

ДКПП 31.10.50

ВАТ «Запорізький електроапаратний завод»



ЕЛЕКТРОПРИВОДИ СЕРІЇ ЕКТ4Д1

ЗМІСТ

1	Опис та робота	
1.1	Призначення	5
1.1.2	Призначення та функції керування двигуном	5
1.1.3	Умови експлуатації	5
1.1.4	Структура умовного позначення, опції	5
1.2	Технічні дані	
1.2.1	Технічні дані	8
1.2.2	Режими та характеристики МПСУ	9
1.2.3	Параметри сигналів ДК	9
1.2.4	Захисні характеристики	10
1.3	Склад виробу	10
1.3.1	Стандартне постачання	10
1.3.2	Застосування додаткового обладнання	10
1.4	Робота виробу	1.4
1.4.1	Структурна схема	11
1.4.2	Конструкція	13
1.4.3	Система управління	13
1.4.4	Вибір способу керування електроприводом та джерела завдання частоти	18
1.4.5	Функції регулювання електроприводу	18
1.4.5.1	Підвищення пускового моменту	18
1.4.5.2	Регулятор струмообмеження при розгоні	18
1.4.5.3	Регулятор гальмування за граничним значенням U_d	19
1.4.5.4	ПІ-регулятор	19
1.4.5.5	Пропуск резонансних частот	21
1.4.5.6	Гальмування постійним струмом	21
1.4.6	Функції захисту	21
1.5	Маркування	21

1.6	Упакування	22
2	Використання за призначенням	
2.1	Експлуатаційні обмеження	22
2.2	Підготовка до роботи	
2.2.1	Загальні вказівки	
2.2.2	Заходи безпеки	22
2.2.3	Порядок встановлення	22
2.2.4	Попередня перевірка	29
2.3	Використання виробу	
2.3.1	Перше включення	29
2.3.2	Робота від місцевого пульта управління	29
2.3.3	Рекомендації щодо налаштування параметрів	30
2.4	Можливі несправності та їх усунення	
3	Технічне обслуговування	31
4	Зберігання	32
5	Транспортування	33
6	Утилізація	33
7	Гарантія виробника	33
8	Комплектність	33
9	Свідоцтво про пакування	34
10	Свідоцтво про приймання	34
11	Відомості про ціну та умови придбання виробу	35
12	Відомість експлуатаційної документації	35
	Додаток А - Схема зовнішніх підключень	36
	Додаток Б - Габаритні, настановні, приєднувальні розміри	37
	Додаток В - Органи управління, індикації та сигналізації	38
	Додаток Г - Схема електрична принципова	39
	Додаток Д - Підключення пульта дистанційного керування (комплектуються за окремим замовленням)	40
	Додаток Е - Технічні характеристики додаткового обладнання опцій	41
	Додаток Ж - Опис протоколу зв'язку за інтерфейсом RS485	42
	Аркуш реєстрації	46

КЕРІВНИЦТВО З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ЄЦАІ.655324.014 РЕ

Даний посібник з експлуатації (РЕ) призначений для ознайомлення з принципом роботи, конструкцією, правилами технічного обслуговування, містить вказівки щодо монтажу та правильної експлуатації електроприводів модульної серії ЕКТ4Д1 (далі – «електроприводи»).

Електроприводи відповідають технічним умовам ТУ УЗ.69-14281020-032-2000.

Електроприводи є виробами підвищеної складності, їх обслуговування має виконуватися персоналом, який пройшов спеціальну підготовку, який має кваліфікацію інженера-електрика, інженера-електромеханіка або інженера електронної техніки та навички практичної роботи з обслуговування автоматизованого електроприводу.

У зв'язку з постійним удосконаленням електроприводів у виробі можливі неprincipові зміни схеми та конструкції, що не погіршують якість та надійність виробу.

Обережно!

- Переконайтеся, що напруга мережі живлення відповідає вказаному на паспортній табличці електроприводу. Місце встановлення електроприводу повинно виключати попадання прямих сонячних променів, також слід вибирати місця без пилу, бруду та агресивних парів та газів.

- Монтуйте прилад на вертикальній вогнетривкій площині.

А Категорично забороняється торкатися вихідних клем «U», «V», «W», «P» та «B» при включеному електроприводі

Увага!

1. При експлуатації електроприводу не допускається подача напруги мережі живлення на вихідні клеми.

2. Неприпустимо піддавати електропривод або його частини випробуванню на електричну міцність (ці випробування проведено на підприємстві-виробнику).

3. Завжди слід пам'ятати, що електропривод містить силові електролітичні конденсатори, напруга на яких може зберігатися довго після відключення від мережі.

При обслуговуванні електроприводу обов'язково слід перевірити наявність напруги на конденсаторах і, за необхідності, розрядити їх, як зазначено в розділі 3.

4. Встановлення та використання електроприводу повинні здійснюватися відповідно до міжнародних та вітчизняних норм з електромагнітної сумісності обладнання, ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

1 ОПИС І РОБОТА

1.1 Призначення

1.1.1 Призначення та функції керування двигуном.

Електроприводи серії ЕКТ4Д1 на струми 16-63 А призначені для регулювання частоти обертання та захисту трифазних асинхронних електродвигунів (АТ) потужністю 5,5-30кВт із короткозамкненим або

фазним ротором загальнопромислових та спеціальних модифікацій.

ЕКТ забезпечують такі способи управління, режими роботи та види захистів АТ:

- ручне місцеве чи дистанційне завдання частоти обертання;
- плавний пуск та зупинка з регульованим часом;
- плавне гальмування чотирма способами (вільне вибігання, частотне, динамічне, інжекцією постійного струму в обмотку статора);
- реверс;
- розгін із підвищеним пусковим моментом;
- автоматичне керування в режимі підтримки технологічного параметра (тиск, витрата, температура та ін.) у приводах автоматизованих систем регулювання (ПІ регулятор);
- штовховий режим АТ (пробний пуск, налагодження);
- виключення механічних резонансів;
- зв'язок із пристроєм управління верхнього рівня по послідовному порту RS485;
- захист від короткого замикання між фазами артеріального тиску;
- захист від замикання фази АТ на «землю»;
- захист від обриву фази артеріального тиску.

1.1.2 Умови експлуатації

Електроприводи призначені для роботи в закритих приміщеннях за таких умов:

- 1) діапазон робочих температур від плюс 1 до плюс 40 ° С;
- 2) довкілля пожежобезпечне, невибухонебезпечне, вміст неструмопровідного пилу трохи більше 0,5 мг/м³, атмосфера промислових підприємств, яка містить агресивних газів і парів у концентраціях, що руйнують метали, ізоляцію та його покриття;
- 3) оболонки шаф електроприводів забезпечують ступінь захисту IP21 (стандартне виконання) або інший відповідно до таблиці 1;
- 4) показники якості електроенергії для живлення електроприводів мають бути:
 - відхилення напруги мережі живлення змінного струму від номінального значення (+10 -15)%;
 - відхилення частоти (живильної) мережі змінного струму від номінального не повинно перевищувати $\pm 2 \%$;
- 5) верхнє значення відносної вологості навколишнього середовища 80% за температури 25 °С;
- 6) висота над рівнем моря до 1000 м-коду.

1.1.3 Структура умовного позначення опції.

Серія ЕКТ4Д1 має модульну структуру, тобто. в залежності від вимог споживача поставляються різні за структурою набори складових частин (модулів) та функцій (опцій) електроприводу, що забезпечують роботу в таких умовах:

- віддаленості АТ від місця встановлення шафи ЕКТ на відстань понад 15 м;
- потужності мережі живлення, що дозволяє розвиток ударного струму короткого замикання більше 10 кА;

- необхідності динамічного гальмування АТ у різний спосіб у т.ч. інжекцією постійного струму до статора;
- необхідності придушення перешкод радіочастотного діапазону по мережі живлення;

- необхідності дистанційного керування від віддаленого пульта;
- необхідності підтримання необхідного значення технологічного параметра (тиску, витрати, температури, рівня тощо) в автоматизованих системах регулювання різних технологічних процесів.

У більшості випадків об'єкт та умови експлуатації дозволяють не використовувати повний комплект модулів та функцій, тому необхідний склад опціональної конфігурації відображається у структурі умовного позначення електроприводу у вигляді восьмиелементного шифру типовиконання.

Структура умовного позначення

Шифр типовиконання

ЕКТ4Д1- Х1 - Х2 - У1У2У3У4У5У6У7У8 - УХЛ4

ЕКТ – умовне позначення;

4 – порядковий номер розробки;

Д – основний спосіб гальмування – динамічний;

1 - модульне виконання

Х] - номінальний вихідний струм, А: 16; 25; 32; 40; 63.

Х2-максимальна вихідна частота: 50 (стандартне постачання), 60,200,400; У1... У 8- Шифр типовиконання (таблиця 1);

УХЛ4 - кліматичне виконання та категорія розміщення.

Розшифрування елементів позначення опціональної конфігурації

(восьмиелементний шифр типовиконання)

Таблиця 1

Порядковий номер елемента типовиконання	Опції
У1	Наявність мережевого фільтра та захисних апаратів (дросель мережевий, запобіжники, вимикач), розміщених в одному блоці (блок захисту мережевий БЗС), що має типовиконання по комплектації: 0 - Без блоку БЗС; 1 - блок БЗС повної комплектації; 2 - блок БЗС без автоматичного вимикача; 3 - Блок БЗС без мережевого дроселя.
У2	Наявність фільтра електромагнітної сумісності (радіоперешкод). Конкретні параметри фільтра, необхідного споживачеві, узгоджуються додатково. 0 - без фільтра 1-е фільтром
У3	Наявність зовнішнього дроселя фільтра ланки постійного струму: 0 - без дроселя 1-е дроселем

Порядковий номер елемента типовиконання	Опції
У4	Наявність блоку вихідного фільтра зниження імпульсних перенапруг на обмотках АТ (блок фільтра двигуна БФД) та блоку RC-фільтра: 0 - без блоку БФД та блоку RC; 1 - з блоком RC; 2- з блоком БФД; 3- з блоком БФД та блоком RC;
У5	Наявність вбудованого модуля динамічного гальмування (ДП) та зовнішнього блоку резистора гальмівного (блоку БРТ): 0 - без модуля ДП та блоку БРТ 1 - вбудований модуль ДП, без блоку БРТ 2 - вбудований модуль ДП та блок БРТ
У6	Наявність пульта дистанційного керування ПДУ: 0 - без ПДК 1-е ПДУ оперативного призначення з функціями: а) частотомір із трирозрядним цифровим індикатором; б) потенціометр завдання частоти; в) чотири кнопки управління: - «пуск» - «стоп» -»вперед» - «назад» 2 - повнофункціональний ПДК* Довжина кабелю ПДУ узгоджується із споживачем додатково, але не більше 100м * знаходиться у стадії розробки
У7	Параметри сигналу зворотного зв'язку ПІ - регулятора технологічного параметра (від датчика швидкості, температури, тиску, витрати, рівня): 1- 0 ...10В 2- 0... 10 мА 3- 4...20 мА 4 – нестандартний датчик (параметри вказує споживач)
У8	Ступінь захисту оболонки згідно з ГОСТ 14254-96: 0- IP20 1- IP21 2- IP23 3- IP54 4 - на вимогу споживача

Записи типовиконання під час замовлення електроприводів формуються за даними опитувальних листів споживачів.

Приклад запису умовного позначення електроприводу під час замовлення наведено в розділі 8.

1.2 Технічні дані

1.2.1 Технічні дані електроприводів наведено у таблиці 2.

Габаритні та настановні розміри наведено у додатку Б.

Не рекомендується підключати двигун потужністю менше 20% значень, наведених у таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування параметрів	Значення
<u>Параметри мережі живлення</u>	
1. Номінальна напруга,	380; 415 *; 220*
2. Частота, Гц	50; 60
3. Число фаз	3
Вихідні параметри	
4. Максимальна напруга, U_H	380
5. Діапазон регулювання напруги,	$0 \dots U_H$
6. Максимальна частота, Гц	50(60); 200; 400
7. Діапазон регулювання частоти, Гц	0,5 - 50 (60; 200 *; 400 *)
8. Відхилення від заданого значення, %, не більше: напруги	2,5
частоти	0,5
9. Діапазон встановлення часу розгону та зупинки, з	0,5 -120
10. Номінальний вихідний струм, A_H	див. табл. 3
11. Допустиме навантаження по струму, % від I_H	150
12. Тривалість навантаження, з, не більше	60
13. Перевантажувальна пускова характеристика	$1,5I_H$
14. ККД, %, не менше	98
15. Коефіцієнт потужності, щонайменше	0,97
16. Частота ШІМ, кГц	2,0
17. Вольт-частотна характеристика	лінійна $U/f=\text{const}$ із програмованим зламом

* За спеціальним замовленням

Таблиця 3

Тип електроприводу	Вихідний струм, А	Габаритні розміри, L*В*Н, мм, не більше	Маса, кг, не більше	Максимально допустима потужність двигуна, кВт
ЕКТ4Д1-16-50 УХЛ4	16	218*350*400	12	7,5
ЕКТ4Д1-25-50 УХЛ4	25	218*350*400	15	I
ЕКТ4Д1-32-50 УХЛ4	32	218*350*400	15	15

ЕКТ4Д1-40-50 УХЛ4	40	218*350*400	18	18,5
ЕКТ4Д1-63-50 УХЛ4	63	218*350*400	20	30

1.2.2 Режими роботи та характеристики мікропроцесорної системи управління (МПСУ)

1.2.2.1 Способи завдання параметрів:

1) місцеве від вбудованого пульта керування;

2) дистанційне від:

а) зовнішніх пристроїв споживача («сухі», контакти, безконтактні пристрої, стандартні датчики тощо)

б) пульта оперативного дистанційного керування, що постачається в комплекті з ЕКТ на додаткове замовлення (функції: «пуск», «стоп», «вперед», «назад», регулювання швидкості (потенціометром, вимірювання частоти цифровим частотоміром);

в) пульта повнофункціонального керування через порт RS485 (багатофункціональний віддалений пульт із дворядковим рідкокристалічним дисплеєм);

г) систем управління верхнього рівня (промислові логічні контролери, персональні комп'ютери), у т.ч. під час роботи у складі локальних мереж.

1.2.3 Параметри сигналів дистанційного керування:

1) вхідні сигнали керування від зовнішніх пристроїв:

а) аналогові 0... 10В (0...10 мА, 4... 20мА) - 2 канали (завдання частоти, зворотний зв'язок ПІ-регулятора);

б) дискретні («сухий» контакт):

- 3 канали - вибір фіксованих частот у бінарному коді;

- 3 канали - сигнали дистанційного керування «Пуск», «Стоп», «Реверс»;

-1 канал – сигнал аварійного відключення.

2) виходи керування зовнішніми пристроями:

а) аналоговий сигнал (частота, струм випрямляча) - 0... 10В, 0...10 мА;

б) перемикаючий контакт реле: -250В, 2А;

в) відкритий колектор транзистора: = 24В, ОДА;

г) джерело напруги: $24 \pm 10\%$, ОДА.

1.2.4 Захисні характеристики:

а) захист від струмів короткого замикання:

- між фазами на виході (3-5-51н);

- між фазою та «землею» (3-5-5 1н);

- внутрішніх КЗ інвертора (2-5-3 1н);

- КЗ ланки постійного струму (запобіжники, що швидко діють, що входять до комплекту ЗІП).

1.3 Склад виробу

Модульна структура електроприводу визначається опціональною конфігурацією за функціями та комплектом додаткового обладнання відповідно до розділу 1.1

1.3.1 Стандартне постачання

Стандартне постачання електроприводу здійснюється в типовиконанні 00001011, тобто:

- без блоку захисту мережевого (БЗЗ);
- без фільтра радіоперешкод;
- без зовнішнього дроселя ланки постійного струму;
- без блоку фільтра двигуна БФД та блоку RC-фільтра;
- з вбудованим модулем динамічного гальмування (чоппером), але без зовнішнього динамічного резистора гальмування БРТ, тобто. споживач повинен вибрати та підключити необхідний резистор;
- без пульта дистанційного керування та кабелю до нього;
- з налаштуванням аналогових входів (завдання частоти та датчика зворотного зв'язку ПП-регулятора) на прийом сигналу 0...10В;
- зі ступенем захисту корпусу IP21 за ГОСТ14254-96

1.3.2 Застосування додаткового обладнання

При замовленні електроприводу, необхідність комплектації додатковими пристроями визначається режимом роботи конкретного механізму та особливостями технологічного процесу.

Технічні характеристики додаткового обладнання наведено у додатку Е

Нижче наведено деякі рекомендації щодо застосування додаткового обладнання для більшості застосувань ЕКТ.

1.3.2.1 Застосування вхідного дроселя (постачається у складі блоку БЗЗ або на окреме замовлення) потрібне в будь-якому з наступних випадків:

- перебіс фаз мережі живлення більше 3%;
- інтенсивні провали напруга мережі;
- до загальної мережі живлення підключені тиристорні перетворювачі;
- потужність мережі в 10 разів вища за потужність ЕКТ;
- в мережі є конденсатори, що компенсують;
- кілька ЕКТ з'єднані короткими зв'язками по мережі.

Застосування вхідних дроселів, вбудованих у блок БЗЗ, доцільно за відсутності окремої шафи (щита) електроустановки для комутаційних та захисних апаратів ЕКТ.

1.3.2.2 Застосування фільтра електромагнітної сумісності (радіоперешкод) по мережі необхідно у разі підключення ЕКТ до електричних мереж з жорсткими нормами за рівнем радіоперешкод, наприклад, мереж житлових будинків.

1.3.2.3 Зовнішній дросель фільтра ланки постійного струму застосовується у разі необхідності поліпшення фільтрації пульсацій силового живлення та зниження комутаційних перешкод, що віддаються в мережу живлення (наприклад, за відсутності вхідного фільтра), підвищення коефіцієнта

потужності тощо.

1.3.2.4 Застосування блоків вихідних фільтрів БФД і RC потрібне для усунення імпульсних перенапруг недопустимої величини на обмотках АТ і вихідному кабелі ЕКТ.

Перенапруги виникають внаслідок ефекту «довгої лінії» у розподілених індуктивності та ємності кабелів довжиною понад 15м між ЕКТ та АТ. Ефект проявляється у вигляді резонансних «стоячих хвиль», що створюють короткі імпульси перенапруг, амплітуда яких може перевищувати робочу напругу ізоляції АТ.

Підключення вихідних фільтрів знижує крутість фронтів імпульсів (dU/dt), що призводить до гасіння «стоячих хвиль» та зменшення перенапруг до безпечних значень для ізоляції АТ та кабелю зв'язку ЕКТ-АТ.

Рекомендовані варіанти застосування фільтрів наведено у таблиці 4

Таблиця 4

Довжина кабелю перетворювач частоти - електродвигун		Підключення фільтрів	
Екранований	Неекранований	RC	БФД
до 10 м	до 15 м	-	-
10÷40 м	15÷60 м	+	-
40÷100 м	60÷200 м	-	
понад 100 м	більше 200 м		+

Докладніше про підключення фільтрів див. п.2.2

1.3.2.5 Застосування модуля динамічного гальмування з блоком гальмівних резисторів потрібно у разі, коли необхідна інтенсивність гальмування не забезпечується частотним способом, наприклад, у механізмах з великою маховою масою на валу, центрифугах та ін. Методика вибору потужності та опору резисторів динамічного гальмування² наводиться в п.

Увага! При виборі блоків БРТ слід враховувати, що вбудовані модулі гальмування забезпечують максимальний струм не більше 30% номінального вихідного струму ЕКТ.

1.4 Робота виробу

1.4.1 Структурна схема.

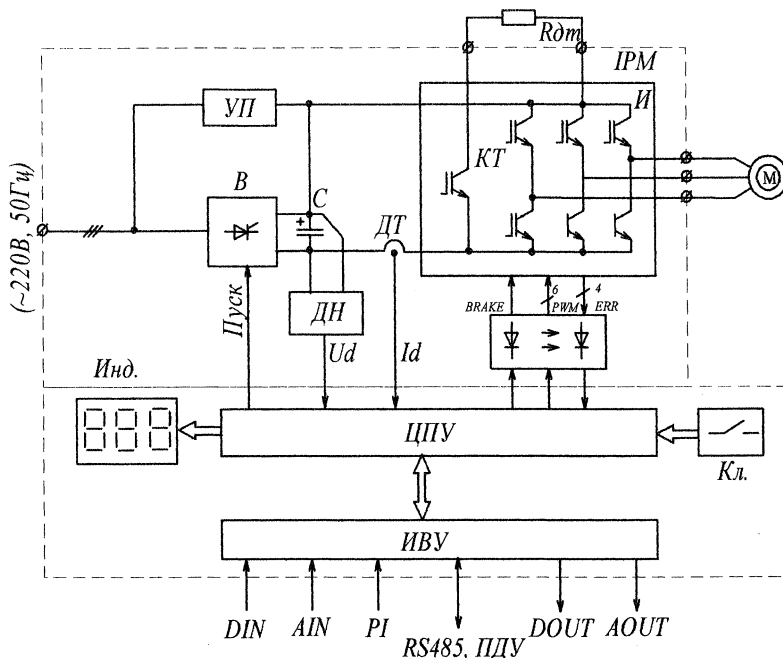
Пристрій та принцип дії електроприводу пояснює структурна схема (рисунок 1) та схема електрична принципова (додаток Г).

Силова частина є перетворювачем частоти (автономний інвертор напруги зі ланкою постійного струму), що працює на принципі ШІМ-модуляції.

Випрямлена напруга мережі живлення перетворюється мостовим інвертором на ЮВТ-транзисторах в трифазна знакозмінна імпульсна широтно-модульована напруга управління двигуна М. Основою силової частини є «інтелектуальний» силовий модуль (IPM), що включає в себе ЮВТ-транзистори виході, від перевантаження струмом, від перегріву та зниженого живлення внутрішньої системи управління. Транзисторний ключ динамічного гальмування (BRAKE) також входить до складу IPM.

Управління IPM інвертора та гальмівного ключа здійснюється через швидкодіючі гальванічні оптронні розв'язки від контролера PWM. Увімкнення силової частини відбувається після початкового підзаряду конденсаторів фільтра Ш. При включенні силової частини відкриваються тиристори підлоги керованого випрямляча В. Система управління - мікропроцесорна, виконана на базі контролерів серії PIC (Microchip).

Г



В - силовий випрямляч

С - конденсатор фільтра U_d

ДП - датчик струму

ДН - датчик напруги

$R_{дг}$ - резистор динамічного гальмування

IPM – силовий модуль (intelligent power module)

PWM-ШИМ-управління

BRAKE - динамічне гальмування

ERR – сигнали аварійних ситуацій IPM

УП - пристрій підзаряду

AIN – аналоговий вхід (0-10 В, 0-10 мА, 4-20 мА);

КТ - ключ гальмівний;

RS485 - інтерфейс для підключення керуючих пристроїв високого рівня (управління спеціальним протоколом, програмний продукт поставляється за окремим замовленням);

І – інвертор

М – асинхронний електродвигун Инд. - індикатор Кл – клавіатура

ЦПУ – центр, процесорний пристрій ИБУ – інтерфейс зовнішніх пристроїв; DIN – цифрові входи;

DOUT – цифрові виходи;

AOUT – аналоговий виходи;

PI – аналоговий вхід зворотного зв'язку; ПДУ - пульт дистанційного керування

Рисунок 1 - Структурна схема

1.4.2 Конструкція.

Конструкція електроприводу є компактним блоком навісного виконання. Несучу частину утворює охолоджувач модулів (ІРМ та випрямляча). Над модулями розташована плата драйверів та об'єднувальна (гальванічних розв'язок, джерел живлення). Плата датчиків встановлена на шинах ланки постійного струму. Охолодження силового блоку - примусове повітряне, напрям повітряного потоку вентилятора - перпендикулярно ребрам охолоджувача. На шасі розташовані конденсатори фільтра пульсацій випрямляча та трансформатор джерел живлення системи управління. Підключення кабелів мережі живлення, електродвигуна та резисторів динамічного гальмування виконується через прохідні силові клемники в нижній частині шафи. Підключення ланцюгів дистанційного керування здійснюється до клемника плати управління. Клеми закриваються захисною кришкою.

1.4.3 Система керування.

1.4.3.1 Мікропроцесорна система управління виконана у вигляді єдиної друкованої плати, на якій розташовані основні вузли СУ:

- чотирирозрядний світлодіодний цифровий індикатор;
- шестиклавішна клавіатура;
- клемник зовнішніх зв'язків (21 клема);
- контролер пульта керування та індикації (PIC 16F874A);
- контролер модулятора та системи обробки аналогових сигналів (PIC16F874A);
- контролер формування ШІМ - управління (PIC 18F2331);
- послідовний порт RS485 (роз'єм DB9, контролер MAX485CSA, оптопари гальванічної розв'язки);
- вузли гальванічної розв'язки цифрових та аналогових вхідних / вихідних сигналів;
- реле програмованого цифрового виходу.

ШІМ-контролер СУ реалізує двополярну широтно-частотну модуляцію з «мертвим» часом 4,5 мкс. Несуча частота ШІМ обрана рівною 2000Гц. За узгодженням із споживачем можливе збільшення значення несучої до 8 кГц (зі зниженням потужності АТ).

Зв'язок плати управління із силовою частиною, джерелами! живлення та датчиками здійснюється через два шлейфові кабелі, що підключаються до крос-плати (див. додаток Г).

1.4.3.2 Система електроживлення МІСУ включає мережевий трансформатор власних потреб, випрямлячі та лінійні стабілізатори напруги. Живлення драйверів ІРМ виконано від генератора імпульсів 50 кГц через імпульсні трансформатори.

Блок-схему джерел живлення та гальванічних розв'язок МПСУ наведено на малюнку 2.

1.4.3.3 МПСУ виконує функції управління, регулювання динамічних характеристик та захисту ДЦ. Перелік програмованих параметрів та значення їх заводських установок наведено у таблиці 5

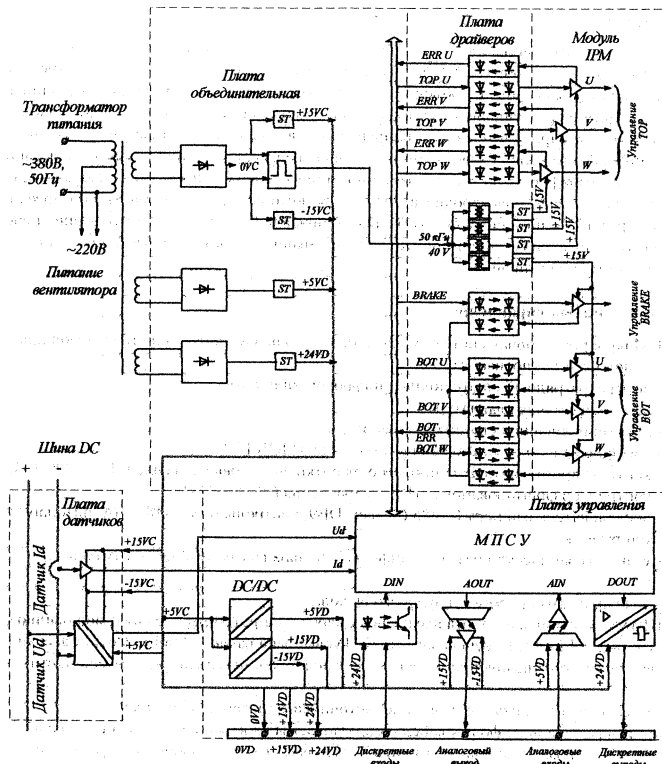


Рисунок 2. - Блок-схема джерел живлення та гальванічних розв'язок

Таблиця 5

	Зміст команди параметра	Межі значень параметра	Заводська встановленн я
C000	Почати / закінчити редагувати	-	-
C001	Час розгону, з	0,5-120	10
C003	Час гальмування, з	0,5-120	10
C004	Час навантаження, с	0-125	20
C005	Струм перевантаження, % від	0-150	120
C005	Уставка струмообмеження, % від I_n	0-150	150
ВИБІР ДЖЕРЕЛА УПРАВЛІННЯ			
C006	Управління від місцевого пульта, вкл/викл (1/0)		1
C007	Управління від дистанцій. Клемника, вкл/викл (1/0)		0
C008	Управління RS485		0
ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЗАВДАННЯ			
C009	Місцевий пульт, вкл/викл (1/0)		1
C010	Аналоговий вхід, вкл/викл (1/0)		0
C011	Дискретні входи, вкл/викл (1/0)		0
C012	Увімк/викл роботи з ПІ-регулятором		0
C013	Коефіцієнт пропорційного регулятора	0-255	0
C014	Коефіцієнт інтегрального регулятора	0-255	0

C015	Дозвіл управління напрямом обертання через аналоговий вхід, (1-вкл, 0-викл)	Огида у прямому спрям. (5-10)В - обертається. у зворотному	0
C016	Дозвіл роботиза допомогою клавіші ^ у режимі «поштовх», увімк/вимк (1/0). Натиснута - інвертор працює, відпущена - вимкнено. Клавіша - блокує включення інвертора.		0
C017	Релейний вихід (реле K2): 0 - ненавмисне відключення (аварія); 1 - Швидкість досягнута; 2 - швидкість дорівнює нулю 3 - Сигнал роботи на макс. частоті в режимі ПІ-регулятора		0

Продовження таблиці 5

Код параметра	Зміст команди	Межі значень параметра	Заводська встановлення
C018	Дискретний вихід (відкритий колектор): 0 - ненавмисне відключення (аварія); 1 - швидкість досягнута 2 - швидкість дорівнює нулю		0
C019	Вимк./вкл ІR-компенсації (1/0)		0
C020	Напруга в точці 0 Гц, для Ж-компенсації, 0-70 В	0-70	0
C021	Частота, за якої напруга за законом $U/f=\text{const}$ дорівнює $U(IR)$, Гц	0-10	0
C022	Коефіцієнт корекції частоти при гальмуванні	0-255	
C023	Увімкнення функції «дистанційне аварійне вимкнення»	1/0	0
C024	Коефіцієнт пропорційного регулятора струмообмеження	0-255	45
C025...	Резервний параметр		
C030... C037	Частота Гц, що задається входами DIN1-DIN3	0-50 (60; 200)	0
C040... C047	Напрямок обертання відповідний частотам, що задаються параметрами C030 - C037: 0 - вперед, 1 - назад		0
C048	Кнопка «Стоп» нормально-розімкнута – 0, нормально-замкнута – 1		0
C049	Індикація величини сигналу зворотного зв'язку (при відключеному 12), вкл./викл. (1/0)		0
C050	Резервний параметр		
C051**	Частота відключення інвертора, Гц	0-50	20
C052**	Максимальна частота, Гц	0-63(200)	50(200)
C053**	Порогове значення тиску для включення інвертора	0-10,0	10,0
C054**	Номінальне значення тиску	0-10,0	5,0

C055**	Масштабний коефіцієнт тиску параметра (в уст. одиницях виміру)	0-20,0	10,0
C056**	Резерв		0
C057**	Вихідний сигнал датчика технологічного параметра: 0 - 0-10 мА 1 - 4-20 мА 2-0-10 В		1

Продовження таблиці 5

Код параметра	Зміст команди	Межі значень параметра	Заводська встановлення
C058	Стартова частота з прямим пуском, Гц	0...15	0
C059	Частота початку DC гальмування, Гц	0...15	0
C060	Тривалість DC гальмування, з	0...20	0
C061	Напруга DC гальмування, % верб. ном.	0...35	0
C062 *	Захист параметрів від випадкової зміни: 0 - відключено 1 - увімкнено	0/1	0
C063 *	Аналоговий вихід: 0 - Вимір вихідної частоти 1 - Вимірювання струму випрямляча	0/1	0
C064 *	Відновлення заводських установок	0/1	0
C065	Блокування реверсу	0/1	0
C066 *	Адреса перетворювача порту RS-485	0-255	010
C067 *	Швидкість роботи по послідовному порту	1..3	2
C068 *	Резонансна частота 1, Гц	0..50(60)	0
C069 *	Резонансна частота 2, Гц	0..50(60)	0
C070 *	Резонансна частота/ширина стрибка, Гц	0,1..5	0
* - параметри, що вводяться за погодженням із замовником; ** - параметри, що встановлюються під час роботи з насосними установками (ПІ-регулятор тиску води)			

1.4.3.4 Органи керування, сигналізації та індикації зосереджені у пульті місцевого керування, винесеному на лицьову кришку шафи ЕКТ. Розташування кнопок та індикаторів наведено у додатку В. Дискретність завдання частоти від клавіатури пульта – 0,1 Гц.

У процесі роботи ЕКТ на двигун на індикатор пульта може виводитися (на вибір від клавіші «Sel») один з параметрів;

- завдання частоти (символ у першому розряді «С» або «С»);
- поточне значення частоти на виході (символ «F»);
- струм ланки постійного струму (символ «А»);
- напруга ланки постійного струму (символ «U»);
- поточне значення технологічного параметра в режимі ПІ – регулятора (символ «0»);

Індикатор увімкненого стану силової частини (інвертора) вбудований у клавішу ПУСК ↓ «(зелений світлодіод) і запалюється після натискання клавіші. Аналогічно функціонує індикатор зупинки – червоний світлодіод клавіші СТОП «О».

Клавіша РЕВЕРС викликає зміну порядку чергування фаз на виході ЕКТ. Зміна напрямку обертання може виконуватися на ходу (якщо реверс програмно не заблокований параметром C058); при цьому «праве» або «ліве» обертання відображається символами «або г» відповідно при індикації параметра завдання частоти.

При роботі від пульта місцевого управління слід пам'ятати, що «на ходу» можлива зміна лише двох параметрів АТ: напрямку обертання та завдання частоти: решта всіх параметрів можуть змінитися після зупинки АТ і переведення пульта в режим редагування клавішею «Sel»

1.4.4 Вибір способу керування електроприводом та джерела завдання частоти чи технологічного параметра.

Можливі три способи керування електроприводу, які вибираються програмно залежно від умов розміщення на об'єктах застосування.

1.4.4.1 Управління від клавіатури пульта місцевого управління ПМУ: (C006=1):

- а) активні всі команди управління та заводські установки згідно з таблицею 5;
- б) блокуються управління з RS485 та сигнали завдання частоти DIN та AIN, PI від клемника дистанційного керування (КДУ);
- в) можливе паралельне подання команд «пуск» або «стоп» від клавіш ПМУ та клем КДУ.

1.4.4.2 Управління від клемника дистанційного керування (C007=1):

- а) активні всі команди управління від клавіш ПМУ та заводські установки згідно таблиці 4;
- б) блокується управління з RS485;
- в) блокується клавіша РЕВЕРС, реверс АТ виконується постійним замиканням клем 21-2 КДУ;
- г) можлива паралельна подача команд ПУСК та СТОП від клавіші ПМУ та клем КДУ; при встановленні C048 = 0 відбувається інверсія команди СТОП, тобто. контакт СТОП повинен бути нормально замкнутим (див. додаток 1) і клавіша СТОП ПМУ блокується.

1.4.4.3 Керування від пристрою верхнього рівня через порт RS485 (C008):

- а) клавіатура ПМУ повністю блокується;
- б) керування через клеми КДУ блокуються, крім команди АВАРІЙНИЙ ВІДКЛЮЧЕННЯ.

1.4.5 Функції регулювання електроприводу.

МПСУ реалізує кілька функцій регулювання динаміки роботи електроприводу:

- підвищення пускового моменту;
- струмообмеження при розгоні;
- гальмування за граничним значенням напруги Щ;
- підтримка заданого значення технологічного параметра (ПІ-регулятор);
- пропуск резонансних частот;

- гальмування інжекцією постійного струму статор АТ.

1.4.5.1 Підвищення пускового моменту

Для підвищення пускового моменту асинхронного двигуна передбачена система компенсації падіння напруги на активному опорі статора обмоток (ER-компенсації). Суть IR-компенсації (рисунок 3) полягає у збільшенні вихідної напруги U_{ir} (при нульовій частоті) збільшення пускового моменту. Вихідна вольт-частотна характеристика набуває злам у точці $U_{ir}(f_{ir})$, що задається параметрами C020, C021.

1.4.5.2 Регулятор струмообмеження під час розгону.

Цією функцією обмежуються кидки струму артеріального тиску з перевантажувальним моментом при розгоні. Значення струму обмежується на рівні, що задається (у відсотках від I_n) параметром C024 шляхом зупинки зростання частоти до подолання моменту навантаження АТ або спрацьовування захисту від перевантаження, якщо АТ не подолав момент за встановлений час перевантаження.

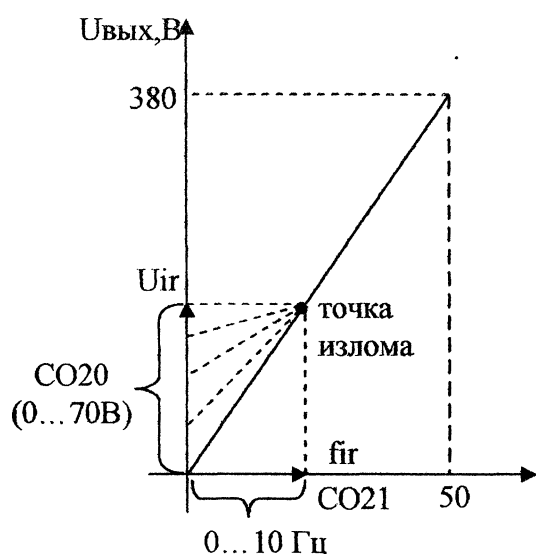


Рисунок 3

1.4.5.3 Регулятор гальмування за граничним значенням напруги у ланці постійного струму (динамічний гальмування).

Ця функція дозволяє уникнути небезпечних перенапруг на конденсаторах ланки постійного струму, коли АТ перетворюється на генераторний режим при динамічному гальмуванні. Використовуються такі способи обмеження зростання Щ у разі режиму «накачування»:

- 1) корекцією U_d за рахунок «підкидання» частоти (рисунок 4);
- 2) включенням гальмівного резистора для розсіювання енергії генераторного режиму АТ;
- 3) комбінацією перших двох способів.

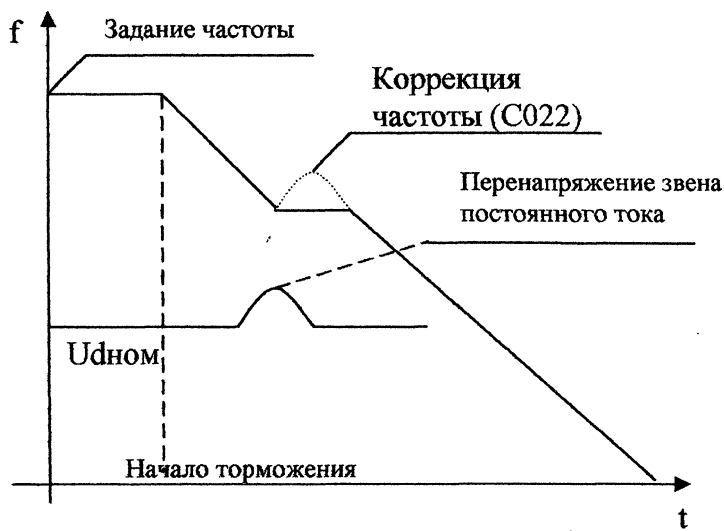


Рисунок 4

Режим динамічного гальмування налаштовується за значенням параметра C022, а також величиною часу гальмування C002 якщо при заводських установках спрацює захист від перенапруги U_d .

1.4.5.4 ПІ-регулятор

Використовується для підтримки на заданому рівні значення технологічного параметра (тиск, витрата, температура тощо) шляхом стабілізації вихідної частоти сигналу датчика параметра (аналоговий сигнал струму $0 \div 10$ мА, $4 \div 20$ мА або напруги $0 \div 10$ В) у різних технологічних процесах.

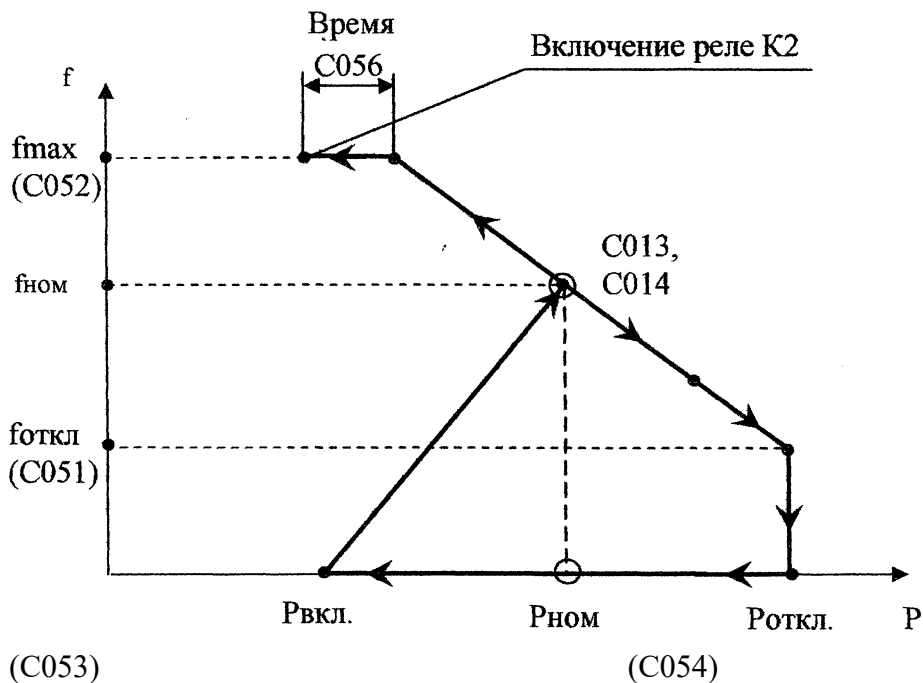
Залежно від виду датчика встановити на платі управління джампери J1, J2 у положення згідно зі схемою зовнішніх підключень (додаток А).

Значення параметра C012 встановити «1». Коефіцієнтами C013, C014 встановлюється потрібний режим стабілізації. Спеціальні параметри, зазначені в таблиці 2 знаком «**», призначені для електроприводу пристроїв водопостачання зі змінним рівнем підтримки тиску.

Приклад роботи регулятора тиску у системі водопостачання



Роботу регулятора пояснює регульовальна характеристика залежності робочої частоти електроприводу від тиску $F=f(P)$, яка має вигляд:



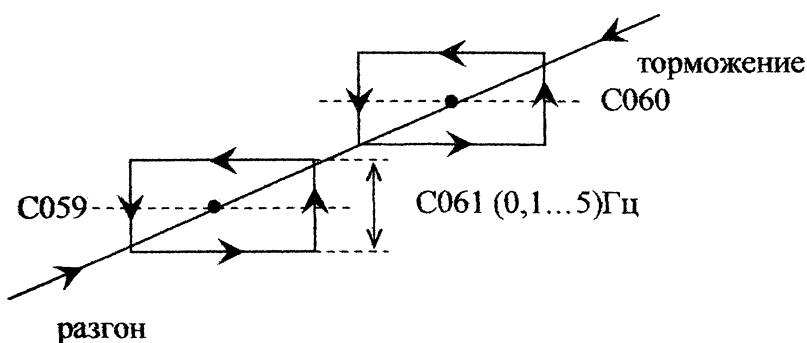
Електропривод підтримує тиск у системі, що дорівнює $P_{ном}$. Поточне значення тиску (в атм) виводиться на індикатор у режимі ПІ-регулятора з ознакою «°».

Якщо тиск продовжує падати при виході регулятора f_{max} , то через час, що задається параметром C056 видається попереджувальна команда на реле K2. Якщо при зниженні частоти тиск продовжує зростати, то електропривод відключиться при досягненні значення частоти $f_{вимк.}$ (C051). Повторне включення відбудеться автоматично після зниження тиску до $P_{вкл.}$.

1.4.5.5 Пропуск резонансних частот

Для усунення резонансу, що можливо з'являється, в системі є можливість за допомогою функцій C059...C061 запрограмувати два стрибки частоти заданої ширини (див. рисунок 5):

f А



t

Рисунок 5

1.4.5.6 Гальмування постійним струмом (DC-гальмування).

Режим DC-гальмування (інжекція постійного струму в АТ-статор) використовується в комбінації з динамічним гальмуванням, як правило, для механізмів, що вимагають точної зупинки (позиціонування) валу АТ. У процесі частотного (динамічного) гальмування при зменшенні частоти до заданого значення (C059) інвертор переводиться в режим постійної напруги на виході (величина у відсотках Щ визначається

параметром C061). Тривалість DC-гальмування встановлюється значення C060.

1.4.6 Функції захисту

Електропривод має всі види захисту, що запобігають його виходу з ладу при аварійних ситуаціях у зовнішніх та внутрішніх силових ланцюгах або некоректному управлінні. При спрацюванні захисту відключається інвертор, напруга на двигуні зникає, залишаючи його на вільному вибігу (див. таблицю 8). При цьому висвічується повідомлення про причину збою, а всі параметри роботи зберігаються в пам'яті електроприводу. Одночасно сигнал аварії може бути виданий «сухим» контактом на релейний вихідний програмований.

Скидання повідомлень про збій виконується відключенням напруги живлення або одночасним натисканням клавіш «Sel» та «U».

1.5 Маркування

1.5.1 Електроприводи мають маркування на паспортній табличці, де вказані найменування, параметри мережі живлення, номінальні параметри.

1.5.2 Транспортна тара містить маніпуляційні знаки:

- «Крихке. Обережно»;
- «Догори».

Допускається штабелювання тари в три яруси.

1.6 Упаковка

1.6.1 Перед упаковкою зроблено консервацію електроприводу. Консервації піддавалися поверхня таблички та болтове заземлення.

1.6.2 Технічна та товаросупровідна документація укладені в пакет, поміщений усередину упаковки.

1.6.3 Тара використовується на розсуд споживача.

2 ВИКОРИСТАННЯ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

2.1 Експлуатаційні обмеження

2.1.1 Електропривод повинен бути встановлений у закритому приміщенні або місці, захищеному від кліматичних впливів (атмосферні опади, пряме потрапляння сонячного випромінювання) за таких умов: температура навколишнього середовища від 1°C до 40°C, відносна вологість не більше 65% при 20°C.

Спосіб встановлення – навішування на вертикальну площину з точністю $\pm 10\%$. Не рекомендується розмішувати електропривод поблизу джерел тепла.

При установці необхідно забезпечити вільний простір не менше 100 мм верху і внизу і не менше 50 мм ліворуч і праворуч для циркуляції повітря, що охолоджує, вільний простір перед електроприводом повинен бути не менше 10мм.

2.1.2 Навколишнє середовище не повинно бути вибухонебезпечним, містити струмопровідний пил, хімічно активну пару та газу.

2.2 Підготовка до роботи

2.2.1 Загальні вказівки

Електропривод необхідно розпакувати та перевірити комплектність відповідно до розд.8.

Виконати зовнішній огляд електроприводу та додаткового обладнання, прибрати мастило, що консервує, з поверхні корпусу.

2.2.2 Заходи безпеки

Заходи безпеки під час експлуатації електроприводу повинні відповідати

ДНАО 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Підключення до мережі та тих. обслуговування повинно проводитись кваліфікованими фахівцями-електриками.

Категорично забороняється подача напруги мережі живлення на вихідні клеми електроприводу (U,V,W)!

Забороняється піддавати електропривод або його частини випробуванням на електричну міцність

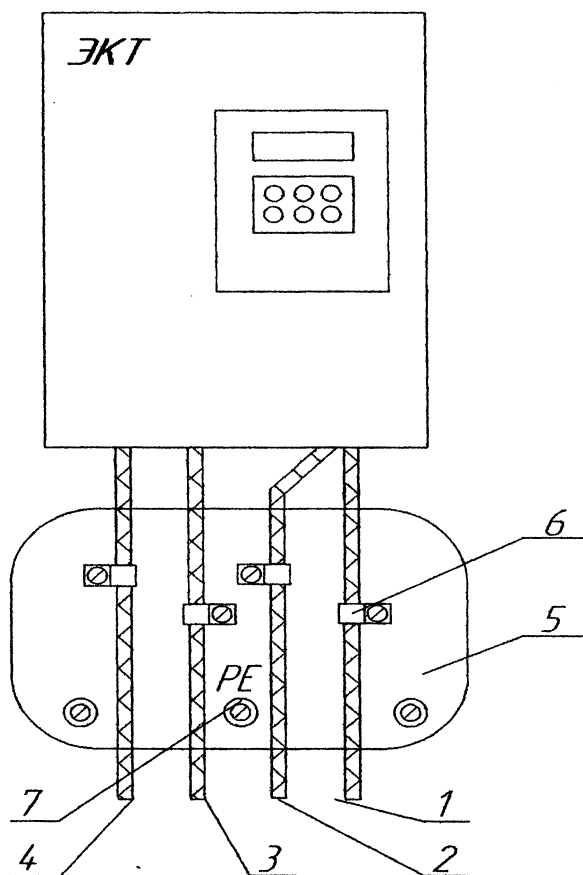
Пам'ятайте, що на конденсаторах фільтра випрямляча може зберігатися небезпечна для життя напруга, тому відкривати блок можна не раніше ніж через 1-2 хв після відключення від мережі.

Перед проведенням ремонтно-налагоджувальних робіт необхідно переконатись у відсутності напруги на електролітичних конденсаторах. Якщо потрібно швидко зняти залишкову напругу на конденсаторах, потрібно використовувати пристосування для розряду (резистор, опором не менше 100 Ом і потужністю не менше 10 Вт із ізольованими висновками), що підключається між виводами «+» і «-» конденсаторів.

За виконання вимірювань у схемі електроприводу не можна торкатися корпусу осцилографа чи його заземлювати, через те, що він знаходиться під потенціалом пристроїв, що перевіряються.

2.2.3 Порядок встановлення

2.2.3.1 Для зручності монтажу електроприводу на вертикальній поверхні рекомендується використовувати монтажну панель із комплекту постачання. Панель призначена для кріплення кабелів з одночасним заземленням їх оболонок, як показано на малюнку 6



1. Екранований кабель двигуна
2. Кабель мережі живлення
3. Екранований кабель дистанційного керування
4. Екранований кабель динамічного гальмування резистора
5. Панель монтажна
6. Хомутики з нержавіючої сталі
7. Клема підключення заземлення

Рисунок 6

Фільтр придушення радіоперешкод поставляється на окреме замовлення, характеристики придушення (норма електромагнітної сумісності) вказуються в замовленні

2.2.3.2 Електропривод слід підключати до мережі живлення та двигуна мідними проводами з ізоляцією на робочу напругу 600В і перетином, не менше:

2,5 мм²-ЕКТ4Д1-16;

6,0 мм² – ЕКТ4Д1-25; ЕКТ4Д2М-32;

10,0 мм² – ЕКТ4Д1-40;

16,0 мм²-ЕКТ4Д1-63.

Для доступу до клемників необхідно відчинити двері. Силкові клемники розташовані в нижній частині, кабелі до них просмикнути у відповідні отвори в дні.

У разі необхідності (див. п.1.3.2.1.) перетворювач повинен бути підключений до ланцюга живлення через мережевий дросель.

Підприємство-виробник постачає дросель окремо або у складі блоку захисту БЗЗ (див. табл.)).

Застосування БЗС є доцільним у разі відсутності окремої шафи електрообладнання, де необхідно розміщувати апаратуру комунікації та захисту електроприводу.

Характеристики БЗЗ наведено у додатку Е.

2.2.3.3 Кабель двигуна рекомендується застосовувати екранованим, оскільки він є потужним джерелом радіоперешкод. Екран підключати до корпусів електроприводу та двигуна. Залежно від довжини кабелю ЕКТ-АТ, слід вживати заходів щодо усунення ефекту «стоячих» хвиль включенням додаткових пристроїв (фільтрів БФД та RC) згідно з таблицею 1.

Характеристики вихідних фільтрів наведено у додатку Е.

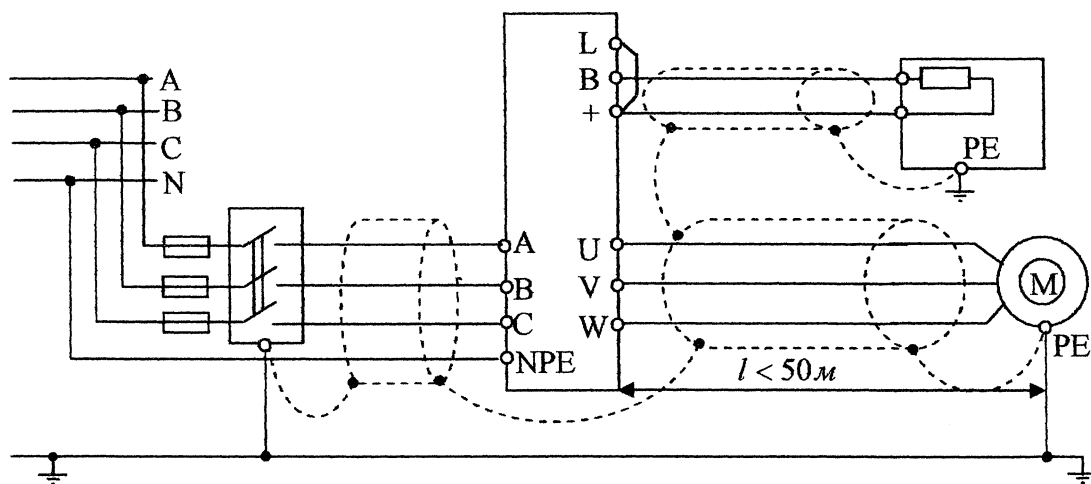
Кабель двигуна має прокладатися окремо від інших кабелів. Потрібно уникати паралельних прокладок.

Ланцюги управління потрібно прокладати екранованими проводами або крученими парами проводів в екрані з кроком сувої не більше 15 мм на відстані від кабелів мережі та двигуна не ближче 300 мм протягом 10 м. При більшій протяжності паралельної прокладки відстань збільшується на 300 мм на кожні 10 м.

Слід враховувати виконання кнопки «Стоп» - при поставці ЕКТ з ПДУ програмно встановлено виконання кнопки - нормально-розімкнуте (C048).

Варіанти підключення електроприводів до АТ і мережі живлення показані на рисунку 7

ЕКТ



Підключення електроприводу частоти до двигуна та мережі живлення

ЕКТ

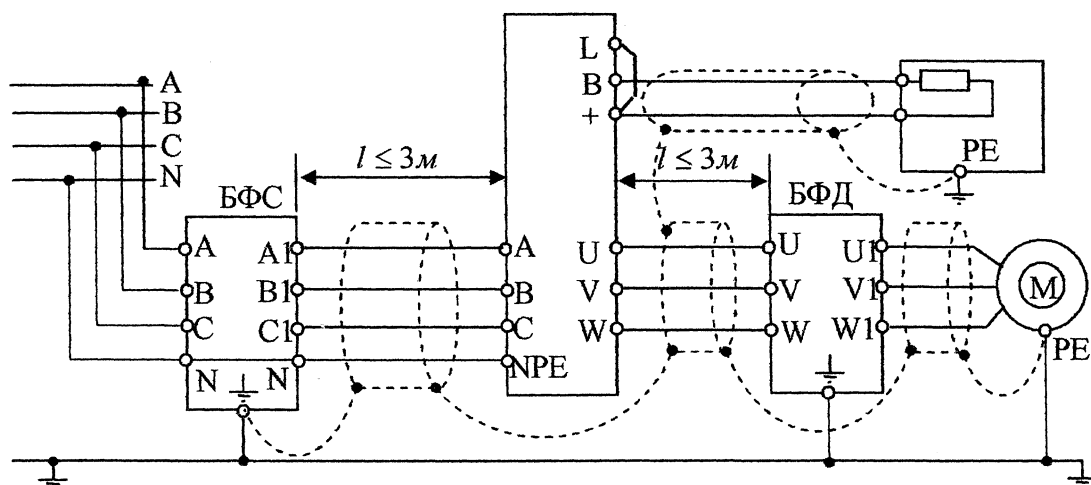


Рисунок 7 - Типове підключення зовнішніх силових ланцюгів на прикладі ЕКТ4Д1

2.2.3.4 Підключення ланцюгів керування

Ланцюги управління бажано прокладати екранованими кабелями або крученими парами проводів в екрані (крок звивки не менше 15мм) на відстані від кабелів мережі та двигуна не ближче 300 мм протягом 10 м. При більшій протяжності паралельної прокладки відстань збільшується на 300 мм на кожні 10 мм.

Приклад підключення ланцюгів управління наведено в додатку А. Розташування клем та перемикачів наведено на малюнку 8

Увага!

При використанні клем 9 для підключення реле обмотку реле слід шунтувати діодом - відсутність діода може вивести з ладу вихідний транзистор.

Не допускати замикання між собою клем 15 – 6, 7; 15- 5,9, 13-2,3,6,7.

Опис функцій клем управління представлено таблиці 6.

Таблиця 6

Клема	Функція	Опис
1	Завдання частоти зовнішнім аналоговим сигналом AIN	Завдання частоти може виконуватися трьома способами: 1. Від потенціометра та джерела напруги 15 В (клема 9). 2. Зовнішнім сигналом (0 ... 10) (вхідний опір 100 кОм). 3. зовнішнім сигналом (0 ... 10) мА (вхідний опір 1 ком). При управлінні способом 1 і 2 джампер J1 плати управління встановлюється в положення 2-3, для способу 3 - положення 1-2. Сигнал подається щодо клем 2.
2,3	0VD- загальний провід для аналогових входів	Приклад підключення – див. додаток А
4	Аналоговий вхід зворотного зв'язку для ПІ-регулятора	Сигнал подається від датчиків технологічних параметрів одним із способів: 1. Напругою 0...10 (вхідний опір 100 кОм)- джампер J2 в положенні 1-2, параметр C057=2. 2. Струмом 0 ... 10 мА (вхідний опір 1кОм) - Джампер J2 в положенні 2-3, параметр C057 = 0. 3. Струменем 4...20 мА (вхідний опір 510 Ом - паралельно R.101 встановлюється резистор опором 1 кОм) - джампер J2 в положенні 2-3, параметр C057=1.

5	Вихід вимірювання частоти (імпульсний)	Формує прямокутні імпульси з частотою, що дорівнює робочій частоті на виході: - амплітуда - 15 В; - струм КЗ – 3 мА; - струм, що втікає, - не більше 10 мА.
6,7	Загальний провід вихідних сигналів	Приклад підключення – див. додаток А
8	Джерело живлення +15В	Призначений для живлення потенціометра задатчика частоти 1,5 кОм опором. При використанні інших потреб більше ЮмА не
9	Дискретний вихід - відкритий колектор	Можна використовувати для підключення навантажень (реле, індикатори тощо) зі струмом не більше 50 мА і напругою не більше 30

Продовження таблиці 6

Клема	Функція	Опис
11, 12	Контакти реле	Нормально-замкнений контакт безпотенційний
10, 11	сигналізації	Нормально-розімкнутий контакт безпотенційний
15	Джерело живлення +24В	Для живлення реле та елементів сигналізації та індикації споживача. Максимальне струмове навантаження – 10
16, 17, 18	Цифрові входи. Завдання фіксованих частот	Цифрові входи завдання однієї з 8 фіксованих частот із заданим напрямком обертання Контакти управління всіх цифрових входів повинні забезпечувати мінімальний струм не більше 10 мА.
20	Цифровий вхід. Команда «Пуск»	При замиканні на 0 VD інвертор включається і на двигун подається напруга. У режимі «Поштовх» (C016=1) інвертор увімкнено, доки контакт замкнуто.
19	Цифровий вхід. Команда «Стоп»	Зупинити інвертор при замиканні контакту на «0 VD». При встановленні C048 = 0 - зупинка при розмиканні контакту.
21	Цифровий вхід. Команда «Реверс»	Замикання клеми на «0 VD» викликає зупинку двигуна із заданим часом гальмування та подальшим розгоном у протилежному напрямку обертання.
13	Аналоговий вихід. Сигнал інформації про поточні параметри інвертора	До клеми може бути підключений, наприклад, стрілочний вольтметр або міліамперметр для вимірювання сигналу, пропорційного вихідній частоті (C063 = 0) або струму випрямляча (C063 = 1). Для вибору вимірюваної величини джампер J3 встановити в положення:
14	Цифровий вхід. Аварійне вимкнення. (C023 = 1)	Нормальний стан – контакт клеми замкнутий із клемою «0VD». При розмиканні відбувається негайне (без програмного оброблення) відключення інвертора.

Підключення пульта дистанційного керування.

Пульт дистанційного керування з кабелем необхідної довжини може додатково комплектуватися з перетворювачем для виконання функцій дистанційного оперативного управління. Функції клавіш ПДК ідентичні функцій клавіш пульта оператора електроприводу. Функціональна схема, що пояснює роботу, наведено малюнку 8.

При підключенні пульта дистанційного керування власним кабелем замовника необхідно застосовувати телекомунікаційний кабель категорії 5 або кручені пари проводів з кроком звивки не менше 15 мм в екрані довжиною не більше 50 м.

Якщо електропривод постачається у комплекті з ПДУ, слід врахувати, заводське встановлення параметра C048=1, тобто. команда «Стоп» виконується замиканням клем -7 (див. таблицю 6). Схема

підключення ПДУ до клемника управління ЕКТ наведена у додатку Д.

Попередження: не підключати ПДК до роз'єму RS485.

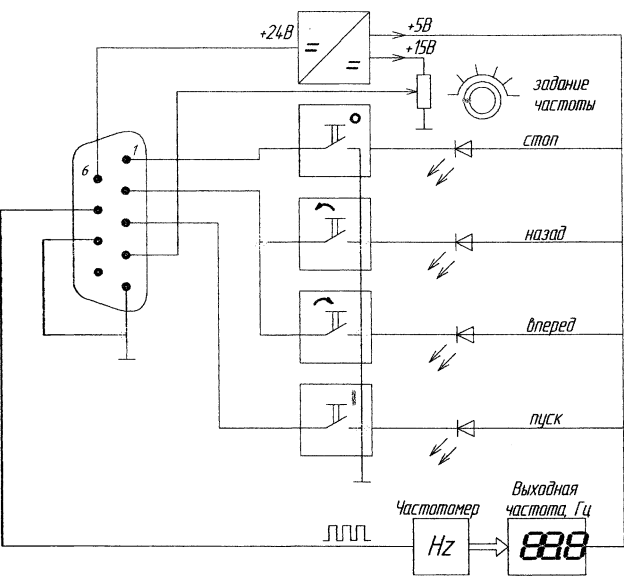


Рисунок 8 - Подключение пульта ДУ

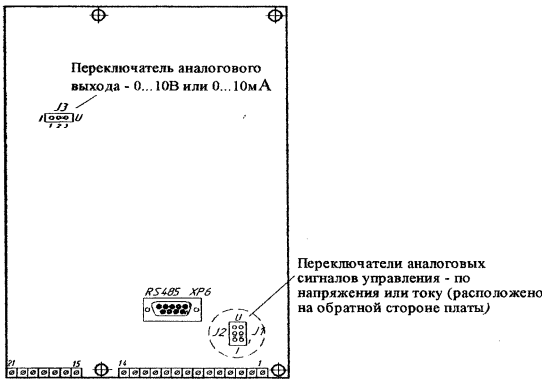


Рисунок 9- Розташування клем на платі управління

При керуванні цифровим DIN- входом для вибору фіксованої частоти з необхідним напрямом обертання потрібно замикання («0») або розмикання («1») клем DIN 1... DIN3 з клемою ДКР в комбінації згідно таблиці 7.

Таблица 7

Параметр фіксованою частоти	Стан входів			Параметр напрямку обертання
	DIN1	DIN2	DM3	
C030	0	0	0	C040
C031	0	0	1	C041
C032	0	1	0	C043
C033	0	1	1	C043
C034	1	0	0	C044
C[035	1	0	1	C043

C036	1	1	0	C046
C037	1	1	1	C041

2.2.3.5 Підключення вхідних та вихідних фільтрів виконується екранованим кабелями відповідно до рисунка 7.

Підключення RC-фільтрів проводити безпосередньо до затискачів клемної коробки АТ проводами найкоротшої довжини. Корпус RC-фільтра кріпиться над клемною коробкою АТ «наїзником»

2.2.3.6 Підключення гальмівного резистора (клеми «Р»-»BR») здійснюється екранованим кабелем мережі та АТ.

Потужність та опір гальмівного резистора для пасивних навантажень (вентилятори, транспортери тощо) можна розрахувати за формулами:

$$P \geq \frac{P_{max} \cdot n_c \cdot n_m}{2} \cdot \frac{t_1}{t_c}$$

$$\frac{U_{dc}}{0,33I_h} \leq R_{min} \leq \frac{U_{dc}}{P_{max} \cdot n_c \cdot n_m}$$

де:

P_{max} (Вт)	максимальна гальмівна потужність;
U_{dc} (В) = 620 В	поріг спрацьовування чопера;
n_c	ККД електропривод – АТ;
n_m	ККД механізму;
$t_{1(c)}$	час гальмування;
$t_{c(c)}$	час циклу;
R_{min} (Ом)	опір резистора.

Для більшості застосування можливого використання блоків гальмівних резисторів БРТ із переліку додаткового обладнання додатка Е, які розраховані для циклу гальмування 1:10.

2.2.4 Попередня перевірка

Після встановлення електроприводу перед першим включенням слід перевірити опір ізоляції двигуна та кабелю від електроприводу до двигуна мегаомметром 500 В.

Попередження: вимірювання проводити при відключеному кабелі від вихідних клем U, V, W.

Опір ізоляції має бути не менше 1 МОм.

Якщо використовуються аналогові входи клемника плати управління, встановіть на платі перемички (джампери) J1...J3 згідно з малюнком 9 (заводська установка відповідає сигналам 0...10 В).

При тривалій роботі двигуна на швидкості нижче половини номінальної швидкості слід врахувати, що умови охолодження двигуна погіршуються.

2.3 Використання виробу

2.3.1 Перше включення

Подайте напругу мережі живлення: спостерігайте світіння кнопки «стоп», запалювання напису на 15 с і перехід у режим початкового завдання частоти з появою повідомлення дисплея відповідно до таблиці 7.

2.3.2. Робота від місцевого пульта управління

Використовуючи таблицю 5, введіть нові параметри замість заводських установок. Потрібно встановити (змінити заводські уставки):

- Частоту, на якій повинен працювати двигун після розгону – 30 Гц;
- Час розгону-9с;
- Режим пуску - поштовх (електропривод працює, поки натиснута кнопка «пуск»);
- Видачу релейної команди - під час зупинки;
- У процесі роботи контролювати поточне значення частоти.

Послідовність операцій наведено у таблиці 8.

Таблиця 8

Вироблена операція	Повідомлення дисплея	Коментар
1. Подача харчування		... протягом 15 с.
1а. Натиснути кнопку «V»	з 50.0 з 30.0	Індикація початкового завдання частоти. Зміна частоти
2. Фіксація «Sel»	C.000	Перехід у режим редагування
3. Натиснути кнопку «Δ», фіксація «Sel»	C000→C0 10	Вибір параметра: час розгону
4. Натиснути кнопку «V», фіксація «Sel»	0010→0009 0009→C010	Час розгону – 9 с. Зафіксувати параметр.
5. Натиснути «Δ», фіксація «Sel»	C0 16 6000	Пуск звичайний
6. Натиснути «Δ», фіксація «Sel»	6001 C0 16	Пуск поштовх
7. Натиснути «Δ», фіксація «Sel»	C017 0000	Релейний вихід Ненавмисне відключення
8. Натиснути «Δ», фіксація «Sel»	0002→C0 17	Релейний вихід Зупинка
9. Натиснути «», фіксація «Sel»V	C000 → c030	Повернення до режиму редагування, завдання частоти 30 Гц
10. Натиснути «Пуск»	c030	Гасіння кнопок ЕП, запалення ІІІ
в. Натиснути «Sel»	F030	Поточне значення частоти інвертора

2.3.3 Рекомендації щодо налаштування параметрів 2.3.3.1, Параметри C019...C021.

Якщо виникла необхідність підвищення моменту в області низьких частот (до 10 Гц), потрібно включити режим ІR-компенсації (встановити C019 в «1») і досвідченим шляхом підібрати значення C020 і C021 в наступному порядку:

- а) пробним шляхом визначити частоту торкання механізму $f_{\text{торк}}$ при нульових значеннях C020, C021;
- б) встановити C021 нижче $f_{\text{торк}}$ та підбором C020 домогтися запуску двигуна;
- в) підібрати значення C021, що відповідає прийнятній частоті C020, тобто точку зміни нахилу (зламу) характеристики $U = f(F)$, де F - частота роботи електроприводу
(Див. рисунок 4).

Слід враховувати, що тривала робота двигуна на знижених частотах на початковій ділянці характеристики $U=f(F)$ призводить до збільшення активних втрат двигуна, тобто додаткового нагрівання. При використанні характеристики зі зломом потрібно прагнути задавати режим розгону так, щоб забезпечити мінімальний час роботи в зоні зламу.

2.3.3.2 Параметр C022.

Заводське налаштування C022 забезпечує безпечний режим гальмування з часом гальмування до 2с.

Якщо специфіка навантаження вимагає корекції заводського налаштування (швидке гальмування, немає можливості роботи із зовнішнім резистором динамічного гальмування) і виникає коливальний процес - періодичне зниження/підвищення частоти, то параметр C022 рекомендується послідовно збільшувати. Якщо не досягнуто бажаного результату та не відбувається гальмування механізму в заданий час, слід збільшити час гальмування або підключити резистор динамічного гальмування.

2.3.3.3 Параметр C024.

Коефіцієнт C024 пропорційного регулятора струмообмеження допускається коригувати, якщо специфічне навантаження двигуна призводить до автоколивання системи або відключення електроприводу при перевантаженні під час розгону.

Значення C024 у разі ефекту автоколивань послідовно зменшують до його усунення.

При відключення на перевантаженні допускається послідовно збільшити C024 на 50% від заводської установки і, якщо результат не буде досягнутий, потрібно або збільшити час розгону, або застосувати електропривід більшої потужності.

ІІІ – регулятор. У цьому режимі вихідна частота автоматично змінюється в залежності від різниці поточного значення параметра (тиску, витрати, температури, рівня та ін) і заданого значення, введенного з клавіатури або дистанційного пульта.

Закон регулювання:

$$F = K_p \Delta + K_i \cdot \int \Delta dt$$

де:

- F вихідна частота;
- K_p пропорційний коефіцієнт (C013)

K_i	інтегральний коефіцієнт (C014)
Δ	різниця між поточним та заданим значенням параметра (величина помилки)

При налаштуванні ПІ - регулятора слід враховувати, що значення K_i визначає швидкість реакції (зміни частоти) на виході для підтримки заданого значення, а значення K_p - величину зміни частоти (що більше K_p , тим більше значення змінюється частота при одній і тій же помилці на вході ПІ - регулятора).

2.4. Можливі несправності та їх усунення

Перетворювач має всі необхідні захисти, що запобігають його виходу з ладу при аварійному стані навантаження або некоректному управлінні. Повідомлення про причини несправностей виводиться на індикатор відповідно до таблиці 9.

Таблиця 9

Повідомлення про збій	Зміст	Причина	Усунення несправності
E 002	Струм на виході перевищує величину $4 \div 5 I_n$	Коротке замикання на вихідних клеммах U, V, W	Перевірити на коротке замикання кабель двигуна та двигун
E 003	Струм на виході перевищує заданий (C004) протягом заданого часу (C003)	1. Збільшення навантаження чи заклинювання двигуна. 2. Встановлено дуже короткий час розгону. 3. Встановлено дуже короткий час гальмування	Усунути причини навантаження. Вибрати при необхідності перетворювач та двигун більшої потужності. Збільшити час розгону, збільшити початковий пусковий момент. Збільшити час гальмування, підключити зовнішній резистор динамічного гальмування
E 006	Перенапруга у ланці постійного струму	Двигун працює в генераторному режимі: 1. Неправильно вибрано режим частотного гальмування. 2. Швидкий темп при динамічному гальмуванні, не забезпечується необхідний струм гальмування 3. Несправність ціни підзаряду або датчика U_a	Змінити параметр «Підкидання частоти» (C022), збільшити час гальмування. Зменшити опір зовнішнього гальмівного резистора у допустимих межах. Звернутися до сервісної служби.
E 007	Зовнішнє відключення перетворювача	Зовнішнє повідомлення про збій із входу аварійного відключення	Усунути причину збою у зовнішньому монтажі

Для контролю технічного стану електроприводу необхідно періодично проводити планово-профілактичні огляди:

- один раз на місяць;
- один раз на півроку;
- один раз на рік.

Щомісячний огляд:

- візуальна перевірка монтажу, густини контактних з'єднань;
- перевірка нормальної роботи вентилятора, продування стисненим повітрям (якщо ПЧ працює у запиленому середовищі).

Піврічний огляд:

- виконання вимог щомісячного огляду;
 - продування стисненим повітрям;
 - підтяжка різьбових контактних з'єднань;
 - перевірка станів контактних з'єднань роз'ємів;
 - перевірка функціонування захисту від навантаження.
- Щорічний огляд:
- виконання вимог піврічного огляду;
 - перевірка точності показань цифрового індикатора вимірювальних приладів;
 - перевірка опору ізоляції зовнішніх ланцюгів, що відходять.

4 ЗБЕРІГАННЯ

4.1 На майданчику розвантаження ящики з електроприводами повинні зберігатися в умовах, що унеможливають безпосередні атмосферні дії та механічні пошкодження.

4.2 Температура зберігання не повинна бути нижчою за 1 °С.

4.3 Приміщення для розпаковування та зберігання електроприводів не повинно містити пилу та повинно бути вибухо- та пожежобезпечним, ізольованим від проникнення їдких газів (хлору, диму, пари аміаку, лугів та ін.).

Зберігання хімікатів, кислот, лугів, акумуляторів в приміщенні з електроприводами не допускається.

4.4 При наявності пошкоджень консервації необхідно зняти пошкоджений шар мастила, добре протерти чистою серветкою, змоченою бензином або уайтспіритом, протерти чистою сухою серветкою і нанести новим мастилом пензлем.

4.5 При тривалому зберіганні розпакованих електроприводів необхідно не менше одного разу на 6 місяців проводити повний огляд з відновленням консервації та захисних покриттів у разі їх пошкодження.

4.6 Відомості про зберігання наведені в таблиці 10.

Таблиця 10

Дата		Умови зберігання	Вид зберігання	Примітка
Приймання на зберігання	Зняття зі зберігання			

5 ТРАНСПОРТУВАННЯ

Транспортування електроприводу до місця встановлення допускається всіма видами транспорту. Транспортувати електропривод слід відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на будь-які види транспорту.

Умови транспортування щодо впливу кліматичних чинників - температура навколишнього повітря від -50 до +50°C.

При транспортуванні, завантаженні та переміщенні електропривод не піддавати ударам та поштовхам.

Терміни транспортування та проміжного зберігання при перевантаженні не повинні перевищувати один місяць і входять до загального терміну зберігання електроприводу.

6 ГАРАНТІЇ ВИГОТОВЦЯ

6.1 Виробник гарантує відповідність якості електроприводу вимогам державних стандартів за умови дотримання споживачем умов транспортування, зберігання, монтажу та експлуатації.

6.2 Гарантійний термін експлуатації - 1 рік від дня введення електроприводу в експлуатацію, але не більше 1,5 років від дня відвантаження споживачеві. За погодженням із споживачем (умова контракту поставки) встановлюються строки поставки 2 роки та 2,5 року відповідно.

7 КОМПЛЕКТНІСТЬ

Таблиця 11

Позначення	Найменування	Кільк. шт.
ЄЦАЇ. 655324.017	Електропривод 1 2 3 4 5 6 7 8 ЕКТ4Д125-50 ШИШ УХЛ4	1

ЄЦАІ.655324.014 РЕ	Посібник з експлуатації	
Додаткове обладнання *		

*Поставляється згідно з шифром опцій таблиці 1. Електропривод без додаткового обладнання (стандарт) відповідає шифру опцій 00000011.

8 ВІДОМОСТІ ПРО ДОРОГОЦІННІ МАТЕРІАЛИ ТА КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ

Сумарна маса кольорових металів: міді – 0,35 кг алюмінію – 2,5 кг

9 СВДЧЕННЯ ПРО ПРИЙМАННЯ

Електропривод ЕКТ4Д1-25-50 УХЛ4 позначення ЄЦАІ.655324.017

заводський номер 514 виготовлений та прийнятий відповідно до обов'язкових вимог державних (національних) стандартів, чинної технічної документації та визнаний придатним для експлуатації.

Испытания провел

личная подпись

год, месяц, число

/Начальник ОТК

личная подпись

год, месяц, число

М.П.

должность

личная подпись

год, месяц, число

розшифрування підпису

ІС-101

Начальник ВТК

розшифрування підпису

10 СВДЧЕННЯ ПРО УПАКОВУВАННЯ

Електропривод ЕКТ4Д1-25-50 УХЛ4

заводський номер 514

позначення ЄЦАІ-655324.017

упакований на ПАТ «Запорізький електроапаратний завод»

відповідно до вимог, передбачених у діючій технічній документації.

розшифрування підпису

11 ВІДОМОСТІ ПРО ЦІНУ ТА УМОВИ ПРИДБАННЯ ВИРОБУ

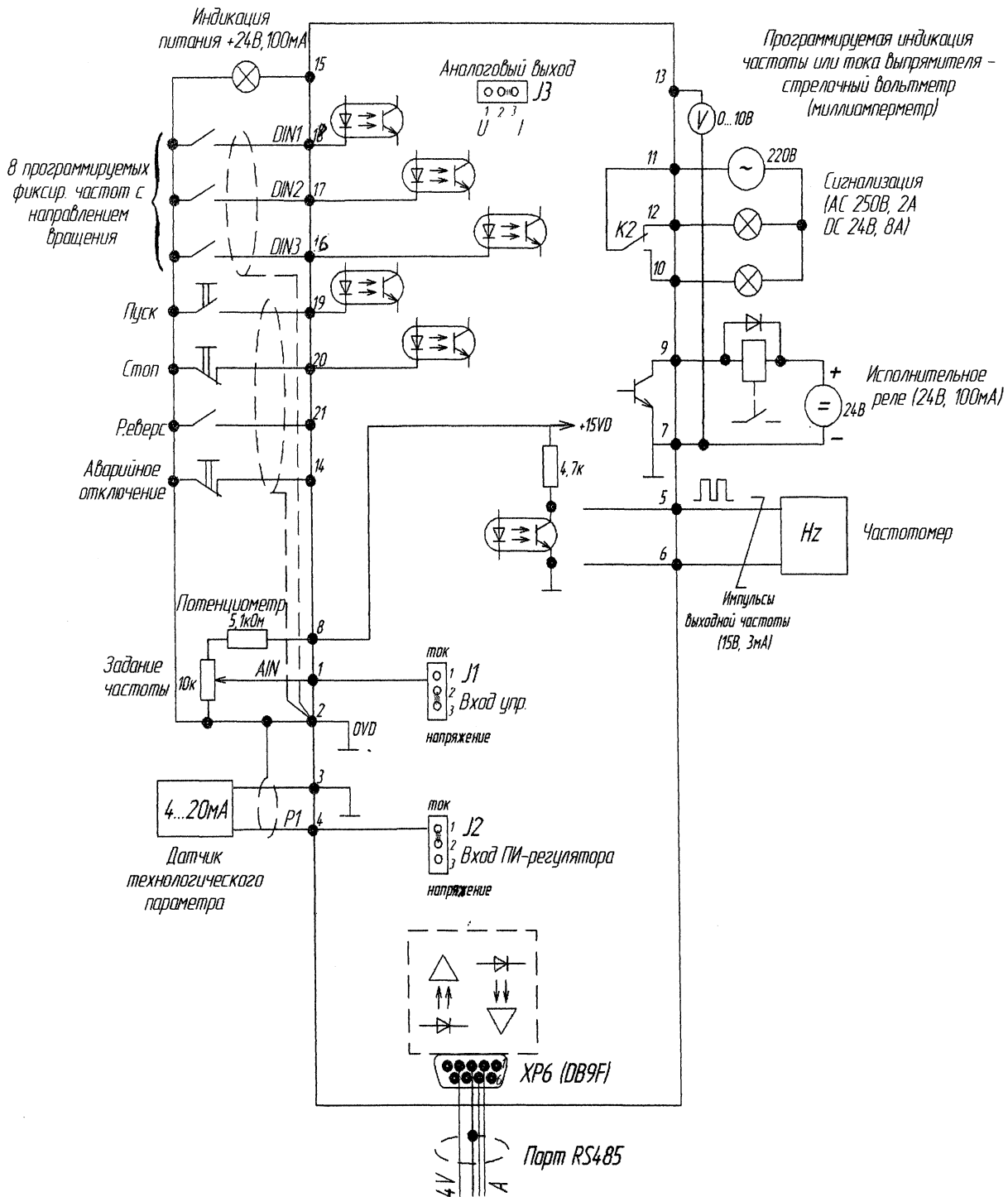
11.1 Виріб поставляється згідно з договором про постачання. Ціна договірна.

12. ВІДОМІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.

Позначення документа	Найменування документа	Кількість прим., шт.	Номер екз.	Місце знаходження
	Документація загальна			
ЄЦАІ.655324.014 РЕ	Електропривод ЕКТ4Д1	1		
	Посібник з експлуатації			

ДОДАТОК А

Схема зовнішніх підключень



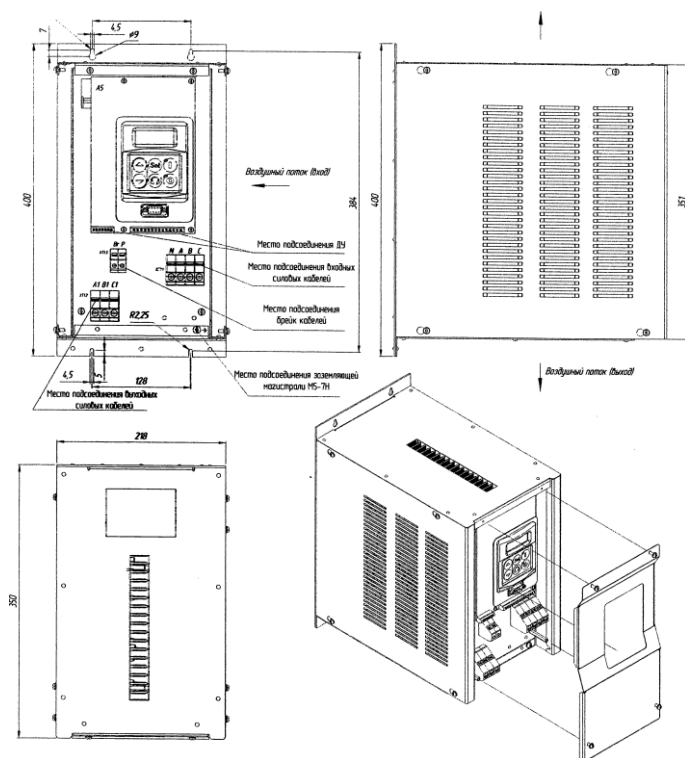
ДОДАТОК Б

Габаритні, настановні, приєднувальні розміри

Лицьовальна панель для наочності умовно не показана RZ25 128

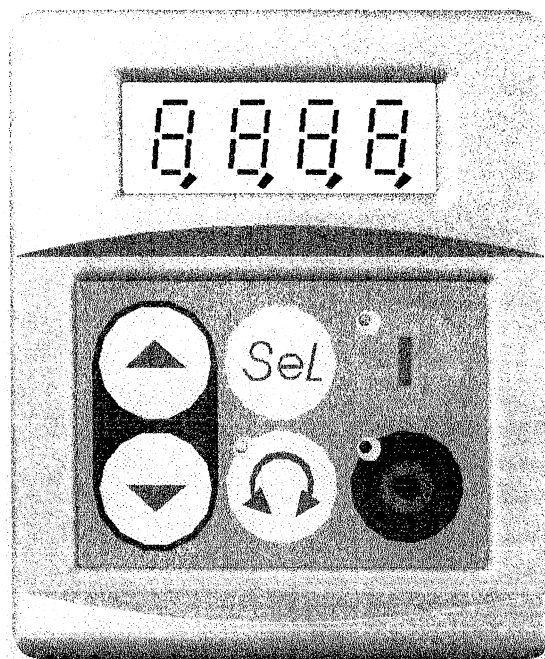
Повітряний потік (Вихід)

Позначення		Маса,	Ступінь захисту
ЄЦАІ.656324.016	ЗКТ4-Д1-16-50 УХ/14	12	1P21
ЄЦАІ.656324.017	ЕКТ4-Д1-25-50 УХ/14	15	
ЄЦАІ.656324.018	ЗКТ4-Д1-32-50 УХ/14	15	
ЄЦАІ.656324.019	ЗКТ4-Д1-40-50 УХ/14	18	
ЄЦАІ.656324.014	ЕКТ 4-Д1-63-50 УХ/14	20	



ДОДАТОК В

Органи управління, індикації та сигналізації

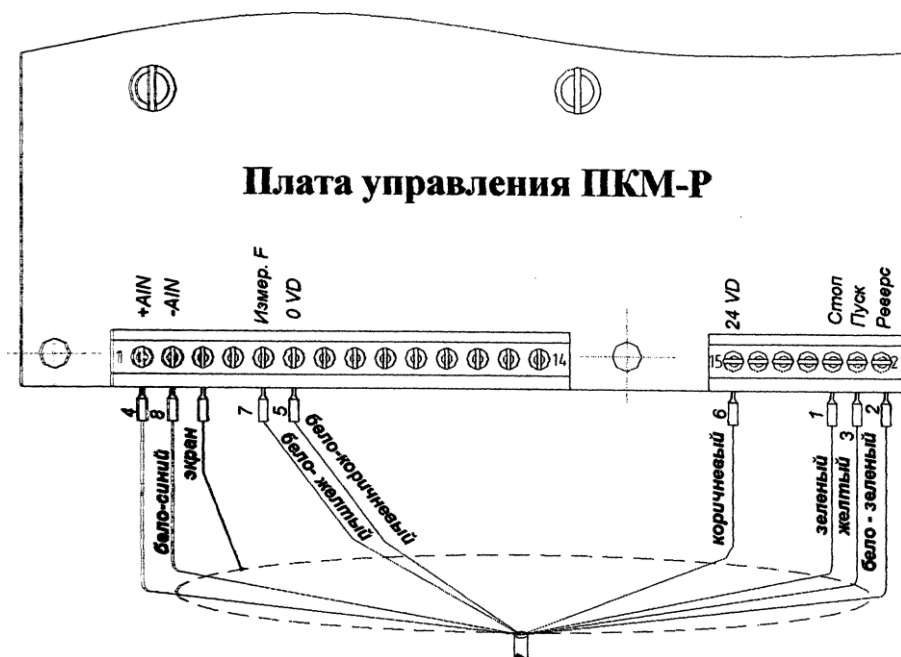
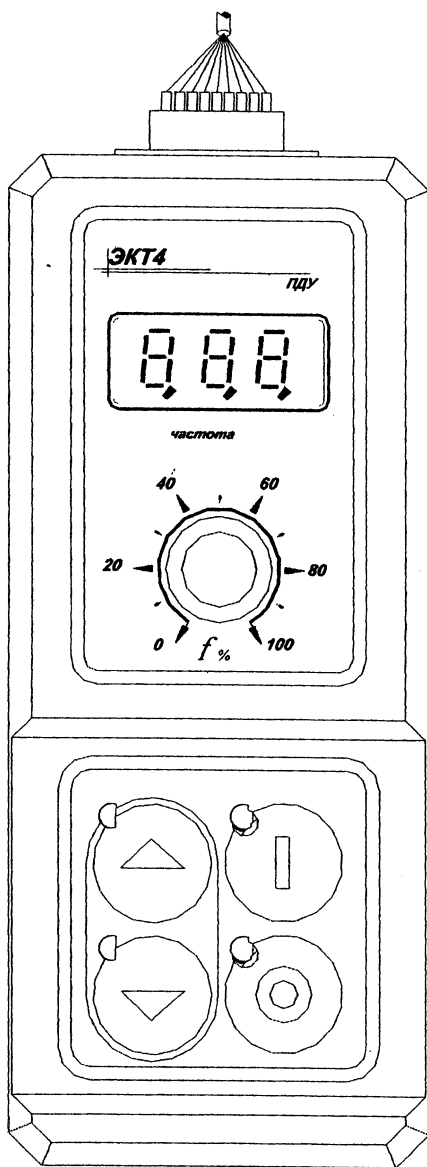


А- Зміна значення вихідної частоти; SEL – вибір режиму індикації параметра; включення реверсу;

1 – включення силової частини;

0 – відключення силової частини.

ДОДАТОК Д - Підключення пульта ДК



Додаток Б

Додаткове обладнання для електроприводів ЕКТ4Д1 потужністю 7,5 – 30 кВт

Умовне позначення	Тип перетворювача	Технічні характеристики			
Блоки вхідних фільтрів та захисних апаратів БЗС (мережевий дросель, запобіжники, вимикач – три опції)					
		Кільк. фаз	Індуктивність, мГн	Струм запобіжника, А	Струм вимикача
БЗС-3-11	ЕКТ4Д116 ,25)	3	1,5	50	32
БЗС-3-22	ЕКТ4Д1-(32,40)	3	0,75	80	63
БЕС-3-30	ЕКТ4Д1-63	3	0,55	100	100

Блоки вихідних фільтрів БФД (дроселі двигуна, RC-ланцюги)

		Ном. струм, А	Робоча напруга,	Обмеження du/dt, В/мкс	Необхідність застосування визначається довжиною кабелю
БФД-25	ЕКТ4Д1-(16,25)	25	380	≤700	ЕКТ- АТ
БФД-40	ЕКТ4ДК32,40)	40			
БФД-63	ЕКТ4Д1-63	63			
Блок RC	Усі типи	63			

Блоки резисторів динамічного гальмування БРТ

		Опір, Ом	Потужність, Вт
БРТ-68/0,8	ЕКТ4Д1-16	68	800
БРТ-47/1	ЕКТ4Д1-25	47	1000
БРТ-33/2	ЕКТ4Д1-32	33	2000
БРТ-22/3	ЕКТ4Д1-40	22	3000
БРТ-88/3	ЕКТ4Д1-63	18	3000

Фільтри радіоперешкод

	Діапазон частот, МГц	Придушення, дБ
EPICOS або аналоги	0,15... 150	< 1000

Інше обладнання та аксесуари

Пульт дистанційного управління ПДУ	Усі типи	Функції: - потенціометр завдання швидкості - «вперед», «назад», «пуск», «стоп», «частотомір»
Кабель ПДУ	Усі типи	Телекомунікаційний (4 кручені пари в екрані) кат, 5. Довжина на замовлення
Панель монтажна	Усі типи	Кріплення та заземлення ЕКТ та екрануючих оболонок кабелів живильної мережі

Додаток Ж

Опис протоколу зв'язку з електроприводом за RS-485

1. Приймається до використання, т.зв., символьний протокол, що дозволить всі числові значення передавати як байт-символів ('0',.../9','A'/B'/C, 'O','E','T','.'), а для вказівки початку, кінця посилки і типу команди - унікальні символи.

Коди символів вказані у п. 6 цієї програми.

2. Формат кожного байта, який приймається та передається частотним перетворювачем (далі ПП), наступний:

1 старт-біт, 8 біт даних, 1 стоп-біт (без Parity біт).

3. НП передає значення наступних параметрів: _____

Таблиця Ж1

Номер пар.	Найменування параметра	Діапазон зміни
0	Струм двигуна	0-200%
1	Резерв	
2	Резерв	
3	Частота на виході перетворювача	0-200%
4	Випрямлена напруга	0-200%
5	Напруга на виході перетворювача	0-200%
6	Резерв	
7	Резерв	
8	Резерв	
9	Резерв	0000
10	Мережева адреса	0-255
11	Швидкість обміну	0 = 2400, 1 = 4800, 2 = 9600, 3 = 19200, 4 = 38400, 5 = 57600, 16 = 115200

4. Комп'ютер повинен мати можливість змінити на необхідному НП значення наступних параметрів:

Таблиця Ж2.

Код пар.	Найменування параметра	Діапазон зміни
3	Частота на виході електроприводу	'

5. Формат команди читання значень параметрів НП, що надсилається комп'ютером, має наступний формат:

Початок команди Адреса НП в мережі Тип команди Контрольна сума Початок команди – один символ

Адреса в мережі - два символи, що представляють адресу НП в форматі Hex (якщо адреса менше 1 Oh, перший символ 'O');

Тип команди - два символи, перший символ 'R' (прочитати), другий символ або 6P (значення контрольованих параметрів), або символ 'S' (параметри налаштування ПП);

Контрольна сума - два байти у двійковому форматі (розраховані за допомогою циклічного надлишкового коду, див. п. 7);

Формат повідомлення-відповіді НП комп'ютеру:

Початок команди Адреса НП в мережі Тип команди Дані Контрольна сума Початок команди - один символ

Адреса в мережі - два символи, що представляють адресу ЧП у 16-му форматі (якщо адреса менше 10 п, перший символ дорівнює 0).

Тип команди - два символи, перший символ 'R' (прочитати), другий символ або 'R' (значення контрольованих параметрів) або символ 'S' (параметри конфігурації ПП).

Дані - для випадку типу команди 'R' 'P' це поле складається з 8-ї символічних підполів формату XXX.X (3 знаки до коми, кома (не передається), 1 знак після коми) зі значеннями контрольованих параметрів з кодами 0-8 (див. таблицю 1 резервні поля передаються «0000») форматі) зі значенням параметра кодом 9 (див. таблицю 1 «00»); для випадку типу команди 'R' S1 це поле складається з 1-го підполя формату X (у вигляді символу з переліку - 'O'1'2'3'4'5'6'), що відповідає значенню параметра з кодом 11 (див. таблицю Ж1).

Контрольна сума - два байти у двійковому форматі (розраховані за допомогою циклічного надлишкового коду, див. п. 7).

Усі параметри передаються у форматі 0%-100%-200% відповідає 0-007F-00FF.

Наприклад, необхідно прочитати поточні значення контрольованих параметрів НП з адресою мережі 18Dec (12 Hex), тоді команда має вигляд: '>'12 "R" 'P'|KC| Відповідь ЧП має вигляд:

'<'12' 'R' 'P' (поля параметрів) KC

Наприклад, необхідно прочитати поточні значення параметрів налаштування ПП (на даному етапі лише параметр з кодом 11 - див. таблицю Ж1) з адресою мережі 44Dec (2C Hex), тоді команда має вигляд:

'>C2C 'R' 'S' KC

Відповідь НП має вигляд:

'<' C2C 'R' 'S5 '2' KC

6. Формат команди запису нового значення параметра ЧП, що надсилається комп'ютером, має наступний формат:

Початок команди	Адреса-ПП у мережі	Тип команди	Код параметра	Нове значення параметра	Контрольна сума
-----------------	--------------------	-------------	---------------	-------------------------	-----------------

Початок команди – один символ '>'.
Адреса в мережі - два символи, що представляють адресу НП в форматі Нех (якщо адреса менше 1

Oh, перший символ 'O').

Тип команди – символ W.

Код параметра - два символи, що представляють код параметра з таблиці Ж2 Нех
форматі (якщо код менше 10h, перший символ 'O').

Нове значення параметра – поле довжиною 5 символів; для параметрів із кодами 3
використовується формат OXXX (де XXX - частота Гц* 10)

Контрольна сума - два байти у двійковому форматі (розраховані за допомогою
циклічного надлишкового коду, див. 7).

Формат повідомлення-відповіді НП комп'ютеру:

Початок команди Адреса НП в мережі Тип команди Дані Контрольна сумаПочаток команди – один
символ *<'.
Адреса в мережі - два символи, що представляють адресу НП у 16-му форматі (якщо адреса менше

10h, перший символ дорівнює 0)> Тип команди - символ 'W. Код параметра - два символи, що
представляють код параметра, з таблиці Ж2 в форматі Нех (якщо код. менше 1 Oh, перший символ 'O).

Контрольна сума – два байти у двійковому форматі (розраховані за допомогою циклічного
надлишкового коду, див. п. 7);

Наприклад, необхідно задати нове значення частоти на виході НП з адресою в сета 25 Dec (19Nix),
тоді команда має вигляд: "> "19' 'W'0'3' '0'0'6'0' "КС".

Відповідь ЧП має вигляд:

<" 1 9 «W»0» 3 ' КС

Наприклад, необхідно встановити для НП з адресою в мережі 7 Dec (07 Нех) нове значення адреси 8
Dec (08 Нех), тоді команда має вигляд:

<< '07»W 'O' 'A' з0' 'O»0' 'O»8' |КС

Відповідь ЧП має вигляд:

'< '08' CW 'O' 'A' КС

Наприклад, необхідно задати для НП з адресою в мережі 33 Dec (21 Нех) нове значення швидкості
обміну 115200 Кбіт/сек, тоді команда має вигляд:

<> <2Г 'W 'O' СВ' 'O' 'O' 'O' C0' '6' (КС

Відповідь ЧП має вигляд:

'<<2Г <W»0»B' КС

7. Розрахунок контрольної суми.

Значення поля контрольної суми – результат контролю за допомогою циклічного надлишкового
коду (Cyclical Redundancy Check – CRC).

Після формування повідомлення пристрій, що передає, розраховує CRC код і поміщає його в кінець повідомлення. Приймальний пристрій розраховує CRC код прийнятого повідомлення та порівнює його з переданим CRC кодом. Якщо код CRC не збігається, це означає, що має місце комунікаційна помилка. Пристрій не виконує дій і не дає відповіді у разі виявлення помилок CRC. Послідовність CRC розрахунків:

- 1) Завантаження CRC регістру (16 біт) одиницями (FFFFh).
- 2) Що виключає АБО з першими 8 біт байта повідомлення та вмістом CRC регістра.
- 3) Зрушення результату на один біт вправо.
- 4) Якщо біт, що зсувається = 1, що виключає АБО вмісту регістра з АООШ значенням.
- 5) Якщо біт, що зсувається = 0, повторити крок 3.
- 6) Повторювати кроки 3,4 і 5 поки що вісім зрушень не матимуть місце.
- 7) Що виключає АБО з наступними 8 біт байта повідомлення з вмістом CRC регістру
- 8) Повторювати кроки від 3 до 7 доки всі байти повідомлення не обробляться.
- 9) Кінцевий вміст регістру буде значенням контрольної суми.

Приклад розрахунку контрольної суми мовою C: unsigned int crccalculation

(unsigned char *buff, unsigned char numberbyte)

```
{
unsigned int crc; unsigned char
Wtcounter,
crc = 0xFFFF; //initialize crc
while (number_byte>0)
{
crc A = * buff ++; //crc XOR with data bit counter=0; // reset counter while (bhjoounter <8)
{
if(one & 0x0001)
{
crc <<= 1; // drift to tire right 1 position
скДЮхАООІ; //crc XOR with 0хАООІ
} else
{
crc'-1; // shift to the right 1 position
} bртjxxmter-H; // increase counter
}
numberbyte--; // adjust byte counter
}
return (crc); // final result of crc
}
```

