

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ

Факультет суднової енергетики

Кафедра експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики

Спеціальність 271 «Морський та річковий транспорт»

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни

«Суднові автоматизовані електроприводи»

Курсанта 4 курсу Довгальова Євгенія Геннадійовича

Шифр 203.16 ЕМ

Домашня адреса: Вул. Стрітенська 11, кв.31, м. Херсон

Дата надходження _____

Оцінка _____

Підпис викладача _____

Дата перевірки завдання _____

Херсонська державна морська академія

(назва вищого навчального закладу)

Факультет **суднової енергетики**

Кафедра **експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики**

Спеціальність **271 «Морський та річковий транспорт»**

Курс 4 Семестр 8 Група 341

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Довгальова Євгенія Геннадійовича

(прізвище, ім'я, по-батькові курсанта / студента у родовому відмінку)

Тема проекту ***Розрахунок автоматизованого електроприводу***

вантажно - підйомного механізму

Термін здачі студентом закінченого проекту _____

Вихідні дані до проекту Технічна документація контейнеровозу
«MSC MESSINA».

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

- 1) Характеристика систем електроприводу судна
- 2) Вибір і розробка схеми електроживлення приводу та схеми управління
- 3) Опис схеми управління
- 4) Вибір елементів схеми управління електроприводом
- 5) Визначення механічних характеристик при допустимих параметрах якості електроенергії
- 6) Вимоги Правил технічної експлуатації до електричних приводів. Технічне використання

Перелік графічного матеріалу (з точним означенням обов'язкових креслень)

Схема

електроприводу шлюпочної лебідки судна «MSC MESSINA» (A4)

Дата видачі
завдання 03.02.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1)	Ознайомлення зі змістом розрахунково-пояснювальної записки, представленої в методичці у відповідності з варіантом.	03.02.20-10.02.20	Виконано
2)	Складання плану виконання курсового проекту.	10.02.20-17.02.20	Виконано
3)	Підбір відповідної літератури.	17.02.20-24.02.20	Виконано
4)	Виконання розрахункових завдань з використанням вихідних даних у відповідності до номеру варіанту.	24.02.20-02.03.20	Виконано
5)	Оформлення записки пояснення.	02.03.20-09.03.20	Виконано
6)	Оформлення графічної частини.	09.03.20-16.03.20	Виконано
7)	Написання відповідних висновків.	16.03.20-23.03.20	Виконано

Курсант / студент _____
(підпис)

Керівник проекту _____

(підпис)
Колебанов Олександр Костянтинович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Розрахунково – пояснювальна записка курсового проекту з дисципліни
 “Суднові автоматизовані електроприводи”

Тема курсового проекту: розрахунок автоматизованого електроприводу
 вантажно – підйомного механізму

					<i>ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Довгальов Є.Г.</i>			<i>Електропривод вантажно підйомного механізму</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцилів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Коледанов О.К.</i>					<i>3</i>	<i>26</i>
<i>Н. Контр.</i>					<i>Розрахунково – пояснювальна записка</i>	<i>ХДМА, гр.341</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Рожков С.О.</i>						

ЗМІСТ

1.Характеристика систем електроприводу судна	5
2.Вибір і розробка схеми електроживлення приводу та схеми управління	7
3.Опис схеми управління	11
4.Вибір елементів схеми управління електроприводом	12
5.Визначення механічних характеристик при допустимих параметрах якості електроенергії	15
6.1.Вимоги Правил технічної експлуатації до електричних приводів. Технічне використання	21
6.2.Вимоги Правил технічної експлуатації до електроприводів палубних пристроїв та механізмів. Технічне використання	22
6.3.Вимоги Правил технічної експлуатації до електроприводів. Технічне обслуговування	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адж.
						4
Змн.	Адж.	№ докцм.	Підпис	Дата		

1 Характеристика систем електроприводу судна

Суднові електроприводи по призначенню підрозділяються на такі:

- 1.Електроприводи нагнітачів, до яких ставляться насоси, вентилятори й компресори;
- 2.Електроприводи вантажопідйомних механізмів – вантажні лебідки й крани;
- 3.Електроприводи якірно–швартовних механізмів – шпилі, брашпилі, автоматичні швартовні лебідки;
- 4.Електроприводи кермових пристроїв;
- 5.Електроприводи спеціалізованих пристроїв.

В курсовому проекті розглядається електропривод шлюпочної лебідки контейнеровозу водотоннажністю 63 014 т.

Шлюпочні лебідки застосовуються для обслуговування рятувальних шлюпок, що встановлюються на морських і річкових судах. До них не належать лебідки, призначені для регулярних операцій з підйому і спуску шлюпок, ботів, катерів і використовувані при виконанні поточних суднових і промислових робіт.

Рятувальними шлюпками у відповідності до міжнародної Конвенції з охорони людського життя на морі 1974 р. забезпечуються всі судна. Цієї ж Конвенцією встановлено низку вимог, що пред'являються до підйомним пристроям, так званим шлюпбалками, які у відомій мірі визначають умови роботи електропривода [1].

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						5
Змн.	Адк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

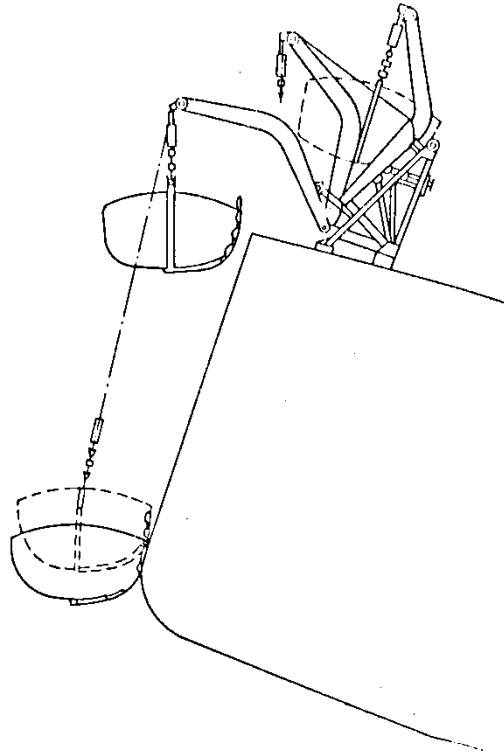


Рис.1.1– Схема роботи шлюпочної лебідки [2]

Згідно з цими вимогами шлюпочний пристрій, схема роботи якого показана на рис. 1.1, повинно забезпечити: 1) вивалювання стріл шлюпбалок з повністю забезпеченою шлюпбалкою і спуск його на воду як з повною кількістю людей, так і без людей при крен 15° на будь-який борт; 2) підйом повністю забезпеченою шлюпки з повною кількістю людей при статичному крені 8° і анти крені такої же величини, при якому шлюпка не торкається бортом судна, а також завалювання повністю забезпеченою шлюпки; 3) вивалювання стріл шлюпбалок без шлюпки при стоянці судна на рівному кілі.

Спуск шлюпок здійснюється без участі електропривода при пригальмовуванні за допомогою механічного гальма з найбільшою швидкістю $0,5 \text{ м / с}$. Узвіз підвісок може проводитися або змотуванням троса з барабана вручну, або електроприводом. З метою спрощення конструкції лебідок останній режим в нових типах шлюпочних лебідок виключений.

Основним режимом електропривода шлюпкової лебідки є одноразовий підйом шлюпки протягом обмеженого часу, що не перевищує 5 хв. Швидкість

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адж.
						6
Змн.	Адж.	№ док.м.	Підпис	Дата		

підйому шлюпок 0,1 – 0,15 м / с, при цьому необхідність у регулюванні швидкості відсутня.

2 Вибір і розробка схеми електроживлення приводу та схеми управління їм

При виборі типу електродвигуна, що приводить у рух будь-який механізм на судні необхідно знати потужність та швидкість руху механізму.

Електричний двигун, який працює при не змінному навантаженні обирається за двома умовами :

1) за потужністю $P_{дв}$

$$P_{дв.} \geq \frac{P_{мех.}}{\eta_{мех.}}$$

де $P_{мех}$ – потужність механізму, кВт;

$\eta_{мех}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) редуктора чи іншого механізму, що передає механічну енергію від двигуна до механізму;

2) за швидкістю

$$\eta_{дв.} \geq \eta_{мех.} \cdot i_{мех.}$$

де $\eta_{мех}$ – швидкість обертання валу механізму, об/хв;

$i_{мех.}$ – передаточне число редуктора.

Відомо, що потужність механізму (приведена до валу двигуна) складає $P_{мех} = 18$ кВт, а вал механізму обертається зі швидкістю (приведеною до валу двигуна) $\eta_{мех} = 1750$ об/хв.

При виборі електродвигуна необхідно виконати наступні умови:

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						7
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{дв.}} = P_{\text{н}} \geq P_{\text{мех.прив.}}$$

та

$$n_{\text{дв.}} \geq n_{\text{мех.прив.}}$$

В нашому випадку умови вибору електродвигуна наступні

$$P_{\text{дв.}} \geq 18 \text{ кВт},$$

та

$$n_{\text{дв.}} \geq 1700 \text{ об./хв.},$$

Для забезпечення виконання цих умов обираємо асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу ВAD 71 В4/8 [3] з технічними параметрами, що наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні параметри асинхронного двигуна типу ВAD 71 В4/8 [3]

Параметр	Величина
Номінальна потужність двигуна $P_{\text{н}}$, кВт	18; 9
Напруга живлення U , В	440
Частота живлючої напруги f , Гц	60
Число обертів магнітного поля статора n_0 , об/хв	1870
Число обертів валу двигуна n , об/хв	1750
Номінальний струм двигуна $I_{\text{н}}$, А	36,5; 30
Коефіцієнт потужності $\cos \gamma_{\text{н}}$	0,81; 0,62
Кратність максимального моменту $k_{\text{м}} (\lambda) = M_{\text{кр}} / M_{\text{н}}$	1,6
Кратність пускового моменту $k_{\text{п}} = M_{\text{п}} / M_{\text{н}}$	1,8
Кратність пускового струму $k_{\text{іп}} = I_{\text{п}} / I_{\text{н}}$	6
Ступінь захисту	IP55

						ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
							8
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата			

Для управління електродвигуном необхідно вибрати електричну схему управління, що забезпечить необхідні умови пуску/гальмування та роботи в сталому режимі.

У зв'язку з обмеженнями потужності електромережі судна пуск асинхронного двигуна такої потужності (механізми, що мають вентиляторну механічну характеристику) можливо провести в два етапи:

1) пуск при включенні обмоток статора в «зірку» з витримкою часу. Це застосовується для зменшення пускових струмів двигунів, що в приводах нормально працюють при з'єднанні фаз у «трикутник»;

2) перемикання обмоток статора з «зірки» в «трикутник» з подальшим переходом у сталий режим роботи при досягненні необхідної швидкості обертання.

У випадку вантажних механізмів двигун пускається зразу на з'єднанні «зіркою».

При роботі в сталому режимі ніяких вимог до схеми управління електроприводу немає (відсутній реверс), як і під час гальмування асинхронного двигуна.

При пуску двигуна за схемою «зірка – трикутник» вдається зменшити пусковий струм, до 1/3 від струму прямого пуску від мережі. Пуск за схемою «зірка – трикутник» особливо підходить для механізмів з великими маховими масами, коли навантаження накладається вже після розгону двигуна до номінальної швидкості. При пуску двигуна перемиканням «зірка – трикутник» відбувається також зниження пускового моменту, приблизно на 33%. Даний метод можна використовувати тільки для трифазних асинхронних двигунів, які мають можливість підключення за схемою «трикутник». Під час перемикання з «зірки» на «трикутник» асинхронний електродвигун може швидко понизити швидкість обертання, для збільшення якої також буде потрібно різке збільшення струму.

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						9
Змн.	Адк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Для виконання вище наведених умов обираємо схему управління електроприводом. Силова частина даної схеми та схема управління наведена на рис. 2.2

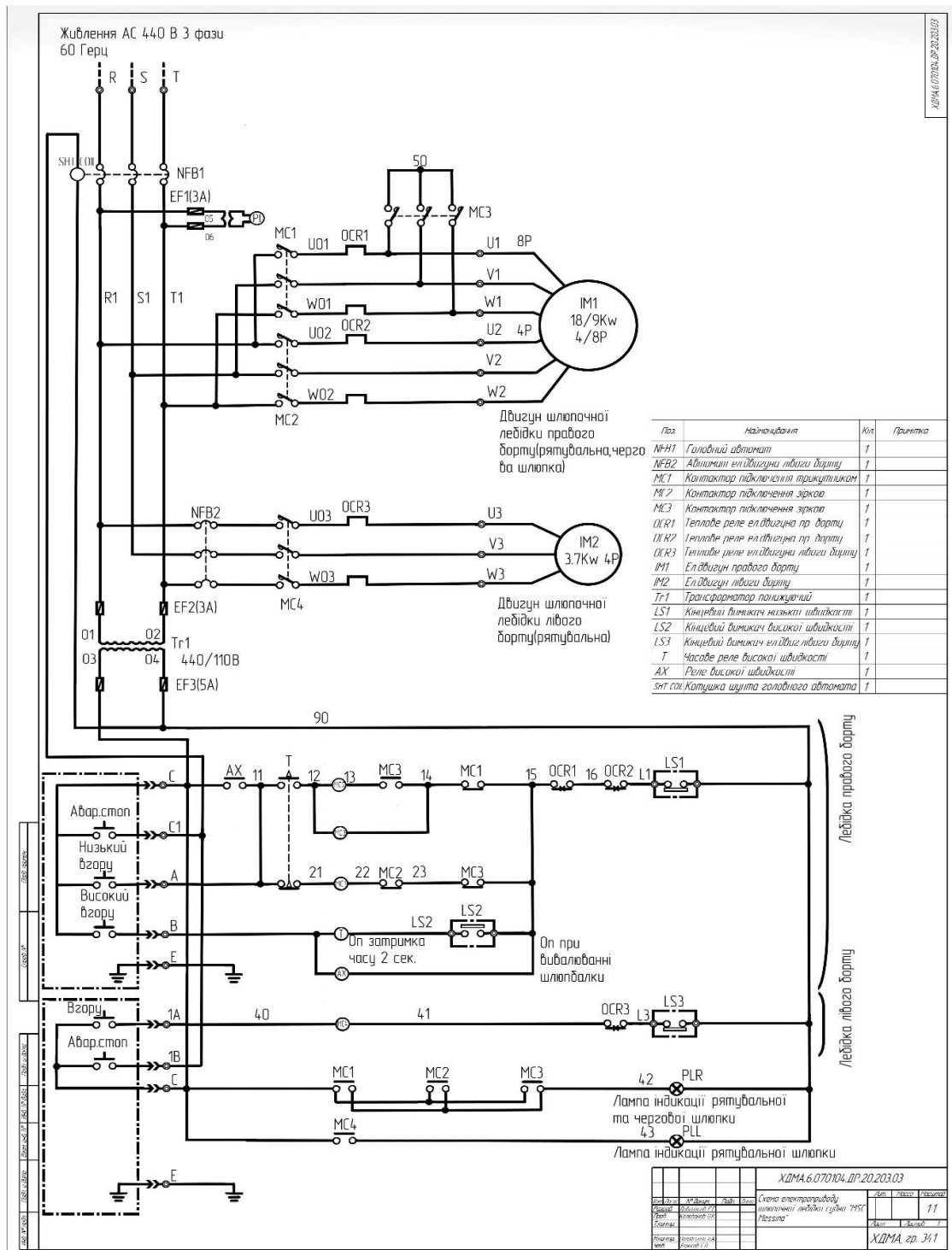


Рис.2.2 – Силова частина схеми електроприводу та схема управління для управління асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором механізму [2]

3 Опис схеми управління

Схему управління приводом шлюпочної лебідки наведено на рис. 2.2.

Подача напруги живлення на силову частину та схему управління здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів NFB1 та NFB2. Для запуску двигуна необхідно натиснути на кнопку Вис.вгору. Вона замкне коло котушки реле АХ, часового реле Т, які подають живлення на котушки контакторів зірка МС2 та МС3. Котушки контакторів МС2 та МС3 отримують живлення за колом: фаза R, нормально-відкритий (н-в.) контакт реле АХ, нормально- відкритий (н-в.) контакт часового реле Т (він буде замкнутий), котушки контакторів МС2 та МС3, н.в. контакт МС3 з самопідхватом, нормально-закритий (н-з.) контакт МС1(це блок-контакт), н-з. контакт теплового реле OCR1 і OCR2, кінцевий вимикач LS 1, фаза Т, автоматичний вимикач NFB1. Отримавши живлення, котушка контактора МС3 замикає свої силові контакти МС3 і з'єднує кінці статорної обмотки у «зірку». А своїм н-в. контактом МС3 замикає коло живлення котушки контактора МС2. Остання своїми силовими контактами МС2 приєднує статорну обмотку, яка з'єднана по схемі «зірка» до мережі. Двигун ІМ1 починає обертатися. Через деякий час шлюпка піднімається та шлюпбалка торкається кінцевого вимикача LS2 після чого таймер Т (часове реле) та котушки контакторів МС 2 та МС3 втрачають живлення, після чого вмикається низька швидкість через котушку контактора МС1 і шлюпка разом зі шлюпбалкою стають в паз. Кінцевий вимикач LS1 вмикає повністю всю схему управління та разом з нею і електродвигун ІМ1.

Пусковий момент і струм при пуску перемиканням «зірка – трикутник» значно нижче, ніж при прямому пуску.

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						11
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

4 Вибір елементів схеми управління електроприводом

Для захисту двигуна та схеми керування від струмів короткого замикання передбачені автоматичні вимикачі NFB1 та NFB2. Тепловий захист двигуна IM1 реалізовано за допомогою теплового реле OCR1 та OCR2. А «нульовий» захист реалізовано за допомогою н-в. контакту реле AX.

Виберемо елементи схеми управління електроприводом.

Контактори MC1 – MC3, що перемикають обмотки статора з «зірки» на «трикутник» обираємо за наступними умовами:

1) по напрузі силових контактів

$$U_{ном.мс} \geq U_{дв.} = 440В,$$

2) по номінальному струму силових контактів

$$I_{ном.мс} \geq I_{ном.фаз.дв.} = I_n = 36,5А,$$

3) по напрузі котушки магнітного пускача

$$U_{кот.мс.} \geq U_{сх.упр.} = 110В,$$

Згідно цих умов обираємо контактори типу LC1E38 фірми Schneider Electric [4] з такими параметрами:

Номінальна робоча напруга контактора, В	440
Номінальний струм силових контактів, А	38
Напруга котушки контактора, В	110
Кількість контакторів, шт	3

Для забезпечення роботи схеми управління необхідно обрати блоки допоміжних контактів для цих контакторів. Згідно схеми, що наведена на рис. 2.2, контактор MC1 та MC3 повинні мати по одному нормально – відкритому та одному нормально – закритому контактам.

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						12
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

В схемі управління використовується одне проміжне реле АХ, яке обираємо за наступними умовами:

1) по напрузі живлення котушки проміжного реле

$$U_{\text{кот.ах.}} \geq U_{\text{сх.упр.}} = 110\text{В},$$

2) по номінальному струму контактів реле

$$I_{\text{ном.ах.}} \geq \sum I_{\text{сх.упр.}}$$

де $\sum I_{\text{сх.упр.}}$ – струм усіх котушок контакторів та інших елементів, які приєднує до джерела живлення контакт проміжного реле, А.

В нашому випадку, коли в схемі є три контактора, то сумарний струм можна визначити так:

$$\sum I_{\text{сх.упр.}} = 3 \cdot (P_{\text{кот.}} / U_{\text{с.кот.}}),$$

де $P_{\text{кот.}}$ – потужність котушки під час роботи контактора, ВА (стр. 40 каталогу);

$U_{\text{с.кот.}}$ – напруга живлення котушки контактора, В.

$$\sum I_{\text{сх.упр.}} = 3 \cdot (18,5 / 110) = 0,5\text{А},$$

Згідно умов обираємо проміжне реле САЕ 22F5 фірми Schneider Electric [4] з такими параметрами:

Напруга котушки контактора, В	110
Номінальний струм контактів, А	5
Кількість нормально – відкритих/закритих контактів, шт	2 н.в/2н.з.

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Для забезпечення теплового захисту обмоток статора асинхронного двигуна необхідно обрати теплове реле за наступними умовами:

$$I_{ном.тр.} \geq I_{ном.дв.} = I_n = 36,5 A,$$

Згідно умови обираємо теплове реле типу LRE35 фірми Schneider Electric [4] з такими параметрами:

Клас теплового реле	10 А
Діапазон уставок струму, А	30...38
Типи контакторів з якими використовується реле	LC1E38
Наявність компенсації навколишньої температури	Так

Для захисту схеми від струмів короткого замикання використовується автоматичний вимикач з електромагнітним розцеплювачем. Обирається він за умовами:

1) по напрузі

$$U_{ном.NFB.} \geq U_{мережі} = 440V,$$

2) по номінальному струму

$$I_{ном.NFB.} \geq I_{ном.дв.} = 36,5 A,$$

Згідно цих умов обираємо автоматичний вимикач типу GV2ME03 фірми Schneider Electric [4] з такими параметрами:

Номінальна напруга вимикача, В	440
Номінальний струм вимикача, А	40
Струм короткого замикання, кА	100

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

5 Визначення механічних характеристик при допустимих параметрах якості електроенергії

5.1 Розрахунок вихідних даних двигуна

В умовному позначенні типорозміру двигуна ВAD 71 В4/8, 18/9 кВт, 440В має число пар полюсів $p=4/8$.

Синхронна кутова швидкість ротора :

$$W_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 60}{2} = 188,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

де f – частота мережі , Гц;

p – число пар полюсів обмотки ротора;

Номінальна кутова швидкість ротора:

$$W_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{f} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1750}{60} = 183,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

де n – число обертів валу двигуна.

Номінальне ковзання

$$S_n = \frac{(W_0 - W_n)}{W_0} = \frac{188,4 - 183,1}{188,4} = 0,02,$$

Критичне ковзання

$$S_{кр} = S_n \cdot (K_M + \sqrt{K_M^2 - 1}) = 0,02 \cdot (1,6 + \sqrt{1,6^2 - 1}) = 0,05,$$

де S_n – номінальне ковзання;

K_M – кратність пускового моменту.

Кутова швидкість при критичному ковзанні

$$W_{кр.} = W_0 \cdot (1 - S_{кр.}) = 188,4 \cdot (1 - 0,05) = 188,4 \cdot (1 - 0,05) = 178,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

Номінальний момент двигуна

$$M_n = \frac{P_n}{W_n} = \frac{18000}{183,1} = 98,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальний момент двигуна

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						15
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$M_{кр.} = K_{м.} \cdot M_{н.} = 1,6 \cdot 98,3 = 157,28 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Пусковий момент двигуна

$$M_{п.} = K_{п.} \cdot M_{н.} = 1,8 \cdot 98,3 = 176,94 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Пусковий струм двигуна

$$I_{п.} = K_{ін.} \cdot I_{н.} = 6 \cdot 36,5 = 219 \text{ А}$$

5.2 Розрахунок і побудова механічної характеристики двигуна по формулі Клоса

У чистому вигляді рівняння електромеханічної характеристики $\omega(M)$ незручне для аналізу, а тим більше для розрахунку і побудови її графіка.

Тому на практиці для побудови механічної характеристики двигуна використовується досить проста формула Клосса [5], що представляє собою залежність електромагнітного моменту від ковзання ротора, тобто $M(s)$, а не $\omega(M)$:

$$M = \frac{2M_{кр.}}{\frac{s}{s_{кр.}} + \frac{s_{кр.}}{s}} \quad (1)$$

Оскільки в теорії електроприводу механічна характеристика – залежність кутової швидкості від моменту двигуна, тобто $\omega(M)$, а формула Клосса – залежність $M(s)$, виконаємо наступне:

– задаємось значеннями ковзання від $s = 0$ (режим ідеального холостого ходу) до $s = 1$ (режим пуску) і підставляємо ці значення одночасно в дві формули:

а) формулу Клосса, що має вигляд

$$M = \frac{2 \cdot 157,28}{\frac{s}{s_{кр.}} + \frac{s_{кр.}}{s}} = \frac{2 \cdot 157,28}{0,05 + \frac{s}{s_{кр.}}}$$

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						16
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$M = \frac{314,56}{\frac{s}{0,05} + \frac{0,05}{s}}$$

б) формулу кутової швидкості ротора, що приймає вигляд

$$W = W_0 \cdot (1 - S) = 188,4 \cdot (1 - S) \quad (2)$$

У цьому випадку для кожного нового значення ковзання s розраховуються два параметри: момент M і кутова швидкість ω , що представляють собою координати точок механічної характеристики $\omega(M)$, яку й потрібно знайти.

Результати розрахунку наведені в табл. 5.1. Графік цієї механічної характеристики позначений на рис. 5.2 цифрою «1».

Таблиця 5.1 – Координати точок механічної характеристики за формулою Клосса [6]

s	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\omega, \text{с}^{-1}$
0	0	188,4
0,02	108,4	184,6
0,03	138,7	182,7
0,05	157,2	178,9
0,083	139,1	172,7
0,1	125,8	169,5
0,115	115	166,7
0,13	105,3	163,9
0,15	94,3	160,1
0,2	74	150,7
0,25	60,4	141,3
0,35	44	122,4
0,5	31,1	94,2
0,7	22,3	56,5
0,85	18,4	28,2
1,0	15,6	0

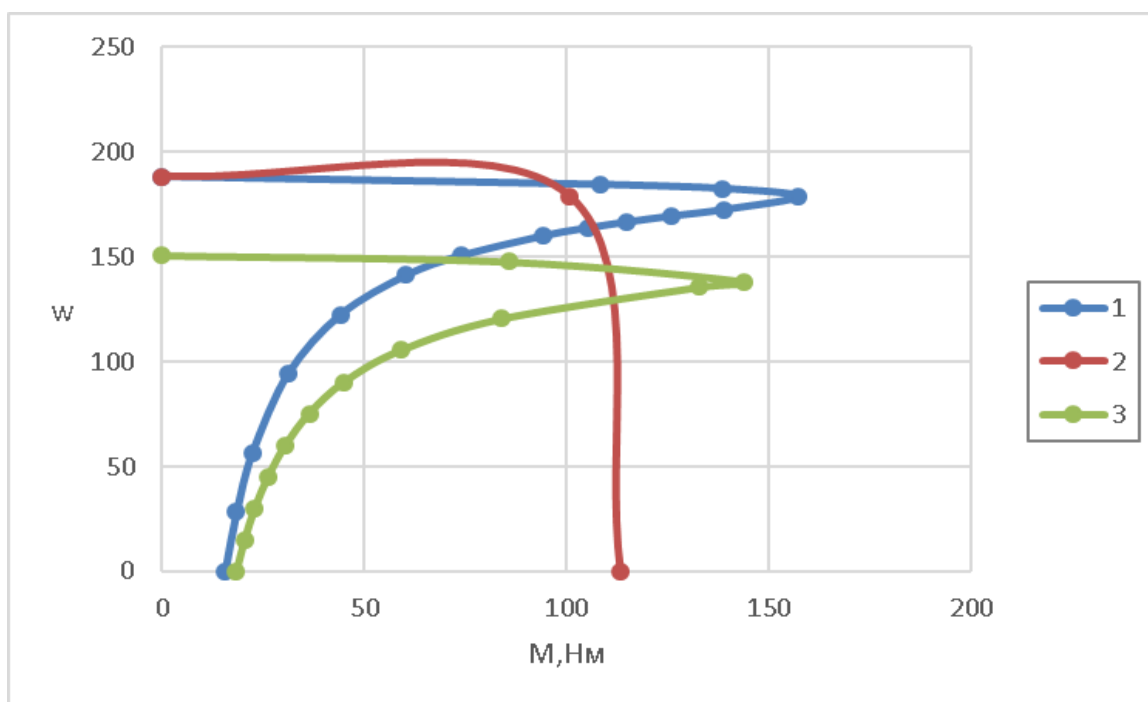


Рис. 5.2– Механічні характеристики асинхронного двигуна типу: ВAD 71 В4/8, 18/9 кВт, 440В природна за формулою Клосса (1); штучні при зниженні напруги (2) та частоти струму (3) [6]

На цій та інших характеристиках літерні позначення відповідають таким режимам: точка А – пуск двигуна; точка В – робота з критичними моментом і частотою обертання; точка С – режим ідеального холостого ходу.

5.3 Розрахунок і побудова штучної механічної характеристики при зниженні напруги живлення мережі до значення $\hat{U}=0,8 \cdot U_n$.

Пусковий момент

$$M_{п.} = M_n \cdot \left(\frac{U}{U_n}\right)^2 = 176,94 \cdot 0,8^2 = 113,241 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальний (критичний момент)

$$M_{кр.} = M_{кр.} \cdot \left(\frac{U}{U_n}\right)^2 = 157,28 \cdot 0,8^2 = 100,660 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Штучна механічна характеристика будується по трьох точках:

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						18
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- A2 (пуск), $M=M_{п.} = 113,241 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $\omega = 0$;
- B2 (критичний момент и кутова швидкість), $M=M_{кр} = 100,660 \text{ Н}\cdot\text{м}$,
 $\omega=\omega_{кр.} = 178,9 \text{ с}^{-1}$
- C1 (ідеальний холостий хід), $M = 0$, $\omega=\omega_c = 188,4 \text{ с}^{-1}$.

Графік цієї штучної механічної характеристики (приведено на рис. 2.5 цифрою «2»).

5.4 Розрахунок і побудова штучної механічної характеристики при зниженні частоти мережі до значення $f' = 0,8 f_{н.}$

Частота струму при зниженні частоти мережі

$$f' = 0,8 \cdot f_{н.} = 0,8 \cdot 60 = 48 \text{ Гц}$$

Відносна частота струму

$$\varphi = \frac{f'}{f_{н.}} = \frac{48}{60} = 0,8$$

Відношення пускового та максимального моментів

$$\alpha = \frac{M_{п.}}{M_{кр.}} = \frac{176,94}{157,28} = 1,125$$

Рівняння штучної механічної характеристики при $f' = 0,8 f_{н.}$

$$M' = \frac{2 \cdot M_{кр.} \cdot \varphi^{2\alpha - 2}}{\frac{S \cdot \varphi}{S_{кр.}} + \frac{S_{кр.}}{S \cdot \varphi}} = \frac{2 \cdot 157,28 \cdot 0,8^{2 \cdot 1,125 - 2}}{\frac{0,8 \cdot S}{0,05} + \frac{0,05}{0,8 \cdot S}}$$

$$M' = \frac{295,686}{16s + \frac{0,0625}{s}}$$

Кутова швидкість

$$\omega' = \omega_0'(1 - S) = \frac{2\pi f'}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 48}{2} \cdot (1 - S) = 150,72 \cdot (1 - S)$$

Для розрахунку координат точок штучної механічної характеристики за формулою Клосса задаємося значеннями ковзання від $s = 1$ (пуск) до $s = 0$

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адж.
						19
Змн.	Адж.	№ док.м.	Підпис	Дата		

2...3% при зниженні напруги на 1%), при тій же споживаній потужності збільшується струм двигуна, що викликає перегрів ізоляції.

6.1 Вимоги Правил технічної експлуатації до електричних приводів.

Технічне використання

При використанні електроприводів не рідше одного разу за вахту особам вахтової служби необхідно перевіряти [10]:

1. Дію електронагрівальних приладів для підігріву масла в електрогідравлічних приводах (рульова машина, вантажні крани);

2. Стан електричної апаратури, електромагнітних клапанів і інших вузлів електроавтоматики;

3. Чистоту електрообладнання.

4. При використанні електрогідравлічних приводів всіх призначень введення їх в дію та забезпечення справності гідравлічної частини, трубопроводів і гідравлічних засобів управління і автоматизації повинен забезпечувати механік, у завідування якого вони входять;

5. Відключення електроприводів відповідальних пристроїв допускається тільки з дозволу вахтового механіка, крім випадків, коли зволікання може викликати аварію судна або нещасний випадок, в такому випадку вахтовий механік повинен бути негайно сповіщений про виконання відключення;

6. Електроприводи з тривалим неробочим періодом (більше 1 місяця) повинні утримуватися в постійній готовності до дії. Не рідше 1 разу на місяць необхідно проводити їх огляд, повертання електричних машин та вимірювання опору ізоляції. Щоб уникнути наклепу підшипників повертання електричних машин, встановлених в місцях підвищеної вібрації, рекомендується виконувати частіше (звичайно 1 раз на тиждень).

						ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
							21
<i>Змн.</i>	<i>Адк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

6.2 Вимоги Правил технічної експлуатації до електроприводів палубних пристроїв і механізмів. Технічне використання

При підготовці до дії електроприводів вантажопідйомних, якірно швартовних і буксирних пристроїв, трапові і шлюпковий лебідок та інших палубних механізмів необхідно [10]:

1.Розчохлають електрообладнання (відповідальний – боцман або особа, яка його замінює), оглянути його і переконатися у справності, спустити конденсат і виміряти опір ізоляції

2.Встановити рукоятки командо апаратів в нульові положення;

3.При наявності муфт перемикачів редукторів (у лебідок при зміні вантажопідйомності, наприклад, з 3 тон на 5) встановити їх рукоятки в необхідне положення;

4.Відкрити вентиляційні люки на електродвигунах і пускових резисторах; включити вентиляцію в приміщеннях апаратури управління;

5.Включити живлення на ГРЩ і РЩ;

6.Перевірити в дії світильники на стрілах і в кабінах кранів;

7.Випробувати електропривод в дії, в тому числі електромагнітні і механічні гальма, кінцеві вимикачі та блокування;

8.До управління електроприводами суднових вантажопідйомних пристроїв допускаються тільки спеціально навчені члени суднового екіпажу (за призначенням адміністрації судна) і спеціально проінструктовані фахівці порту;

9.При виникненні несправності гальм, електродвигунів та апаратури управління, спрацьовування захисту або блокувань робота електроприводів вантажопідйомних пристроїв повинна бути негайно припинена. Відновлення роботи дозволяється тільки після усунення несправності;

При використанні електроприводів вантажопідйомних пристроїв забороняється:

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						22
Змн.	Адк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

- 1.Шунтувати кінцеві вимикачі, що обмежують максимально допустимий виліт або кут повороту стріли;
- 2.Вимикати вентилятори при нетривалих перервах в роботі;
- 3.Заклинювати рукоятки командо контролерів в робочому положенні;
- 4.Виводити з дії кінцеві, шляхові та дверні вимикачі, засоби блокування і захисту.

Після використання електроприводів палубних механізмів необхідно:

- 1.Встановити рукоятки командо контролерів в нульові положення;
- 2.За погодженням з вахтовим помічником капітана вимкнути живлення на ГРЩ і РЩ і світильники на стрілах і в кабінах кранів;
- 3.Спустити конденсат після охолодження електродвигунів (через 1 ... 3 години після закінчення роботи) і щільно закрити зливні отвори;
- 4.Закрити всі вентиляційні отвори і вимкнути вентиляцію приміщень апаратури управління;
- 5.Все електрообладнання палубних механізмів і пристроїв, розташоване на відкритих палубах, після відключення живлення повинно бути приховано чохлами. Відповідальними за своєчасне зачохлення і розчохлення є боцман або особа, яка його замінює.

6.3 Вимоги Правил технічної експлуатації до електроприводів. Технічне обслуговування

1.Склад робіт технічного обслуговування кожного виду електрообладнання, що входить до складу електроприводів, визначається вказівками відповідних розділів цих Правил та інструкціями з експлуатації. Види робіт ТО і їх періодичність визначаються план–графіком технічного обслуговування (ПГТО), а в його відсутність – інструкцією по експлуатації [10].

2.ТО ЕП рульового пристрою слід виконувати під час стоянки судна. При ТО необхідно ретельно перевірити і підтягти ослаблі контакти в ланцюгах

						ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
							23
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата			

живлення ЕП від автоматичного вимикача на ГРЩ і АРЩ, до клем електродвигуна;

3. При ТО електроприводів палубних механізмів і суднових технічних засобів, встановлених в приміщеннях з підвищеною вологістю, особливу увагу слід звертати на забезпечення водонепроникності ЕО. Для цього слід:

- перевіряти стан ущільнень;
- обжимати болти, гайки, баранчики або замки і підтискати гайки сальників;
- видаляти масло і конденсат з корпусів електричних машин і апаратів.

					<i>ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.СОЛАС, Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі – Лондон,1974.
- 2.m/v.”MSC MESSINA” Manual wiring diagram of lifeboats. – Nishishiba Electric,1995.–50 с.
- 3.MGM General Catalog – East Montreal, Quebec Canada,2011.
- 4.Catalog Schnaider Electric – Київ, 2009.
- 5.Яковлев Г.С. Суднові електроенергетичні системи, – Л.: Суднобудівництво, 1980.
- 6.Методичні рекомендації до виконання розділу «Експлуатація систем електроприводу», дипломних робіт курсантів(студентів) ступеня вищої освіти «Бакалавр»– Херсон :ХДМА,2016.–25с.
- 7.Н.И. Роджеро Довідник суднового електромеханіка та електрика. – 2 вид.–М.: Транспорт,1986.–319стр.
- 8.Манільські поправки до кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВSTCW–78/95) 1.06.2010.
- 9.Model Course 7.08 Electro–Technical Officer. – London: ІМО, 2014. – 175 р.
- 10.КНД 31.2.002.01–96 Правила технічної експлуатації морських та річкових суден (нормативні документи морського транспорту України) – Одеса: ЮжНИИМФ, 2009. – 263 с.

					ХДМА.271.КП.20.203.ПЗ	Адк.
						25
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		