	1,30
2,2 кВт								1,35
3,0 кВт								1,40

2.3. Підключення силового кола

- Перетворювач частоти AFC200 живиться однофазною змінною напругою 230 В, 50 Гц.
- Перетворювач із двигуном слід з'єднати якомога коротшим симетричним екранованим кабелем.
- Забороняється застосовувати контактори та вимикачі з вихідного боку перетворювача, які розмикали б коло під час роботи – див. розд. 2.5.
- На рис. 2.3 показано схему силових з'єднань.

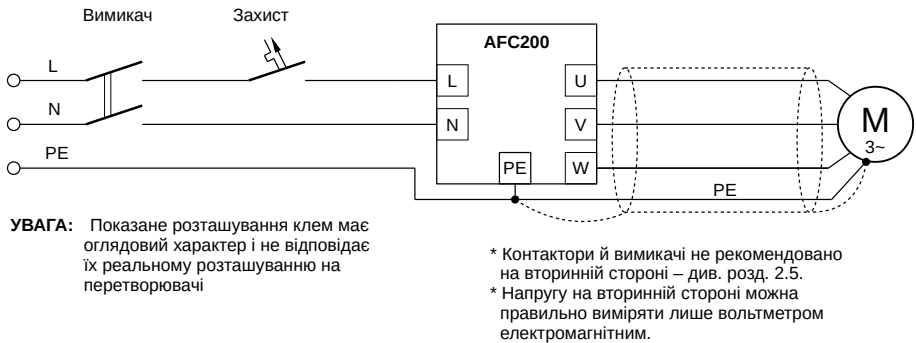


Рис. 2.3. Підключення силових кіл до перетворювача AFC200

Під час добору перерізів силових провідників можна скористатися таблицею 2.2. **Остаточний добір перерізів провідників має відповідати чинним нормам.**

Таблиця 2.2. Перерізи провідників, дібрані за тривалою допустимою струмовою навантажуваністю згідно з PN-IEC 60364-5-523:2001 для багатожильних провідників Си PVC, прокладених у трубах або кабель-каналах на стіні, у стіні чи в підлозі; розрахункова температура довкілля: 25° С.

AFC200/...	I_{BX} [A]	I_3 [A]	L,N,PE [мм ²]	U,V,W,PE [мм ²]
0,37 кВт	4,5	6	3 x 1,5	4 x 1,5
0,55 кВт	6,9	10	3 x 1,5	4 x 1,5
0,75 кВт	8,9	10	3 x 1,5	4 x 1,5
1,1 кВт	13,5	16	3 x 1,5	4 x 1,5
1,5 кВт	17,7	20	3 x 2,5	4 x 1,5
2,2 кВт	28,8	32	3 x 4,0	4 x 2,5
3,0 кВт	28,8	32	3 x 4,0	4 x 2,5

I_{BX} – найбільше діюче значення вхідного струму

I_3 – найбільший допустимий номінальний струм захисту; захистом може бути плавкий запобіжник gG або автоматичний вимикач типу «В».

2.4. Підключення кіл керування

На рис. 2.4 показано вигляд клемних колодок блока керування перетворювача разом зі спрощеною внутрішньою блок-схемою. У таблицях 2.3 та 2.4 описано функції окремих клем.

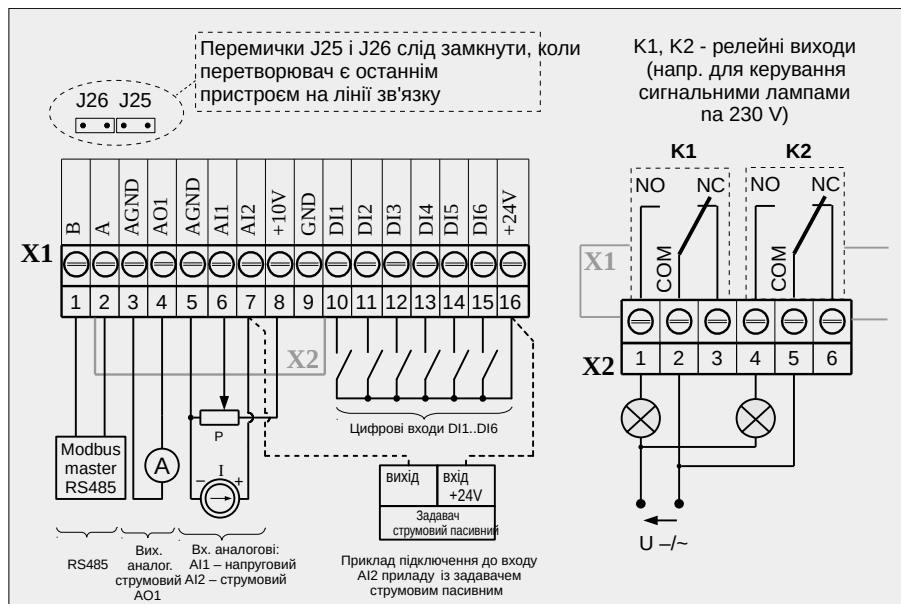


Рис. 2.4. Вигляд клемних колодок системи керування (X1, X2) та приклад конфігурації з'єднань

Таблиця 2.3. Клемна колодка керування X1

Номер клеми	Назва клеми	Опис	Примітки
X1:1	B	Інтерфейс RS-485, лінія B	Термінатор/bias вмикаються перемичками J25/J26
X1:2	A	Інтерфейс RS-485, лінія A	те саме
X1:3	AGND	Земля аналогових сигналів (Analog Ground)	Слід використовувати виключно для підключення сигналів аналогових входів/виходів
X1:4	AO1	Аналоговий вихід 1 (струмовий режим)	

Номер клеми	Назва клеми	Опис	Примітки
X1:5	AGND	Земля аналогових сигналів (Analog Ground)	Слід використовувати виключно для підключення сигналів аналогових входів/виходів
X1:6	AI1	Аналоговий вхід 1 (режим напруги)	Вхідний імпеданс: 470 кОм
X1:7	AI2	Аналоговий вхід 2 (струмовий режим)	Вхідний імпеданс: = 500 Ом
X1:8	+10V	Живлення зовнішніх схем, напр. потенціометра задавача	Навантажувальна здатність джерела: 100 мА
X1:9	GND	Земля цифрових сигналів	
X1:10	DI1	Цифровий вхід 1	Вхідний імпеданс: 8 кОм
X1:11	DI2	Цифровий вхід 2	те саме
X1:12	DI3	Цифровий вхід 3	те саме
X1:13	DI4	Цифровий вхід 4	те саме
X1:14	DI5	Цифровий вхід 5	те саме
X1:15	DI6	Цифровий вхід 6	те саме
X1:16	+24V	Живлення цифрових входів і зовнішніх схем	Навантажувальна здатність джерела: 200 мА

Таблиця 2.4. Клемна колодка керування X2

Номер клеми	Назва клеми	Опис	Примітки
X2:1	K1 (NO)	Релейний вихід K1, контакт NO (нормально розімкнений)	Навантажувальна здатність контактів: 1 А / 250 В АС
X2:2	K1 (COM)	Релейний вихід K1, контакт COM (спільний)	те саме
X2:3	K1 (NC)	Релейний вихід K1, контакт NC (нормально замкнений)	те саме
X2:4	K2 (NO)	Релейний вихід K2, контакт NO (нормально розімкнений)	те саме
X2:5	K2 (COM)	Релейний вихід K2, контакт COM (спільний)	те саме
X2:6	K2 (NC)	Релейний вихід K2, контакт NC (нормально замкнений)	те саме

Увага:

Провідники кіл керування слід прокладати окремо від провідників силового кола.

2.5. Застосування контакторів і вимикачів на виході

перетворювача

Якщо є потреба застосовувати контактори або вимикачі між перетворювачем і двигуном, то перемикання контактора (вимикача) слід безумовно(!) виконувати в знеструмленому стані, коли перетворювач зупинено (стан STOP). Інакше станеться пошкодження перетворювача, на яке не поширюється гарантія.

3. Панель керування

На рис. 3.1 показано вигляд панелі керування перетворювача разом з описом окремих функцій кнопок і дисплея.



Рис. 3.1. Панель керування, основні функції кнопок і дисплея

Панель керування слугує для постійного перегляду величин процесу (напр. вихідної частоти, струму двигуна), контролю роботи системи (START / STOP, зміна значення задавача, скидання повідомлення про аварію), а також для перегляду та зміни параметрів перетворювача. Панель оснащено світлодіодним дисплеєм. Після ввімкнення системи в мережу панель керування вмикається в Основному режимі.

Функції кнопок, перемикання режимів панелі та спосіб зміни відображуваних на панелі значень схематично показано на рис. 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

Параметри групи 0 (лише для читання) дають змогу переглядати змінні процесу, зокрема поточні вихідні струми перетворювача, температуру радіатора, стан входів, виходів та інші важливі параметри перетворювача.

Параметри, розміщені в наступних групах, відповідають за:

- група 1: конфігурація привода,
- група 2: задавачі та керування,
- група 3: аварії,
- група 4: коди доступу, налаштування зв'язку RS та дисплея.

Редагування будь-якого параметра з груп 1...4 виконується за схемою, наведеною на рис. 3.3.

Схема роботи з панеллю керування

Увімкнення системи в мережу

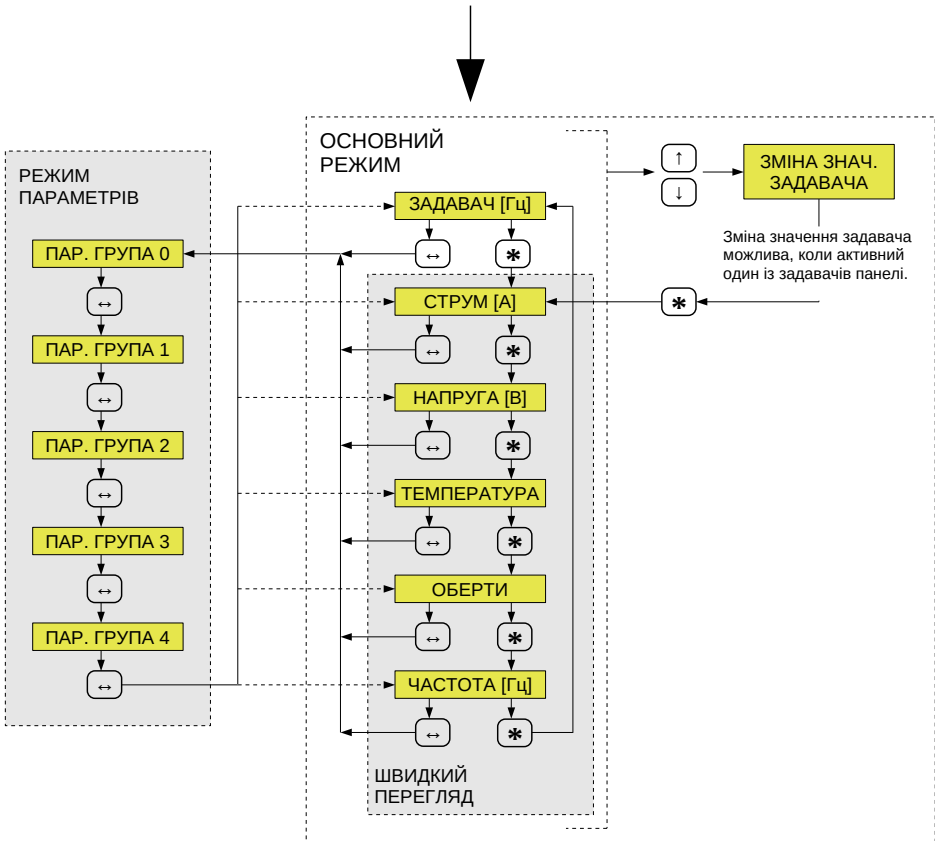


Рис. 3.2. Схема роботи з панеллю керування

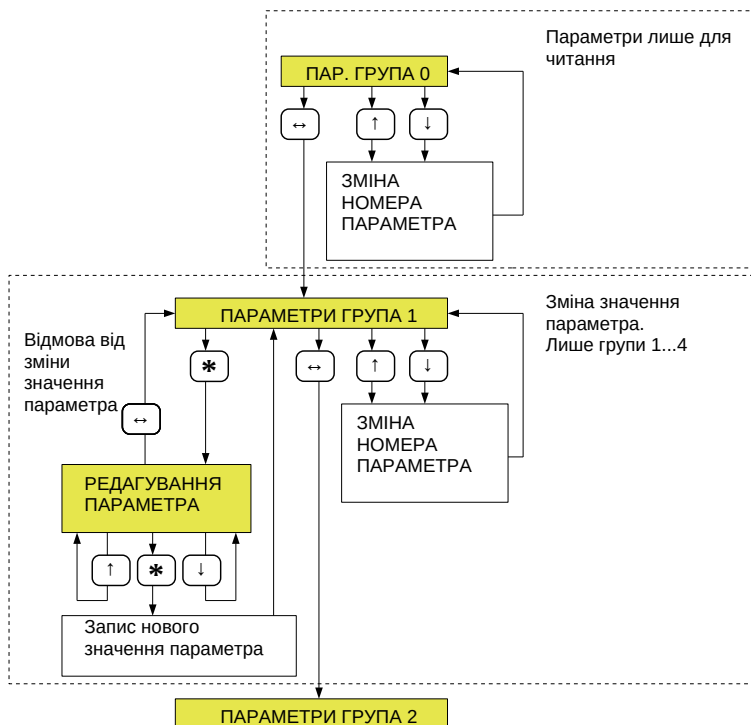
Приклад редагування параметра

Рис. 3.3. Приклад редагування параметра

Режим швидкого перегляду - зміна виглядів стану дисплея

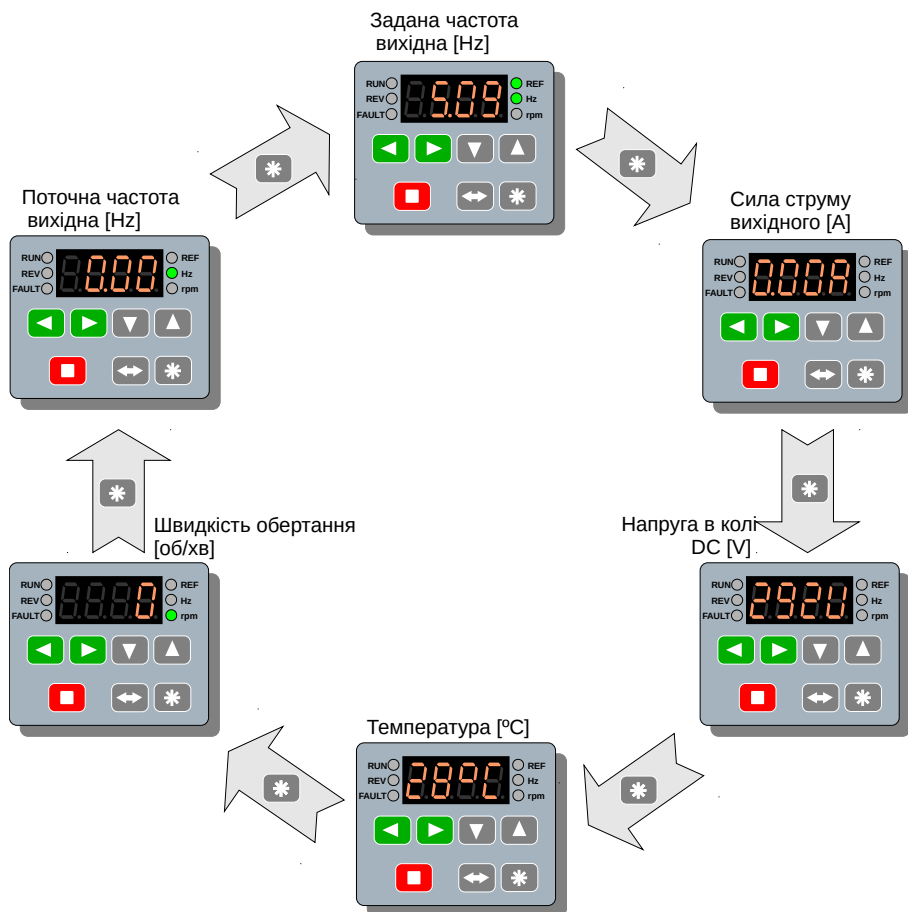


Рис. 3.4. Режим швидкого перегляду: потрібні дії користувача з використанням клавіатури та вигляди стану дисплея

Приклад: зміна значення параметра 3.02

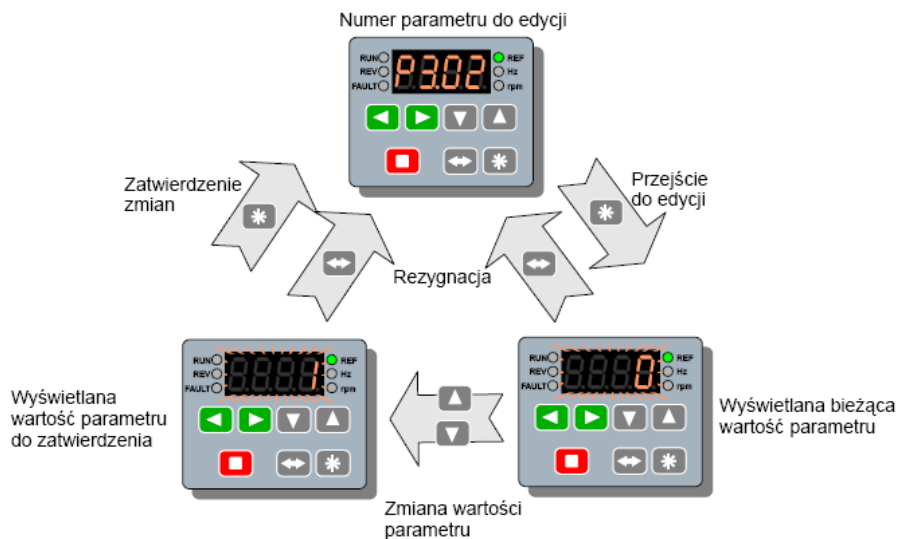


Рис. 3.5. Зміна значення параметра 3.02 (група 3)

4. Перший запуск

4.1. Підключення силового кола

Увага:

Усі підключення слід виконувати в знеструмленому стані.

Підключення слід виконати згідно з рис. 2.3 на стор. 19:

- до клем L і N слід підключити однофазну мережу живлення 230 В 50 Гц, а до клем PE – захисний провідник PE,
- до клем U, V, W, PE слід підключити трифазний асинхронний двигун, потужність якого відповідно дібрано до потужності перетворювача.

Після подачі напруги на входні клемми перетворювача (L, N) відбудеться його ініціалізація.

4.2. Введення номінальних даних

Слід ввести в перетворювач номінальні параметри двигуна.

- номінальну потужність двигуна P_n **<пар. 1.01>**
- номінальні оберти двигуна R_n **<пар. 1.02>**
- номінальний струм двигуна I_n **<пар. 1.03>**
- номінальну напругу двигуна U_n **<пар. 1.04>**
- номінальну частоту двигуна f_n **<пар. 1.05>**
- $\cos$ номінальний двигуна **<пар. 1.06>**

Після введення наведених вище номінальних даних двигуна система готова до роботи в скалярному режимі U/f. Керування здійснюється через Панель керування (описану в розділі 3).

5. Конфігурація перетворювача

Перетворювач дає змогу визначити два незалежні «місця керування» **«А»** та **«В»**. Вибір активного «місця керування» виконується параметром 2.01:

Значення пар. 2.01	Функція
0	Активне «місце керування А» (заводське налаштування).
1 .. 6	Вибір місця керування А/В за допомогою будь-якого цифрового входу: 1=DI1 .. 6=DI6
7	Активне «місце керування В».

До кожного «місця керування» окремо прив'язано такі функції:

Функція	Місце керування А	Місце керування В
Задавач швидкості	пар. 2.02	пар. 2.03
Джерело сигналу Start/Stop	пар. 2.04	пар. 2.05
Джерело сигналу керування напрямком	пар. 2.06	пар. 2.07

За замовчуванням до «місця керування А» прив'язано керування з Панелі керування, а до «місця керування В» – керування з клемної колодки перетворювача.

Таке рішення дає змогу просто перемикатися між місцями керування «А» і «В» лише через зміну одного параметра **2.01**.

На рис. 5.1 наведено спрощену, а в Додатках В і С – розгорнуту структуру керування системою.

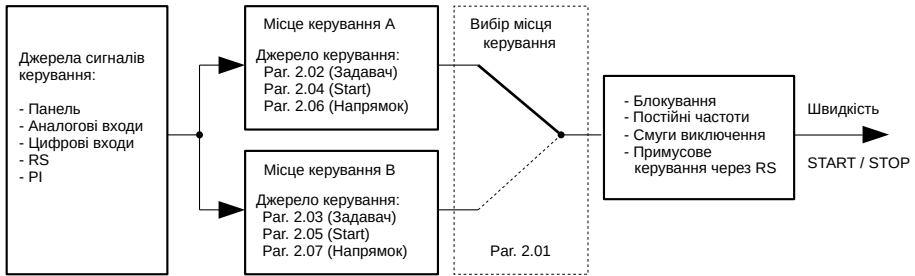


Рис. 5.1. Спрощена структура керування системою AFC200

5.1. Керування з панелі керування

Керування з Панелі керування за замовчуванням прив'язано до «місця керування А». Є можливість прив'язати керування з Панелі керування до «місця керування В» (або повернути до «місця керування А», якщо зміну було зроблено). Для цього слід:

- Параметр **2.02** (для А) або **2.03** (для В) встановити на значення «0» - **Клав.**
- Параметр **2.04** (для А) або **2.05** (для В) встановити на значення «1» - **Клав.**
- Параметр **2.06** (для А) або **2.07** (для В) встановити на значення «1» - **Клав.**
- Переконавшись, що не активний вибір постійної швидкості: параметри **2.30**, **2.31** і **2.32** мають бути встановлені на значення «0» - **Вимк..**
- Активувати потрібне місце керування за допомогою параметра **2.01**: «0» для А, «7» для В.

5.2. Керування з клемної колодки

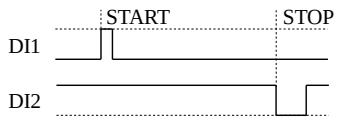
Керування з клемної колодки є заводським налаштуванням «місця керування В». Для керування перетворювачем з клемної колодки рекомендується активувати «місце керування В» (**пар. 2.01=«7»-Увімк.**) і, спираючись на заводські налаштування, пристосувати перетворювач до власних потреб.

Приклад керування з використанням заводських налаштувань описано наприкінці цього підрозділу.

Для керування системою з клемної колодки (напр. Start/Stop із цифрових входів і регулювання швидкості обертання за допомогою потенціометра) слід:

- Як задавач швидкості вибрати аналоговий вхід AI1 або AI2
*Вибір задавача виконується параметром **2.02** (для «місця керування» А) або **2.03** (для «місця керування» В). У кожному з цих параметрів:*
 - «1» - **AI1** озн. аналоговий вхід 1 (напруговий),
 - «2» - **AI2** озн. аналоговий вхід 2 (струмовий),
- Як джерело сигналу Start/Stop вибрати цифрові входи - параметр **2.04** (для А) або **2.05** (для В) встановити на значення «0» - **DI**,
- Як сигнал керування напрямком також вибрати цифрові входи - параметр **2.06** (для А) або **2.07** (для В) встановити на «0» - **DI**,
- Переконалися, що не активний вибір постійної швидкості: пар. **2.30**, **2.31** і **2.32** мають бути встановлені на значення «0» - **Вимк.**,
- Встановити параметр **2.08 - Дистанційний старт**. Він визначає функції керувальних цифрових входів згідно з таблицею 5.1.
- Активувати потрібне місце керування за допомогою параметра **2.01**.

Таблиця 5.1. Можливі варіанти конфігурації дистанційного старту

Значення пар. 2.08	Функція	Пояснення
0	DI1 = START / STOP DI2 = НАПРЯМОК	Подача напруги на цифровий вхід 1 спричинить запуск, а зняття напруги – зупинку системи. Стан цифрового входу 2 визначає зміну напрямку обертання двигуна.
1	DI1 = СТАРТ ВПРАВО DI2 = СТАРТ ВЛІВО	Подача напруги на цифровий вхід 1 спричинить запуск двигуна. Подача напруги на цифровий вхід 2 спричиняє запуск двигуна у зворотному напрямку.
2	DI1 = СТАРТ ІМПУЛЬС DI2 = СТОП ІМПУЛЬС	Запуск перетворювача відбудеться після подачі імпульсу на вхід DI1, за високого стану DI2 . Напрямок визначає лише знак задавача. 
3	DI1 = СТАРТ ІМПУЛЬС DI2 = СТОП ІМПУЛЬС DI3 = НАПРЯМОК	те саме, додатково цифровий вхід DI3 відповідає за зміну напрямку
4	DI1 = START / STOP	Подача напруги на цифровий вхід 1 спричинить запуск, а зняття напруги – зупинку системи. Напрямок обертання визначає лише знак задавача.
5	DI1 or DI2 = START / STOP	Подача напруги на цифрові входи DI1 або DI2 (за логікою елемента «or») спричинить запуск системи.
6	DI1 and DI2 = START / STOP	Подача напруги на цифрові входи DI1 та DI2 (за логікою елемента «and») спричинить запуск системи.

Приклад керування з клемної колодки з використанням заводських налаштувань

Після активації «місця керування В» (пар. **2.01=«7»-Увімк.**) перетворювач готовий до роботи з керуванням із клемної колодки, з використанням заводських налаштувань, тобто:

- **пар. 2.03=«1»** - задавач швидкості: потенціометр, підключений до напругового входу AI1,
- **пар. 2.05=«0»** - Start/Stop: цифровий вхід DI1 (коли пар. 2.08=0),
- **пар. 2.07=«0»** - керування напрямком: цифровий вхід DI2 (коли пар. 2.08=0),
- **пар. 2.08=«0»** - конфігурація дистанційного старту: згідно з табл. 5.1.

Подача напруги +24V (16) на цифровий вхід DI1 (10) спричинить запуск системи. Зняття напруги з цифрового входу DI1 (10) спричинить зупинку системи. Стан цифрового входу DI2 (11) визначає зміну напрямку обертання двигуна. Задавання швидкості здійснюється потенціометром, підключеним між аналоговим входом AI0 (6), джерелом напруги +10V (8) і землею AGND (5).

Слід використати потенціометр опором 1к..10к , рекомендовано 5 к.

На рис. 5.2 показано приклад схеми з'єднань для керування перетворювачем з клемної колодки. Задавачем швидкості є потенціометр Р, підключений до аналогового входу AI1. Start/Stop виконується перемикачем S1, а зміна напрямку – перемикачем S2.

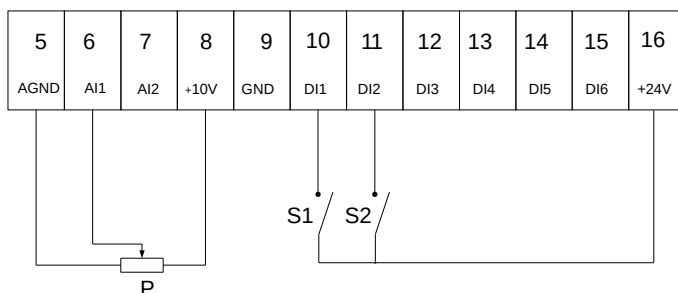


Рис. 5.2. Підключення на клемній колодці X1 для дистанційного керування AFC200

5.3. Формування динаміки привода

Параметри, пов'язані з динамікою, визначають швидкість зміни швидкості обертання двигуна: розгону та сповільнення (гальмування).

пар. 1.30 – Розгін - заданий час розгону від 0 Гц до 50 Гц,

пар. 1.31 – Сповільнення - заданий час зупинки від 50 Гц до 0 Гц.

Увага:

1. Встановлення надто короткого часу розгону може спричинити під час пуску аварію Е6 «Завеликий струм двигуна», особливо за великого навантаження двигуна.
2. Встановлення надто короткого часу зупинки може спричинити під час гальмування за рампою аварію Е3 «Висока напруга кола DC».

5.4. Робота в скалярних режимах U/f

Після введення правильних номінальних даних двигуна, описаних у пункті 4.2, перетворювач готовий до роботи в одному з двох скалярних режимів: U/f лінійному або U/f квадратичному. Вибір режиму роботи виконується за допомогою параметра 1.20:

Значення пар. 1.20	Функція
0	Режим U/f лінійний- (заводське налаштування): застосовується там, де момент навантаження сталий незалежно від швидкості.
1	Режим U/f квадратичний- застосовується там, де момент навантаження зростає пропорційно квадрату швидкості (напр. привод вентиляторів). Застосування квадратичної характеристики U/f у такому разі зменшить шум і втрати в двигуні.

Є можливість формувати характеристику U/f, визначивши дві точки: початкову U_0 (пар. 1.50), f_0 (пар. 1.51) та проміжну U_1 (пар. 1.52), f_1 (пар. 1.53).

На рис. 5.3а показано характеристики для лінійного та квадратичного режимів U/f, а на рис. 5.3b – спосіб формування характеристики U/f за допомогою проміжних точок U_0 , f_0 і U_1 , f_1 .

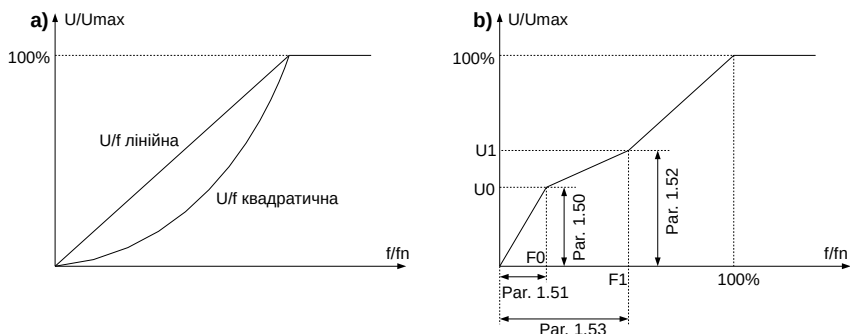


Рис. 5.3. Лінійна та квадратична характеристики (а), формування характеристики U/f (b)

У режимі роботи « U/f квадратичний» формування характеристики обмежене початковими точками U_0 , f_0 .

5.5. Робота у векторному режимі

У перетворювачі AFC200 доступний векторний безсенсорний режим роботи. Щоб перетворювач міг працювати в цьому режимі, потрібно попередньо виконати ідентифікаційний пуск.

Увага!

Неправильне введення номінальних даних двигуна, описаних у пункті 4.2, загрожує знищенням двигуна вже під час ідентифікаційного пуску.

Щоб запустити процедуру ідентифікаційного пуску, слід пар. 1.10 «Ідент. пуск» встановити на «1», підтвердити кнопкою  і зачекати кілька секунд - тривання ідентифікаційного пуску сигналізується світінням зеленого світлодіода «RUN». Після його згасання пар. 1.20 «Режим роботи» слід встановити на «3»-Vector. Після кожної заміни двигуна процедуру ідентифікаційного пуску слід повторити.

Увага:

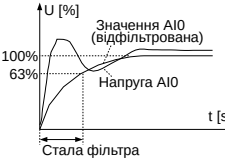
1. У векторному режимі параметри формування характеристики U/f , описані в пункті 5.4, неактивні.
2. Під час виконання ідентифікаційного пуску «Ідент. пуск» перетворювач має працювати в скалярному режимі (пар. 1.20 = 0).

5.6. Аналогові входи

Система має два аналогові входи AI1 і AI2. Вхід AI1 працює в режимі напруги, а вхід AI2 – у струмовому режимі. До аналогового входу AI1 можна безпосередньо приєднати потенціометр або джерело напруги. До аналогового входу AI2 можна підключити пристрій з активним або пасивним струмовим задавачем – рис. 2.4 на стор. 20.

У таблиці 5.2 зведено параметри, що конфігурують роботу аналогових входів. Так само як у випадку цифрових входів, аналогові входи не мають параметрів, що визначають їхню функцію в системі, а «вибираються» для виконання певної функції параметрами конфігурації керування.

Таблиця 5.2. Параметри конфігурації аналогових входів системи

Параметр	Функція	Опис
2.40	Конфігурація діапазону аналогового входу AI1 (напруговий вхід)	Вибір діапазону вхідної величини: 0: 0..10 В (0 В=0%, 10 В=100%), 1: 10..0 В (10 В=0%, 0 В=100%), 2: 2..10 В (2 В=0%, 10 В=100%), 3: 10..2 В (10 В=0%, 2 В=100%).
2.41	Конфігурація діапазону аналогового входу AI2 (струмовий вхід)	Вибір діапазону вхідної величини: 0: 0..20 мА (0 мА=0%, 20 мА=100%), 1: 20..0 мА (20 мА=0%, 0 мА=100%), 2: 4..20 мА (4 мА=0%, 20 мА=100%), 3: 20..4 мА (20 мА=0%, 4 мА=100%).
2.49	Стала часу фільтра нижніх частот входу AI1	
2.50	Стала часу фільтра нижніх частот входу AI2	Аналогічно, те саме.
0.40	Значення входу AI1 [%]	Лише для читання. Напр. для діапазону 0..10 В напруги 5 В відповідає значення 50.0%
0.41	Значення входу AI2 [%]	Лише для читання. Напр. для діапазону 0..20 мА струму 10 мА відповідає значення 50.0%

Параметр	Функція	Опис
3.23	Реакція на відсутність сигналу на Аналоговому вході	У режимах роботи: 2..10 В, 10..2 В і 4 мА..20 мА, 20 мА..4 мА можна визначити поведінку системи, коли значення напруги впаде нижче 2 В або значення струму впаде нижче 4 мА. Див. Додаток А – пар. 3.23. <u>Увага</u> У системі встановлено зону нечутливості в діапазоні 1,0..2,0 В для напругового входу та 2..4 мА для струмового входу. Реакція на відсутність сигналу на аналоговому вході настане лише після падіння значення напруги або струму нижче зони нечутливості.

Аналогові задавачі

У структурі системи передбачено також Аналогові задавачі. Аналогові задавачі тісно пов'язані з аналоговими входами, від яких відрізняються тим, що мають параметри зміщення і масштабу.

У таблиці 5.3 наведено параметри конфігурації Аналогових задавачів і залежність вихідного значення Аналогових задавачів **Зад.А1** і **Зад.А2** від значень аналогових входів **АІ1** і **АІ2**.

Таблиця 5.3. Аналогові задавачі

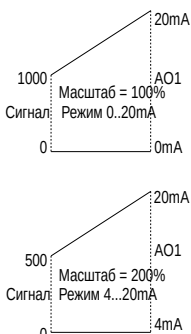
Параметр	Функція	Опис
2.43	Масштаб Зад.А1	Значення в [%] : -500.0 ... 500.0 %
2.44	Масштаб Зад.А2	Значення в [%] : -500.0 ... 500.0 %
2.46	Зміщення Зад.А1	Значення в [%] : -500.0 ... 500.0 %
2.47	Зміщення Зад.А2	Значення в [%] : -500.0 ... 500.0 %

Параметр	Функція	Опис
0.45	Значення Зад.А1 [%]	Лише для читання. Зад.А1 = пар. 2.46 + пар. 2.43 * А11 / 100.0% напр. коли пар. 2.46 = 20.0%, пар. 2.43 = 50.0% і Зад.А1 = 30.0%, то: Зад.А1 = 20.0% + 50.0% * 30.0% / 100.0% = 35.0%
0.46	Значення Зад.А2 [%]	Лише для читання. Зад.А2 = пар. 2.47 + пар. 2.44 * А12 / 100.0%

5.7. Аналоговий вихід

У таблиці 5.4 зведено параметри конфігурації аналогового виходу АО1. Вихід працює у струмовому режимі 0-20 мА (4-20 мА).

Таблиця 5.4. Параметри конфігурації аналогового виходу АО1

Параметр	Функція	Опис
0.43	Значення аналогового виходу АО1	Діапазон: 0..100.0% АО1 = Абсолютне значення (сигнал * масштабАО1 / 1000) <i>Лише для читання</i>
2.80	Вибір сигналу для виходу АО1	Подробиці в Додатку А
2.82	Конфігурація діапазону виходу АО1 (струмовий вихід)	1: 0..20 мА, 2: 20..0 мА, 3: 4...20 мА, 4: 20...4 мА.
2.84	Масштаб АО1, приклади:  Масштаб = 100% Режим 0..20mA Масштаб = 200% Режим 4...20mA	Діапазон: 0 ... 500.0 %. Стандартно 100.0 % Для конфігурації 0..20 мА значенню струму 20 мА відповідає значення сигналу 1000 за масштабу, встановленого на 100.0 %. Для масштабу, встановленого на 50.0 %, щоб отримати 20 мА вихідного струму, значення сигналу має становити 2000. Аналогічно для масштабу, встановленого на 200.0 %, щоб отримати 20 мА вихідного струму, значення сигналу має становити 500. Значення сигналу відповідає значенню вибраної величини без десяткової коми, напр.: 12.5 % = 125 2.43 А = 243 375 V = 375 напр. коли сигнал (значення струму) становить 11.7 А, що відповідає числу 117, тоді: струм = масштаб * сигнал / 1000 струм = 100.0% * 117 / 1000 = 11.7 % (0...10V) = 1.17 V

Параметр	Функція	Опис
2.86	Стала часу фільтра нижніх частот АО1	Фільтр аналогового виходу АО1. Подробиці в Додатку А.

5.8. Робота з постійними швидкостями

Перетворювач може в даний момент працювати з однією з 7 постійних швидкостей. Вибір постійної швидкості виконується комбінацією трьох вхідних сигналів: W1, W2 і W3. Як вхідні сигнали W1, W2 і W3 використовуються цифрові входи, визначені відповідно в параметрах: 2.30 для W1, 2.31 для W2 і 2.32 для W3.

Налаштування кожного з цих параметрів може бути:

- **«0»-Вимк.** - цей вхідний сигнал неактивний.
- **«1»-DI1 ... «6»-DI6** - призначення відповідного цифрового входу як джерела для цього вхідного сигналу.

Постійні швидкості 1 ... 7 записані в параметрах 2.33 ... 2.39.

Спосіб вибору постійної швидкості залежно від комбінації входів W1, W2, W3 наведено в таблиці нижче:

Таблиця 5.5. Конфігурація керування постійними швидкостями для 3 вхідних сигналів W1, W2 і W3

W1	W2	W3	№ постійної швидкості
0	0	0	Система не працює з жодною з визначених постійних швидкостей, залежно від пар. 2.1 активний задавач А (пар. 2.2) або В (пар. 2.3)
1	0	0	Постійна швидкість № 1, за замовчуванням 10 Гц (пар. 2.33)
0	1	0	Постійна швидкість № 2, за замовчуванням 20 Гц (пар. 2.34)
1	1	0	Постійна швидкість № 3, за замовчуванням 25 Гц (пар. 2.35)
0	0	1	Постійна швидкість № 4, за замовчуванням 30 Гц (пар. 2.36)
1	0	1	Постійна швидкість № 5, за замовчуванням 40 Гц (пар. 2.37)
0	1	1	Постійна швидкість № 6, за замовчуванням 45 Гц (пар. 2.38)
1	1	1	Постійна швидкість № 7, за замовчуванням 50 Гц (пар. 2.39)

Є можливість використати лише два входи W1 і W2. Тоді пар. 2.32, що визначає W3, слід встановити на **«0»-Вимк.**, а параметрам 2.30 (W1) і 2.31 (W2) призначити два довільні вхідні сигнали, напр. **«5»-DI5** і **«6»-DI6**.

Спосіб вибору постійної швидкості залежно від комбінації входів W1 і W2 наведено в таблиці нижче:

Таблиця 5.6. Конфігурація керування постійними швидкостями для 2 вхідних сигналів W1 і W2

W1	W2	№ постійної швидкості
0	0	Система не працює з жодною з визначених постійних швидкостей, залежно від пар. 2.1 активний задавач А (пар. 2.2) або В (пар. 2.3)
1	0	Постійна швидкість № 1, за замовчуванням 10 Гц (пар. 2.33)
0	1	Постійна швидкість № 2, за замовчуванням 20 Гц (пар. 2.34)
1	1	Постійна швидкість № 3, за замовчуванням 25 Гц (пар. 2.35)

Увага:

Цифровий вхід DI4 за замовчуванням налаштовано як Джерело зовнішнього скидання, тому перед його використанням для задавання постійних швидкостей слід змінити параметр **3.70** на **«0»-Вимк.**

Приклад роботи з використанням постійних швидкостей

Використовуючи цифрові входи DI5 і DI6, хочемо отримати 3 постійні швидкості: 10, 25 і 50 Гц. Сигнал Start/Stop подаватиметься через цифровий вхід DI1, а зміна напрямку відбуватиметься через вхід DI2.

Для цього слід:

- Увімкнути місце керування В: пар. 2.01 встановити на **«7»-Увімк.**
- Перевірити, чи пар. 2.05 і 2.08 мають заводські налаштування:
 - пар. 2.05 Start В: **«0»-DI**
 - пар. 2.08 Дистанційний старт: **«0»**.
- Призначити цифрові входи DI5 і DI6 як вхідні сигнали постійних швидкостей, відповідно W1 і W2:
 - пар. 2.30 (вхід W1): **«5»-DI5**
 - пар. 2.31 (вхід W2): **«6»-DI6**
- Визначити постійні швидкості 10, 25 і 50 Гц:
 - пар. 2.33 (постійна швидкість № 1) встановити на 10 Гц
 - пар. 2.34 (постійна швидкість № 2) встановити на 25 Гц
 - пар. 2.35 (постійна швидкість № 3) встановити на 50 Гц.

На рис. 5.4 показано схему електричних з'єднань для розглянутого прикладу.

- START/STOP: подача напруги 24 В пост. на цифровий вхід DI1.
- Зміна напрямку обертання: подача напруги 24 В пост. на цифровий вхід DI2.
- Вибір швидкості: подача напруги 24 В пост. на цифрові входи DI5 та/або DI6 згідно з таблицею 5.6.



Рис. 5.4. Схема підключень на клемній колодці X1 для трьох постійних швидкостей

5.9. Мотопотенціометр

Мотопотенціометр — це вузол типу «збільшити-зменшити», призначений для керування швидкістю обертання двигуна за допомогою двох моностабільних перемикачів, підключених до цифрових входів. Щоб скористатися функцією мотопотенціометра, слід:

- підключити два моностабільні перемикачі до двох довільних цифрових входів, напр. DI5 і DI6.
Використання інших цифрових входів можливе після попередньої перевірки, що вони не виконують інших функцій:
 - вхід DI4 за замовчуванням використовується як зовнішнє скидання несправності (пар. 3.70)
 - входи DI1, DI2, DI3 можуть використовуватися як джерела сигналу Start/Stop та зміни напрямку (пар. 2.08), коли керування перетворювачем здійснюється з клемної колодки керування, тобто для керування з місця А: пар. 2.04 і 2.06 = «0»-DI, а для керування з місця В: пар. 2.05 і 2.07 = «0»-DI.
- встановити мотопотенціометр як задавач швидкості; залежно від вибраного в параметрі 2.01 місця керування (заводськи це керування А: пар. 2.01=«0»-Вимк.) слід **пар. 2.02** (для керування А) або **2.03** (для керування В) встановити на значення **«5»-MotPot**
- встановити як джерело сигналу «збільшити» (**пар. 2.20**) і «зменшити» (**пар. 2.21**) цифрові входи DI, до яких підключено моностабільні перемикачі. Можливі налаштування пар. 2.20 і 2.21: **«0»-вимк., «1»-DI1, «2»-DI2 ... «6»-DI6.**

Можливі чотири режими роботи мотопотенціометра: **0, 1, 2, 3:**

- 0:** зупинка роботи перетворювача (STOP) спричиняє скидання налаштування мотопотенціометра
- 1:** після зупинки роботи перетворювача (STOP) значення налаштування мотопотенціометра буде збережено, і змінити налаштування мотопотенціометра під час простою неможливо.
- 2:** значення налаштування поточного задавача відстежується мотопотенціометром, що дає змогу плавно перемкнутися з поточного задавача на задавач мотопотенціометра.
- 3:** після зупинки роботи перетворювача значення налаштування мотопотенціометра буде збережено, зміна налаштування мотопотенціометра під час простою можлива.

Приклад підключення кнопок «збільшити» і «зменшити» показано на рис.

5.5a. Роботу вузла ілюструє рис. 5.5b.

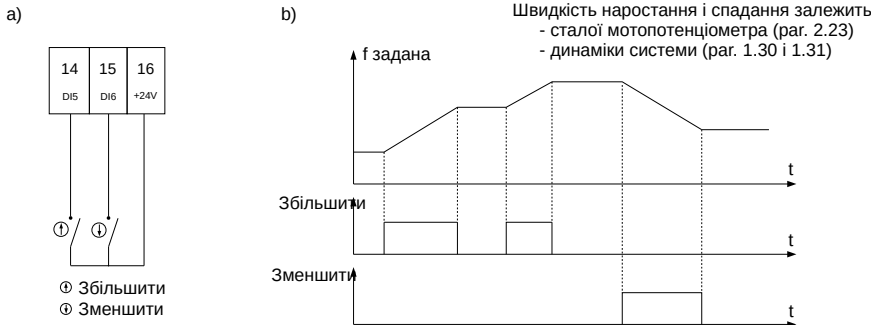


Рис. 5.5. а) - підключення на клемній колодці X1, б) - ілюстрація роботи вузла мотопотенціометра

У наведеному прикладі використано цифрові входи DI5 і DI6, що відповідає налаштуванням: пар. 2.20=«5», пар. 2.21=«6».

Зміна часу наростання/спадання задавача мотопотенціометра в діапазоні 0.1 ... 320.0 с виконується пар. 2.23.

5.10. Виключення частот

Щоб виключити небажані вихідні частоти, які можуть спричиняти резонанси привода, можна визначити 3 діапазони, що звуться «смугами виключення». Їх визначення виконується за допомогою параметрів:

- пар. 1.90 – нижня частота смуги виключення 1 [Гц]
- пар. 1.91 – верхня частота смуги виключення 1 [Гц]
- пар. 1.92 – нижня частота смуги виключення 2 [Гц]
- пар. 1.93 – верхня частота смуги виключення 2 [Гц]
- пар. 1.94 – нижня частота смуги виключення 3 [Гц]
- пар. 1.95 – верхня частота смуги виключення 3 [Гц]

Задавач системи «обминатиме» частоти, визначені за допомогою наведених вище параметрів.

На рис. 5.6 показано вплив смуг виключення на вихідну частоту задавача.

Увага:

Під час розгону та сповільнення функція виключення смуги частот неактивна.

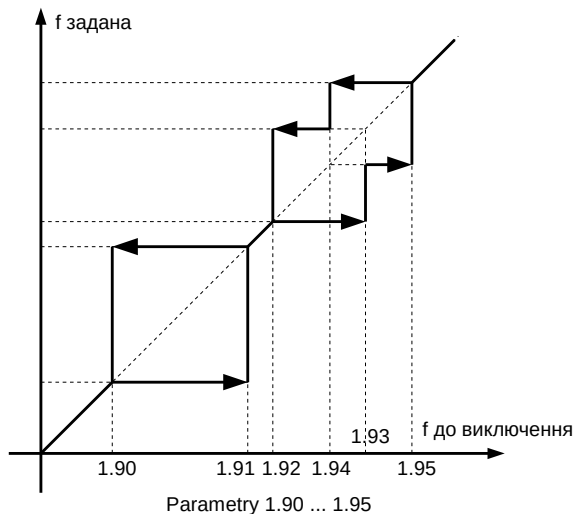


Рис. 5.6. Смуги виключення – приклад конфігурації.
Смуги 2 і 3 перекриваються

5.11. Блокування напрямку обертання двигуна

Можливо заблокувати систему для роботи лише в одному напрямку. Тоді незалежно від сигналів керування система обертатиме двигун лише в один бік. Параметр **1.65** дає змогу визначити це налаштування:

- «0» Двонапрямна робота (заводське налаштування)
-
- «1» Однонапрямна робота
-
- «2» Однонапрямна робота (напрямок протилежний до налаштування «1»)
-
- «3» **DI4/DI5** - вибір напрямку блокування за допомогою входів цифрових DI4 → «1» і DI5 → «2»
-

5.12. Тепловий захист двигуна - захист за лімітом I^2t

Вбудована теплова модель двигуна дає змогу теоретично обчислити температуру двигуна. Модель побудовано за таких припущень:

- експоненційне зростання температури обмоток,
- максимальна температура виникає за тривалої роботи з номінальним струмом двигуна,
- зростання температури залежить від відношення $(I/I_n)^2$,
- стала часу охолодження для зупиненого двигуна вчетверо більша за сталу нагрівання під час роботи.

Відносний **тривалий струм двигуна** для частот понад 25 Гц визначає **параметр 3.03**. Для частот нижче 25 Гц тривалий струм менший (менша продуктивність охолоджувального вентилятора, розміщеного на валу двигуна) і визначається **параметром 3.04**. Ці параметри задаються відносно номінального струму двигуна: 100.0% = I_n . У такий спосіб визначається **область тривалої роботи** (рис. 5.7а).

За охолодження двигуна без додаткової вентиляції (лише внутрішній вентилятор) пар. 3.04 слід встановити на значення 35% номінального струму двигуна. Якщо застосувати додаткову вентиляцію двигуна, значення пар. 3.04 можна збільшити навіть до 75%. Якщо струм двигуна не вкладається у визначену область тривалої роботи, обчислена температура зросте понад 100%. **Коли обчислена температура досягне 105%, система вимкнеться** (з'явиться повідомлення про

аварію). Така ситуація показана на рис. 5.7с для приросту температури, позначеного штриховою лінією.

Швидкість зростання обчисленої температури визначає **параметр 3.05** - стала часу нагрівання двигуна. Це час, за який температура двигуна досягне 63% значення кінцевого приросту температури. На практиці можна прийняти налаштування: пар. 3.05 = $120 * t_6$ [хв], де t_6 [с] подається виробником двигунів.

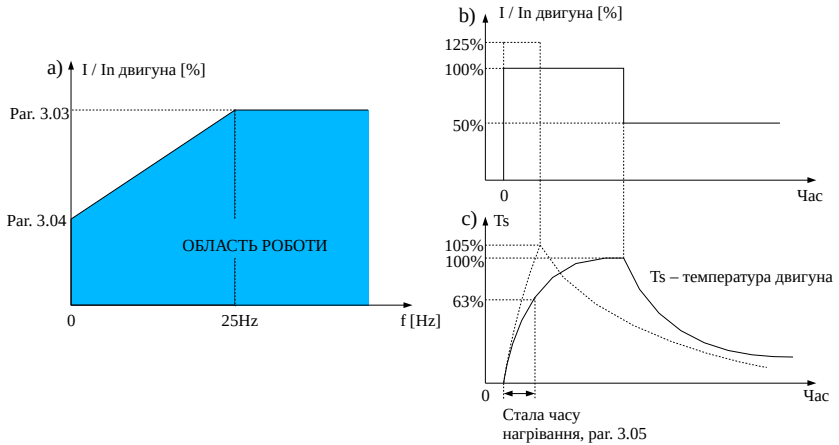


Рис. 5.7. Визначення області тривалої роботи (а), залежність обчисленої температури двигуна від струму (b) і (c)

5.13. Робота з частотою понад 50 Гц

Застосування перетворювача частоти дає змогу отримати вихідну частоту, вищу за 50 Гц. Для типових двигунів з $f_n=50$ Гц це означає роботу зі швидкістю, вищою за номінальну.

Увага:

1. Слід переконатися, що виробник двигуна допускає його роботу з частотою понад 50 Гц.
2. Робота зі швидкостями, вищими за номінальну, може призвести, зокрема, до скорочення строку служби двигуна через швидше зношування підшипників.
3. Понад номінальну швидкість двигун працює зі сталою потужністю. Це означає, що зі зростанням швидкості обертання понад n_n момент на валу двигуна зменшуватиметься.

За роботу з частотою понад 50 Гц відповідають два параметри: 2.12 і 1.40.

№ пар.	Назва	Опис
пар. 2.12	Зад. max	Максимальне значення заданої частоти (що відповідає 100% значення задавача)
пар. 1.40	F max	Максимальна вихідна частота $F_{max} > \text{Зад. max}$ зазвичай $F_{max} = \text{Зад. max} + 5 \text{ Гц}$

Приклад налаштувань пар. 2.12 і 1.40 для роботи з частотою 70 Гц

пар. 2.12 = 70 Гц

пар. 1.40 = 75 Гц

6. Регулятор PI

Система оснащена регулятором типу PI (пропорційно-інтегральним). Регулятор слугує для стабілізації на визначеному рівні будь-якого параметра процесу (рис. 6.1).

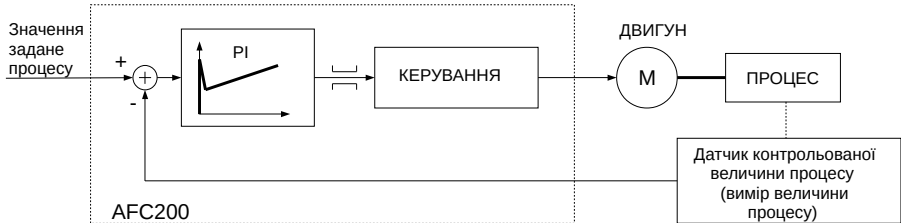


Рис. 6.1. Використання регулятора PI для регулювання контрольованої величини процесу

6.1. Увімкнення та конфігурація регулятора PI

Увімкнення регулятора PI виконується за допомогою пар. 2.02 (для керування А) або 2.03 (для керування В) вибором значення **«4»-Вих. PI**.

Зміну заданого значення процесу регулятора PI за встановленого режиму задавання з клавіатури (пар. 2.60 = 0) виконують у режимі Швидкого перегляду за допомогою стрілок «вгору»/«вниз». Щоб редагування було можливим, поточний задавач (пар. 2.02 для місця керування А або пар. 2.03 для місця керування В) має бути встановлений на регулятор PI («4»-Вих.PI). Значення задавача можна змінювати в діапазоні від 0.0% до 100.0%.



Рис. 6.2. Зміна значення задавача регулятора
PI

(задавач з клавіатури: пар. 2.60 = 0)

Таблиця 6.1. Керувальні та інформаційні параметри регулятора PI

Параметр	Назва	Опис
0.30	Зад. PI	Значення поточно вибраного задавача регулятора PI [%]. Лише читання
0.31	Вх. PI	Значення поточно вибраного входу сигналу зворотного зв'язку PI [%]. Лише читання
0.32	Похибка PI	Значення поточної похибки регулятора. Пар. 0.32 [%] = пар. 0.30 - пар. 0.31. Лише читання
0.33	Вих. PI	Поточне значення виходу регулятора PI [%]. Лише читання
2.60	Виб.Зад.PI	Джерело задавача для регулятора PI. Слугує для встановлення заданого значення процесу. Можливі значення: 0-Клав.: Задавач PI з Панелі керування 1-Зад.А1 2-Зад.А2 3: не використовується 4-RS: задавання через інтерфейс 485 (Modbus)
2.61	Виб.Вх. PI	Джерело сигналу зворотного зв'язку регулятора PI 0: Зад.А1 1: Зад.А2
2.62	Інверсія похибки	Інверсія похибки (різниці між заданим значенням і сигналом зворотного зв'язку) 0: НІ 1: ТАК

Параметр	Назва	Опис
2.63	Підсил. P (Kp)	Підсилення пропорційної частини регулятора PI. Що більше підсилення, то швидша реакція регулятора на похибку швидкості. Діапазон: 1 ... 3000%
2.64	Стала I (Ki)	Стала часу I регулятора PI. Діапазон: 0.01 ... 320.00 с
2.66	Max.Вих.PI	Максимальне значення, якого може досягти вихід регулятора PI (обмеження насичення) Діапазон: 0.0 ... 3000.0 %
2.67	Min.Вих.PI	Мінімальне значення, якого може досягти вихід регулятора PI (обмеження насичення) Діапазон: -3000.0 ... 0.0 %
2.68	Скидання PI	Обнулення виходу PI, коли систему зупинено: 0: обнулення на STOP 1: регулятор увесь час активний

7. Керування перетворювачем через інтерфейс RS-485

Перетворювач AFC200 оснащено комунікаційним роз'ємом RS-485. Це дає змогу керувати роботою системи з комп'ютера або зовнішнього контролера. Основні властивості й можливості інтерфейсу RS перетворювача:

- робота зі швидкістю 9600 або 19200 біт за секунду,
- формат символу: 8 біт даних, без контролю парності, 2 стоп-біти,
- підтримуваний протокол передачі: MODBUS у режимі RTU,
- контроль правильності передачі за контрольною сумою CRC,
- номер вузла, що встановлюється параметром (стандартно 12),
- підтримувані команди протоколу MODBUS: команда 3 - «читання регістра» - дає змогу зчитати окремий регістр з перетворювача. Команда 6 - «запис регістра» - запис окремого регістра в перетворювач,
- можливість зчитування стану роботи, керування старт-стоп, зчитування та запису задавачів,
- можливість зчитування та запису всіх параметрів перетворювача так само, як на панелі керування.

Операції базуються на командах протоколу MODBUS RTU – № 3 і 6, описаних у публікаціях про MODBUS.

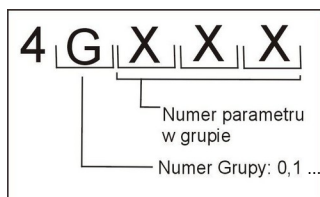


Рис. 7.1. Адресація параметрів для протоколу MODBUS

Наведений вище рисунок показує спосіб адресації параметрів у перетворювачі AFC200 у випадку протоколу MODBUS. Напр. параметру **1.01** відповідає адреса **(41001)d**, параметру **2.12** відповідає адреса **(42012)d** тощо.

7.1. Параметри зв'язку через RS-485

Таблиця 7.1. Параметри, що стосуються зв'язку

Параметр	Опис
2.02	Задавач А: «6»-RS – задавання частоти через інтерфейс «RS-485»
2.03	Задавач В: «6»-RS – задавання частоти через інтерфейс «RS-485»
2.04	Start А: «2»-RS – керування START/STOP через інтерфейс «RS-485»
2.05	Start В: «2»-RS – керування START/STOP через інтерфейс «RS-485»
4.07	Дозвіл RS - можна встановити дозвіл на керування з RS постійно (пар. 4.07=«7»), вимкнути дозвіл постійно (пар. 4.07=«0») або керувати дозволом RS з цифрового входу (пар. 4.07=«1» для DI1 ... 4.07=«6» для DI6). Дозвіл стосується задавача частоти з RS, задавача PI RS та сигналу START / STOP / БЛОКУВАННЯ з RS (див. таблицю 7.2 – реєстри 2000, 2001 і 2002)
4.08	Швидкість RS – можливі налаштування 9600 або 19200 біт/с
4.09	Номер вузла в протоколі MODBUS (можливість підключення кількох перетворювачів одним інтерфейсом RS-485)

УВАГА:

Якщо керування RS заблоковано (пар. 4.07), а параметри 2.02, 2.03, 2.04 або 2.05 визначають керування як «RS», система залишається в стані STOP або задавач частоти приймає значення 0.

7.2. Карта регістрів, доступних через інтерфейс RS-485

Усі регістри є 16-бітними числами. Адреси регістрів (десяткові), які пропущено, не підтримуються.

Таблиця 7.2. Регістри системи

Адреса регістра	Опис (значення)	Режим
РЕГІСТРИ СТАНУ РОБОТИ		
2000	Регістр КЕРУВАННЯ RS. Дані дійсні лише тоді, коли параметр 4.07 (Дозвіл RS) дозволяє роботу системи з RS. Значення бітів: біт 0 – не використовується біт 1 – послідовність 0 → 1 → 0 скидає повідомлення про аварію біти 2,3 – не використовуються біт 4 – 1 = примусове задавання PI з RS (регістр 2002) біт 5 – 1 = примусове задавання частоти з RS (регістр 2001) біт 6 – 1 = примусове керування START / STOP з RS біти 7,8,9,10,11,12,13,14 – не використовуються біт 15 – 1 = START 0 = STOP Біти 4,5,6 дають змогу примусово перевести керування системою на інтерфейс RS навіть тоді, коли задавачі або джерело сигналу START / STOP встановлені на значення, відмінне від «RS». Якщо, напр., Задавач А встановлено на «RS», то для задавання частоти з RS встановлювати біт 5 не потрібно. Примусове керування з RS бітами 4,5,6 спричиняє відключення джерела керування, встановленого параметрами. Біти 12,13,14 блокують роботу системи незалежно від встановленого виду керування (також коли, напр., керування йде через RS і біт 15 = 1).	запис / читання Зчитується значення, востаннє записане в цей регістр
2001	Задавач частоти RS - лише коли параметр 4.07 (Дозвіл RS) дозволяє роботу з RS. Роздільна здатність 0.01 Гц^{*)}, діапазон -32000...32000 напр. 2500 = 25.00 Гц обертання вправо або напр. -1220 = 12.20 Гц обертання вліво ^{*)}Увага: у векторному режимі Vector значення виражається в обертах за хвилину (rpm).	запис / читання
2002	Задавач регулятора PI - лише коли параметр 4.07 (Дозвіл RS) дозволяє роботу з RS. Роздільна здатність 0.1 %, діапазон 0...1000, напр. 445 = 44.5 %	запис / читання

Адреса регістра	Опис (значення)	Режим
2004	СТАН КЕРУВАННЯ Регістр, що вказує, звідки в даний момент походить джерело сигналу START/STOP і задавач частоти системи. біт 0 – 1 = активне керування А біт 1 – 1 = активне керування В біт 2 – 1 = задавач з аналогового входу 1 біт 3 – 1 = задавач з аналогового входу 2 біт 4 – не використовується біт 5 – 1 = задавач з мотопотенціометра біт 6 – 1 = задавач з виходу регулятора PI біт 7 – 1 = задавач з панелі керування біт 8 – не використовується біт 9 – 1 = START / STOP з цифрових входів (дистанційний) біт 10 – 1 = START / STOP з панелі керування (локальний) біт 11 – не використовується біт 12 – 1 = START / STOP задається через інтерфейс RS біт 13 – 1 = задавач частоти походить з інтерфейсу RS біт 14 – 1 = активна ПОСТІЙНА частота (f const) біт 15 – не використовується	лише читання
2005	не використовується	лише читання

Адреса регістра	Опис (значення)	Режим
2006	СТАН РОБОТИ Значення цього регістра слугує для ідентифікації стану системи. біт 0 - 1 = система працює біт 1 - 1 = активний один із задавачів панелі (частоти, регулятора PI або задавач користувача) біт 2 - 1 = систему заблоковано біт 3 - 1 = готовий до перезапуску (сигнал аварії скинуто, але причина аварії не зникла) біти 4,5,6 – не використовуються біт 7 - помилка CRC в EEPROM біти 8,9,10,11,12 - код аварії або попередження (0 = аварії немає) біт 13 - значення коду аварії: 0 = аварія, 1 = попередження біт 14 - напрямок роботи (0 = вправо, 1 = вліво) біт 15 - 1 = ідентифікаційний пуск (запускається пар. 1.10)	лише читання
РЕГІСТРИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПАРАМЕТРАМИ		
40xxx	Параметри групи 0. Аналогічно до параметрів на панелі керування, напр. Регістр 40003 відповідає параметру 0.3	лише читання
41xxx	Параметри групи 1. Аналогічно до параметрів на панелі керування, напр. Регістр 41020 відповідає параметру 1.20 ПРИМІТКИ: Зміна параметрів підлягає тим самим правилам, що й у разі роботи з панелі керування. Може знадобитися вимкнути блокування зміни параметрів (параметр 4.01 = регістр 44001) або ввести відповідний код доступу (параметр 4.02 = регістр 44002). Деякі параметри системи можна змінювати лише тоді, коли система не працює – див. Додаток А.	запис / читання
42xxx	Параметри групи 2. Аналогічно до параметрів на панелі керування, напр. Регістр 42001 відповідає параметру 2.01. ПРИМІТКИ ті самі.	запис / читання
43xxx	Параметри групи 3. ПРИМІТКИ ті самі.	запис / читання

Адреса реєстра	Опис (значення)	Режим
44xxx	Параметри групи 4. ПРИМІТКИ ті самі.	запис / читання

7.3. Обслуговування помилок зв'язку

У разі виникнення помилок передачі або надсилання команди з неправильними параметрами система відповідає у спосіб, передбачений стандартом MODBUS. Можливі зворотні коди помилок:

№ помилки	Опис
1	Невідома команда – коли надіслано команду, відмінну від 3 або 6,
2	Хибна адреса – адреса реєстра не підтримується системою (такого реєстра немає),
3	Хибне значення – командою 6 намагалися надіслати значення реєстра поза допустимим діапазоном.

У разі помилкової передачі (напр. помилка CRC) система не надсилає відповіді на команди.

8. Аварії та попередження

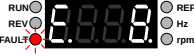
8.1. Повідомлення про аварії та попередження, що відображаються на панелі керування

Стан аварії сигналізується миганням червоного світлодіода (з написом «FAULT») та відображенням відповідного повідомлення. Після виникнення аварії перетворювач зупиняється. Щоб повторний запуск став можливим, потрібно усунути причину і скинути повідомлення про аварію — див. пункт 8.2.

Стан попередження сигналізується відповідним повідомленням на дисплеї. Зупинки роботи перетворювача не відбувається. Скидання повідомлення про попередження відбувається через усунення причини виникнення та натискання .

Таблиця 8.1. Коди аварій і попереджень

Код аварії	Вигляд дисплея	Опис	Можлива причина	Заходи
E. 1		Температура радіатора вища за 80 °C.	Утруднене проходження повітря, перевантаження системи, надто висока температура довкілля.	Перевірити ефективність вентиляції (справність вентиляторів і забруднення радіатора).
E. 3		Висока напруга кола DC.	Надто висока напруга мережі, інтенсивне гальмування двигуна.	Перевірити мережу живлення. Збільшити час гальмування (сповільнення) в пар. 1.31.
E. 4		Низька напруга кола DC.	Низька напруга мережі, відсутність однієї фази живлення.	Перевірити провідники та рівень напруг живлення.
E. 5		Коротке замикання на виході системи або несправність силового каскаду.	Коротке замикання в двигуні або в кабелі живлення двигуна.	Від'єднати двигун і перевірити, чи несправність зберігається; якщо так — звернутися до сервісу, якщо ні — перевірити ізоляцію провідників та обмоток двигуна.
E. 6		Завеликий струм двигуна.	Надто інтенсивний пуск. Різка зміна навантаження двигуна.	Збільшити час розгону двигуна в пар. 1.30.
E. 7		Теплове перевантаження двигуна.	Робота з перевантаженим двигуном або тривала робота з великим навантаженням і малими швидкостями	Перевірити навантаження двигуна (струм двигуна). Перевірити параметри теплової моделі двигуна
U. 8		Немає сигналу на аналоговому вході.	За налаштування входу з «живим нулем» (2-10 В або	Перевірити конфігурацію аналогових входів,

Код аварії	Вигляд дисплея	Опис	Можлива причина	Заходи
E. 8			4-20 мА – пар. 2.40) сигнал становить менше ніж 1 В або 2 мА. Залежно від налаштування пар. 3.23 виникне попередження (U.8) або аварія (E.8).	перевірити схему підключень (обігвані провідники тощо)
E. 13		Температура радіатора нижча за -10 °С.	Температура довкілля перетворювача надто низька.	Перевірити ефективність обігріву.
E. 21		Активний вхід зовнішньої несправності.	Залежно від конфігурації Користувача,	Перевірити стан на цифровому вході, вибраному як зовнішня несправність.
E. 27		Перевищено час очікування сигналу з RS.	Пошкодження провідника, неправильно встановлені параметри передачі.	Перевірити зовнішнє з'єднання та правильність параметрів RS.

8.2. Скидання повідомлення про аварію

Ручне скидання

Щоб скинути повідомлення про аварію, клавішу STOP (■) слід утримувати понад 2 секунди.

Скидання через цифровий вхід перетворювача

Параметр 3.70 дає змогу вибрати цифровий вхід, який слугуватиме для скидання повідомлення про аварію.

Дистанційне скидання через інтерфейс RS

Якщо активний вибраний параметром 4.07 дозвіл на роботу системи з керуванням RS, то послідовність 2 послідовних записів у регістр 2000 (MODBUS) дає змогу скинути повідомлення про аварію. Докладний опис значення бітів і способу скидання аварії наведено в описі регістра 2000.

8.3. Журнал історії аварій

Параметри 3.80...3.111 містять Журнал аварій, який дає змогу відтворити історію останніх 16 аварій.

Кожен запис у журналі аварій міститься у двох параметрах. Перший подає код аварії разом з кількістю виникнень у певну годину - рис. 8.1а. Другий — час її виникнення – рис. 8.1b.

Час виникнення аварії відлічується в годинах роботи перетворювача від моменту його першого ввімкнення в мережу.

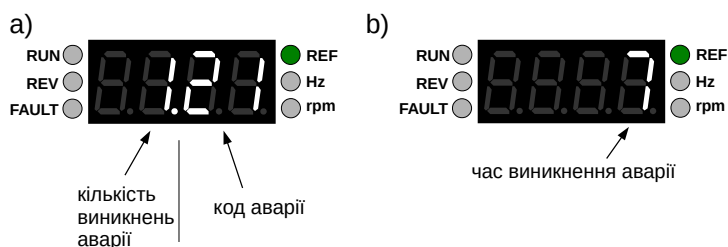


Рис. 8.1. Приклад аварії, зчитаної з пар. 3.80 (рис. а), разом з часом виникнення, зчитаним з пар. 3.81 (рис. б)

Параметри 3.80 і 3.81 стосуються найновішого запису аварії, а параметри 3.110 і 3.111 — найстарішого запису аварії.

За одну годину часу роботи перетворювача одна й та сама аварія може виникнути багато разів. Щоб у такому випадку не відбувалося надто швидке переповнення журналу аварій, збільшується лише кількість аварій у певну годину. Завдяки цьому зростає реальна кількість аварій, які можна запам'ятати.

9. Відновлення заводських параметрів

Відновлення заводських параметрів виконується встановленням параметра 4.4 на «1». Потрібен рівень доступу PD2 (пар. 4.02).

10. Періодичне обслуговування

У разі встановлення та експлуатації перетворювача згідно з його специфікацією часте періодичне обслуговування не потрібне. Уваги потребує забезпечення чистоти радіатора та вентилятора, а також стан з'єднань електричних провідників, зокрема захисного провідника РЕ. Графік оглядів перетворювача наведено в таблиці 10.1.

Радіатор

Велика кількість забруднень, осілих на радіаторі, погіршує відведення тепла і може стати причиною спрацювань теплового захисту перетворювача. Очищення радіатора можна виконати за допомогою стисненого, чистого й сухого повітря, застосувавши додатково пилосос, що вловлює забруднення.

Вентилятор

Підвищений шум внутрішнього вентилятора перетворювача свідчить про потребу його заміни. Просимо звертатися до сервісного відділу.

Перед початком робіт з обслуговування слід від'єднати перетворювач від напруги живлення і зачекати щонайменше 10 хвилин — це час, потрібний для розрядження внутрішніх конденсаторів кола DC та охолодження перетворювача.

Таблиця 10.1. Графік оглядів перетворювача

Місце огляду	Мета огляду	Періодичність огляду
Радіатор і вентилятор	Перевірка ступеня забруднення радіатора і вентилятора.	Не рідше ніж раз на 12 місяців ¹⁾
Стан з'єднань електричних провідників	Перевірка стану з'єднань, затягування клем.	

¹⁾ Огляди слід виконувати регулярно з періодичністю, залежною від ступеня експлуатації перетворювача та умов середовища (зокрема запиленість, вібрації).

Умови гарантії

Система охоплена гарантією згідно з інформацією, наведеною в гарантійному талоні. Виробник не несе відповідальності за дефекти, що виникли

внаслідок транспортування, неправильного використання, хибного монтажу, невідповідних умов середовища (зокрема температури, вологості, наявності агресивних чинників) та внаслідок перевищення

номінальних параметрів.

Додаток А – Таблиця параметрів перетворювача AFC200

Номери параметрів, наведені в додатку, стосуються відображення на панелі керування. У разі читання/запису через інтерфейс RS кожен параметр читається/записується через інший регістр. Напр. параметру 2.02 відповідає регістр 42002, параметру 4.30 відповідає регістр 44030 тощо.

Параметри ГРУПИ 0. Змінні процесу, лише для читання.

Параметр	Назва	Опис
ГРУПА 0: ЗМІННІ ПРОЦЕСУ – ПАРАМЕТРИ ЛИШЕ ДЛЯ ЧИТАННЯ		
0.02	N Двигуна	Поточна швидкість обертання двигуна в об/хв [rpm] – під час роботи у векторному режимі
0.04	F вихідна	Поточна вихідна частота перетворювача [Гц] – під час роботи в скалярному режимі U/f
0.05	F задана	Задана частота [Гц]
0.06	M двигуна	Момент двигуна %
0.07	Струм Дв.	Усереднений струм, що протікає через обмотки двигуна [A]
0.08	Напр. Дв.	Вихідна напруга АС перетворювача [В] (напруга двигуна)
0.10	Напруга DC	Напруга проміжного кола DC перетворювача [В]
0.14	Ia	Струм фази А двигуна [A]
0.15	Ib	Струм фази В двигуна [A]
0.16	Ic	Струм фази С двигуна [A]
0.23	Темп. рад.	Температура радіатора [°C]
0.30	Зад. PI	Значення поточного задавача регулятора PI [%]
0.31	Вх. PI	Поточне значення входу регулятора PI [%]
0.32	Похибка PI	Похибка регулятора PI [%]
0.33	Вих. PI	Вихідне значення регулятора PI [%]
0.35	Час ON	Кількість годин роботи перетворювача [год]
0.40	AI1	Значення аналогового входу 1 [%]
0.41	AI2	Значення аналогового входу 2 [%]
0.43	AO1	Значення аналогового виходу 1 [%]
0.45	Зад. A1	Значення аналогового задавача 1 [%]
0.46	Зад. A2	Значення аналогового задавача 2 [%]
0.48	Стан цифр. входів (DI)	Стан усіх 6 цифрових входів (для RS – 6 молодших бітів регістра)

Параметр	Назва	Опис
0.50	Стан RS1	Відповідає значенню, записаному в реєстр 2000 через RS
0.51	Версія	Версія програмного забезпечення клавіатури
0.52	Зад. RS	Задавач RS. Відповідає значенню, записаному в реєстр 2001 через RS [Гц] або [rpm]
0.53	Зад. PI RS	Задавач PI RS. Відповідає значенню, записаному в реєстр 2002 через RS [%]

Параметри груп: 1 – 4

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
ГРУПА 1: КОНФІГУРАЦІЯ ПРИВОДА				
1.01 Потужн. Pn	Номінальна потужність двигуна	0.0 ... 3.0 кВт	Номін. потужн. перетворювача	НІ
1.02 Оберти Rn	Номінальна швидкість двигуна	0 ... 9999 rpm	1450 rpm	НІ
1.03 Струм In	Номінальний струм двигуна	0.00 ... 30.0 А	Номін. струм перетворювача	НІ
1.04 Напруга Un	Номінальна напруга двигуна	0 ... 999 В	230 В	НІ
1.05 Част. fn	Номінальна частота двигуна	0.0 ... 320.0 Гц	50.0 Гц	НІ
1.06 cos n	Номінальний cos фп двигуна	0.50 ... 1.00	0.80	НІ
1.10 Ідент. пуск	Визначення параметрів двигуна	0: без ідентифікації 1: виконання ідентифікації параметрів схеми заміщення двигуна (потрібне для роботи у векторному режимі)	0	НІ
1.11 Rs	Опір статора Rs	0 ... 300.0 Ом		НІ

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
1.20 Режим роботи	Режим роботи системи	0-U/f лін.: робота в скалярному режимі (лінійна характеристика) 1-U/f кв.: робота в скалярному режимі (квадратична характеристика) 2: не використовується 3-Vector: робота у векторному режимі	0	НІ
1.21 F несуча	Частота комутації	0: 4 кГц 1: 8 кГц 2: 16 кГц	0	НІ
1.30 Розгін	Заданий час розгону від 0 Гц до 50 Гц	0.0 ... 320.0 с	5.0 с	ТАК
1.31 Сповільнення	Заданий час сповільнення від 50 Гц до 0 Гц	0.0 ... 320.0 с	5.0 с	ТАК
1.37 Час ініціалізації	Час, після якого можна буде запустити перетворювач від моменту подачі живлення	0...200 с	0 с	ТАК
1.38 Затримка stop	Час початку зупинки від моменту подачі сигналу STOP	0...200 с	0 с	ТАК
1.40 F max	Макс. вихідна частота	0.0 ... 320.0 Гц <i>Увага: див. також пар. 2.12</i>	55.0 Гц	ТАК
1.41 I ліміт S	Обмеження струму для двигунного режиму	0.0 ... 200.0 % In двигуна	150.0 %	ТАК
1.43 M ліміт S	Обмеження моменту для двигунного режиму	0.0...200.0% Mn двигуна	150.0%	ТАК
1.50 U0	Напруга для вихідної частоти F0 (пар. 1.51)	0.0 ... 40.0 % Un двигуна	2.0 %	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
1.51 F0	Частота F0	0.0 ... 20.0 %	0.0 %	ТАК
1.52 U1	Напруга для вихідної частоти F1 (пар. 1.53)	0.0 ... 40.0 %	20.0 %	ТАК
1.53 F1	Частота F1	0.0 ... 25.0 %	25,0 %	ТАК
1.60 Компенс. s	Компенсація ковзання	0-НІ: вимкнена 1-ТАК: увімкнена	0	ТАК
1.64 Тип Stop	Зупинка вибігом або за рампою	0-Вибіг: після команди STOP зупинка вибігом (напругу знято негайно) 1-Ramp: спершу сповільнення до 0 Гц і лише потім вимкнення	0	ТАК
1.65 Блок. напр.	Блокування напрямку роботи	0: двонапрямна робота 1: однонапрямна робота 2: однонапрямна робота (напрямок протилежний до налаштування «1») 3-DI4/DI5: вибір напрямку блокування за допомогою цифрових входів DI4 → «1» і DI5 → «2»	0	ТАК
1.70 Підс. Per.n	Підсилення регулятора швидкості	0..5000	60	НІ
1.71 Ст.І Per.n	Стала І регулятора швидкості	0..5000	40	НІ
1.72 Підс. Per.M	Підсилення регулятора моменту	0..5000	30	НІ
1.73 Ст.І Per.M	Стала І регулятора моменту	0..5000	130	НІ
1.74 Підс. Per.S	Підсилення регулятора потоку двигуна	0..5000	60	НІ
1.75 Ст.І Per.S	Стала І регулятора потоку двигуна	Сервісний параметр	100	НІ

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
1.90 F elim1 min	Нижня частота смуги виключення 1	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
1.91 F elim1 max	Верхня частота смуги виключення 1	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
1.92 F elim2 min	Нижня частота смуги виключення 2	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
1.93 F elim2 max	Верхня частота смуги виключення 2	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
1.94 F elim3 min	Нижня частота смуги виключення 3	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
1.95 F elim3 max	Верхня частота смуги виключення 3	0.00 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
ГРУПА 2: ЗАДАВАЧІ ТА КЕРУВАННЯ				
2.01 Керування В	Увімкнення варіанта А або В керування	0-Вимк.: активне «місце керування А» 1-DI1 .. 6-DI6: вибір місця керування А/В за допомогою цифрового входу (0 В → А, 24 В → В) 7-Увімк.: активне «місце керування В» Увага: <i>Для версій програмного забезпечення 12 і нижчих:</i> 0-Вимк.: Керування А 1-Увімк.: Керування В	0 (активне «місце керування А»)	ТАК

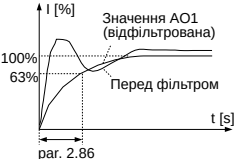
Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.02 Задавач А	Вибір задавача для Керування А	0-Клав.: задавач частоти з панелі 1-AI1: задавання частоти сигналом з аналогового входу 1 2-AI2: задавання частоти сигналом з аналогового входу 2 3: не використовується 4-Вих.РІ: задавання частоти з регулятора РІ 5-MotPot: задавання сигналами збільшити/зменшити мотопотенціометра 6-RS: задавання через інтерфейс RS-485 (Modbus) 7-задА1: задавання частоти сигналом з аналогового задавача А1 8-задА2: задавання частоти сигналом з аналогового задавача А2	0	ТАК
2.03 Задавач В	Вибір задавача для Керування В	те саме	1	ТАК
2.04 Start А	Вибір джерела сигналу START/STOP для Керування А	0-DI: дистанційне керування Start/Stop (з цифрових входів системи – див. пар. 2.8) 1-Клав.: локальне керування START/STOP з панелі 2-RS: керування Start/Stop через інтерфейс RS-485 (Modbus)	1	ТАК
2.05 Start В	Вибір джерела сигналу START/STOP для Керування В	те саме	0	ТАК
2.06 Напр. А	Вибір сигналу керування напрямком для Керування А	те саме	1	ТАК
2.07 Напр. В	Вибір сигналу керування напрямком для Керування В	те саме	0	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.08 Дист. старт	Варіант дистанційного керування START/STOP	0: DI1 = START/STOP, DI2 = напрямок 1: DI1 = СТАРТ ВПРАВО, DI2 = СТАРТ ВЛІВО 2: імпульс DI1 = START, імпульс DI2 = STOP 3: те саме + DI3 = напрямок 4: DI1 = START/STOP 5: DI1 or DI2 = START/STOP 6: DI1 and DI2 = START/STOP	0	ТАК
2.11 Зад. min	Задана частота, що відповідає 0 % задавача	-320.0 ... 320.0 Гц	0.00 Гц	ТАК
2.12 Зад. max	Задана частота, що відповідає 100 % задавача	-320.0 ... 320.0 Гц <i>Увага: див. також пар. 1.40</i>	50.00 Гц	ТАК
2.13 F Stop	Мінімальне абсолютне значення заданої частоти	0.00 ... 55.00 Гц	0.00 Гц	ТАК
2.14 Використ. F Stop	Зупинка для f < пар. 2.13	<u>Програмне забезпечення від версії 15.0:</u> 0: система обмежить частоту до пар. 2.13 1: система зупиниться, якщо задана F нижча за мінімум, визначений пар. 2.13 <i>Увага: у нижчих версіях програмного забезпечення функції поміняно місцями.</i>	0	ТАК
2.20 Мотопот. вгору	Джерело сигналу «збільшити» для задавача мотопотенціометра	0-Вимк.: немає 1-DI1 .. 6-DI6: збільшити задавач, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу	0	ТАК
2.21 Мотопот. вниз	Джерело сигналу «зменшити» для задавача мотопотенціометра	0-Вимк.: немає 1-DI1 .. 6-DI6: зменшити задавач, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу	0	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.22 Мотопот. скид	Режим мотопотенціометра	0: натискання клавіші STOP спричиняє скидання налаштування мотопотенціометра 1: значення налаштування мотопотенціометра зберігається в пам'яті. Змінити налаштування під час простою неможливо 2: значення налаштування поточного задавача відстежується мотопотенціометром. Застосовується для плавного переходу з поточного задавача на мотопотенціометр 3: значення налаштування мотопотенціометра зберігається в пам'яті. Зміна налаштування під час простою можлива.	0	ТАК
2.23 Час мотоп.	Час наростання / спадання задавача мотопотенціометра	0.0 ... 320.0 с	10.0 с	ТАК
2.24	Логіка DI1	0: без інверсії цифрового входу DI1 1: інверсія цифрового входу DI1	0	ТАК
2.25	Логіка DI2	0: без інверсії цифрового входу DI2 1: інверсія цифрового входу DI2	0	ТАК
2.26	Логіка DI3	0: без інверсії цифрового входу DI3 1: інверсія цифрового входу DI3	0	ТАК
2.27	Логіка DI4	0: без інверсії цифрового входу DI4 1: інверсія цифрового входу DI4	0	ТАК
2.28	Логіка DI5	0: без інверсії цифрового входу DI5 1: інверсія цифрового входу DI5	0	ТАК
2.29	Логіка DI6	0: без інверсії цифрового входу DI6 1: інверсія цифрового входу DI6	0	ТАК
2.30 Виб. F ст.0	Джерело сигналу W1 для вибору постійних швидкостей	0-Вимк.: W1 = 0 1-DI1 .. 6-DI6: W1=1, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу	0	ТАК
2.31 Виб. F ст.1	Джерело сигналу W2 для вибору постійних швидкостей	аналогічно, те саме.	0	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.32 Виб. F ст.2	Джерело сигналу W3 для вибору постійних швидкостей	аналогічно, те саме.	0	ТАК
2.33 F постійна 1	Постійна частота 1	0.00 ... 320.0 Гц	10.00 Гц	ТАК
2.34 F постійна 2	Постійна частота 2	0.00 ... 320.0 Гц	20.00 Гц	ТАК
2.35 F постійна 3	Постійна частота 3	0.00 ... 320.0 Гц	25.00 Гц	ТАК
2.36 F постійна 4	Постійна частота 4	0.00 ... 320.0 Гц	30.00 Гц	ТАК
2.37 F постійна 5	Постійна частота 5	0.00 ... 320.0 Гц	40.00 Гц	ТАК
2.38 F постійна 6	Постійна частота 6	0.00 ... 320.0 Гц	45.00 Гц	ТАК
2.39 F постійна 7	Постійна частота 7	0.00 ... 320.0 Гц	50.00 Гц	ТАК
2.40 Конф. AI1	Конфігурація Аналогового входу AI1 (напругового)	0: 0-10 В 0 В = 0.0 % 10 В = 100.0% 1: 10-0 В 10 В = 0.0 % 0 В = 100.0% 2: 2-10 В 2 В = 0.0 % 10 В = 100.0% 3: 10-2 В 10 В = 0.0 % 2 В = 100.0%	0	ТАК
2.41 Конф. AI2	Конфігурація Аналогового входу AI2 (струмового)	0: 0-20 мА 0 мА = 0.0 % 20 мА = 100.0%) 1: 20-0 мА 20 мА = 0.0 % 0 мА = 100.0% 2: 4-20 мА 4 мА = 0.0 % 20 мА = 100.0% 3: 20-4 мА 20 мА = 0.0 % 4 мА = 100.0%)	0	ТАК
2.43 Масштаб AI1	Масштаб аналогового задавача Зад.А1	-500.0 ... 500.0 %	100.0 %	ТАК
2.44 Масштаб AI2	Масштаб аналогового задавача Зад.А2	-500.0 ... 500.0 %	100.0 %	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.46 Зміщ. AI1	Зміщення аналогового задавача Зад.А1	-500.0 ... 500.0 %	0.0 %	ТАК
2.47 Зміщ. AI2	Зміщення аналогового задавача Зад.А2	-500.0 ... 500.0 %	0.0 %	ТАК
2.49 Фільтр AI1	Стала часу фільтра нижніх частот	0.00 ... 50.00 с	0.10 с	ТАК
2.50 Фільтр AI2	Стала часу фільтра нижніх частот	0.00 ... 50.00 с	0.10 с	ТАК
2.60 Виб.Зад.PI	Вибір задавача регулятора PI	0-Клав.: задавання частоти з панелі 1-AI1: задавання частоти сигналом з аналогового входу AI1 2-AI2: задавання частоти сигналом з аналогового входу AI2 3: не використовується 4-RS: задавання через інтерфейс RS-485	0	ТАК
2.61 Виб.Вх. PI	Вибір входу регульованої величини для регулятора PI	0-Зад.А1: задавання регульованої величини з аналогового задавача Зад.А1 1-Зад.А2: задавання регульованої величини з аналогового задавача Зад.А2	0	ТАК
2.62 Інверс. похибки	Інверсія похибки регулятора	0: НІ 1: ТАК	0	ТАК
2.63 Підсил. P	Підсилення пропорційної ланки регулятора PI	0 ... 3000 %	100 %	ТАК
2.64 Стала І	Стала часу І регулятора PI	0.00 ... 320.0 с	0.10 с	ТАК
2.66 max.Вих. PI	Обмеження значення виходу регулятора PI «згори»	0,0 ... 300,0 %	100.0 %	ТАК

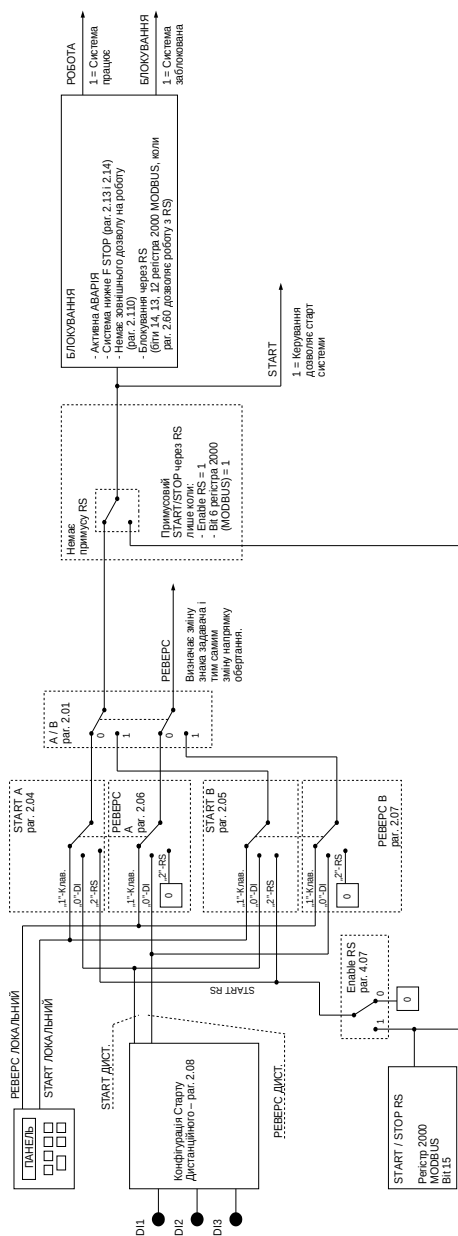
Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.67 min.Вих. PI	Обмеження значення виходу регулятора PI «знизу»	-300,0 ... 0,0 %	0.0 %	ТАК
2.68 Скидання PI	Обнулення виходу PI, коли систему зупинено	0: обнулення на STOP 1: регулятор увесь час активний	0	ТАК
2.80 Вибір АО1	Вибір сигналу для аналогового виходу АО1	0-Оберт: швидкість зі знаком 0.0 % = -Nn, 50.0 % = 0, 100.0 % = Nn 1- оберт : швидкість без знака 0 % = 0, 100 % = Nn 2-F вих.: вихідна частота 100.0 % = Fn 3-Струм: вихідний струм 100.0 % = In 4- наван.]: навантаження без знака 100.0 % = 2Mn 5-наван.: навантаження зі знаком 100 % = 2Mn, 50 % = 0, 0 % = -2Mn 6-U.двиг: вихідна напруга 100.0 % = Un	2	ТАК
2.82 Конф. АО1	Конфігурація аналогового виходу АО1	0: 0-20 mA 0 mA = 0.0 % 20 mA = 100.0%) 1: 20-0 mA 20 mA = 0.0 % 0 mA = 100.0%) 2: 4-20 mA 4 mA = 0.0 % 20 mA = 100.0%) 3: 20-4 mA 20 mA = 0.0 % 4 mA = 100.0%)	0	ТАК
2.84 Масштаб АО1	Масштаб аналогового виходу АО1	0.0 ... 500.0%	100.0 %	ТАК
2.86 Фільтр АО1	Стала часу фільтра нижніх частот виходу АО1	0.01 ... 50.00 с 	0.10 с	ТАК

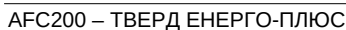
Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.90 K1 функц. 1	Функція 1 реле K1	0-Неакт: реле неактивне 1-Робота: увімк., коли до двигуна підключено напругу 2-Готовий: система готова до роботи 3-Аварія: виникла аварія 4-н.Ав.: не аварія 5: не використовується 6: не використовується 7-Фпор1: перевищення F порогова1 8-Фпор2: перевищення F порогова2 9-Ф.зад.: досягнення заданої частоти 10-Поп.Те: попередження про перевищення запрограмованого порога температури радіатора 11-Поп.Ан: попередження про помилку аналогового сигналу (немає «живого нуля», сигнал нижчий за 2 В або 4 мА; система має зону нечутливості в діапазоні 2..1 В і 4..2 мА - попередження з'явиться лише після її перевищення) 12-Акт.DI1: активний цифровий вхід DI1 13-Акт.DI1-2: активний цифровий вхід DI1 or DI2 14-Акт.DI1-3: активний цифровий вхід DI1 or DI2 or DI3	2	ТАК
2.91 K1 функц. 2	Функція 1 реле K1	те саме	0	ТАК
2.92 K2 функц. 1	Функція 1 реле K2	те саме	0	ТАК
2.92 K2 функц. 2	Функція 2 реле K2	те саме	0	ТАК
2.98 F порогова 1	Порогова частота 1	0.00 ... 320.0 Гц	25.00 Гц	ТАК
2.99 F порогова 2	Порогова частота 2	0.00 ... 320.0 Гц	45.00 Гц	ТАК
2.100 Попер. Темп.	Поріг спрацювання попередження про температуру радіатора	0 ... 80 °C	70 °C	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
2.110 Дозвіл роботи	Зовнішній дозвіл роботи	0-Вимк.: робота неможлива 1-DI1 .. 6-DI6: робота можлива, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу 7-Увімк.: робота можлива	7	ТАК
2.112 Аварійний стоп	Аварійний стоп з цифрових входів	0-Вимк.: функцію аварійного стопу з цифрових входів вимкнено 1-DI1 .. 6-DI6: аварійний стоп, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу	0	НІ
ГРУПА 3: АВАРІЇ				
3.02 Блокування і ² t	Увімкнення блокування від теплового перевантаження	0-НІ: неактивне 1-ТАК: увімкнене	0	НІ
3.03 І тепловий	Налаштування струму теплового захисту двигуна	0.0 ... 200.0 %	100.0 %	НІ
3.04 І тепл. 0	Налаштування теплового захисту для зупиненого двигуна	0.0 ... 200.0 %	50.0 %	НІ
3.05 Стала тепл.	Стала нагрівання двигуна	0 ... 320 хв.	3 хв	НІ
3.10 Зовн. несправн.	Вибір джерела зовнішньої несправності	0-Вимк.: вимкнено 1-DI1 .. 6-DI6: повідомлення про зовнішню несправність, коли на цифровий вхід 1...6 подано напругу	0	ТАК
3.23 Реак.нема 4mA	Реакція на відсутність аналогового сигналу (рівень <2 В (4 mA))	0-Немає: система не зреагує 1-Попередж.: буде відображено попередження, система й далі працюватиме з останньою заданою частотою 2-Аварія: система зупиниться і буде відображено повідомлення <i>Увага: система має зону нечутливості в діапазоні 2...1 В і 4...2 mA</i>	0	ТАК

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
3.60 Реак.нема RS	Реакція на відсутність зв'язку через інтерфейс RS	0-Немає: система не зреагує 1-Аварія: система зупиниться з повідомленням про аварію	0	ТАК
3.61 Час нема RS	Допустимий час відсутності зв'язку RS	1 ... 600 с	30 с	ТАК
3.70 Зовн. скидання	Джерело зовнішнього скидання	0-Вимк.: скидання несправності ззовні неможливе 1-DI1 .. 6-DI6: скидання несправності за допомогою цифрового входу	4	ТАК
3.80 Зап. Ав.1	Журнал аварій 1 (найновіший запис)	номер аварії (лише для читання)		Лише читання
3.81 Час Ав.1	Журнал часу виникнення аварії, що міститься в записі 1	час [год] (лише для читання)		Лише читання
...	...	...		...
3.110 Зап. Ав.16	Журнал аварій 16 (найстаріший запис)	номер аварії (лише для читання)		Лише читання
3.111 Час Ав.16	Журнал часу виникнення аварії, що міститься в записі 16	час [год] (лише для читання)		Лише читання
ГРУПА 4: КОДИ ДОСТУПУ, НАЛАШТУВАННЯ ЗВ'ЯЗКУ RS І ДИСПЛЕЯ				
4.02 Рівень/КОД	Рівень доступу (читання) Код доступу (запис)	Рівень доступу PD0 ... PD2 Код доступу 0 ... 5000 Заводський код для PD1 = 14 Заводський код для PD2 = 15	2	ТАК
4.03 Новий КОД	Зміна коду доступу до поточного рівня доступу	Новий код доступу 0 ... 5000	0	ТАК
4.04 Завод. пар.	Відновлення заводських налаштувань	0: не активне 1: відновлення заводських налаштувань перетворювача (потрібен рівень доступу PD2)	0	НІ

Параметр / Назва	Функція	Діапазон налаштувань / одиниця / примітки	Завод. знач.	Зміна під час роботи
4.07 Дозвіл RS	Дозвіл на роботу з RS	0-Вимк.: робота з RS заборонена 1-DI1 .. 6-DI6: увімкнення дозволу RS за допомогою цифрового входу 7-Увімк.: робота з RS дозволена	0	ТАК
4.08 Швидкість RS	Швидкість передачі	0: 9600 біт/с 1: 19200 біт/с 2: 38400 біт/с	0	ТАК
4.09 № Вузла	Ідентифікаційний номер пристрою Modbus	0 ... 247	12	ТАК
4.10 L1 на STOP	Величина, що відображається, коли система не працює	2: параметр 0.02 ... 48: параметр 0.48	5	ТАК
4.11 L1 на START	Величина, що відображається, коли система працює	2: параметр 0.02 ... 48: параметр 0.48	5	ТАК





Додаток D – Декларація Відповідності EU



DEKLARACJA ZGODNOŚCI UE



My:

Nazwa producenta: **TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o.**
Adres producenta: **Aleksandrowska 28-30, 87-100 Toruń, Polska**
Telefon: **+48 56 654-60-91**
WWW, e-mail: **www.twerd.pl twerd@twerd.pl**

oświadczamy na wyłączną odpowiedzialność, że produkt:

Nazwa produktu: **Przełącznik częstotliwości**
Typ: **AFC200**
Zakres mocy: **0,37 kW ÷ 3.0 kW**

zainstalowany i użytkowany zgodnie z instrukcją obsługi jest zgodny z poniższymi normami i dyrektywami:

Dyrektywa 2014/35/UE: Urządzenia elektryczne niskonapięciowe (LVD)

- **PN-EN 61800-5-1:2007+A1:2017-07+A11:2021-07:** Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości -- Część 5-1: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa -- Elektryczne, ciepłe i energetyczne.

Dyrektywa 2014/30/UE: Kompatybilność Elektromagnetyczna (EMC)

- **PN-EN 61800-3:2008+A1:2012:** Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości -- Część 3: Wymagania dotyczące EMC i specjalne metody badań.

Dyrektywa 2011/65/EU: Ograniczenia stosowania niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (RoHS)

- **PN-EN IEC 63000:2019-01:** Dokumentacja techniczna do oceny produktów elektrycznych i elektronicznych w odniesieniu do ograniczenia substancji niebezpiecznych.

Norma PN-EN 50178:2003: Urządzenia elektroniczne do stosowania w instalacjach dużej mocy.

TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o.

Oleksandr Skliar

Dyrektor ds. rozwoju i
stosunków międzynarodowych
Prokurent

Oleksandr Skliar

Dyrektor ds. rozwoju i stosunków międzynarodowych / Prokurent

TWERD ENERGO-PLUS

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

87-100 Toruń, ul. Aleksandrowska 28-30

tel. 56 654 60 91

NIP 9562337873 REGON 380968365

KRS 0000743645

Data podpisania: 2025-05-20

TWERD ENERGO-PLUS Sp. z o.o.

ul. Aleksandrowska 28-30
87-100 Toruń, PL

тел. +48 56 654 60 91
e-mail: twerd@twerd.pl

