

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Директор Морского колледжа

М.М. Майстришин
2026 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

МДК.01.01 Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт электрооборудования, электронной аппаратуры и систем управления
Раздел 4. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт судовых электрических приводов

специальность

26.02.06

Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики

уровень среднего профессионального образования

Специалист среднего звена

квалификация

Техник-электромеханик

Год приема

2026

Севастополь
2026

1 Общие вопросы курсового проекта (выполнения практических работ)

1.1 Подготовительная работа

Якорно-швартовные электроприводы в системе судовых электроприводов являются одними из ответственных и широко применяемых на судах.

Прежде чем начать работу по проектированию необходимо повторить следующие разделы и темы судового электропривода:

- управление электроприводами;
- назначение и основные элементы якорно-швартовных устройств (ЯШУ);
- режимы работы электропривода ЯШУ;
- расчет электропривода ЯШУ;
- схемы управления электроприводами ЯШУ.

Студент должен ознакомиться с кинематической схемой якорно-швартовного механизма. Знакомство можно провести по приведенным ниже литературным источникам и во время прохождения практики непосредственно на судах.

1.2 Оформление курсового проекта (практических работ)

Курсовой проект рассчитан на (80...100) часов самостоятельной работы.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки объемом (35....45) страниц формата А4 и двух листов графического материала.

Оформление проекта должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД, методических указаний по выполнению курсовых и дипломных проектов и требованиям настоящих методических указаний, приведенных в Ч.1.

Тематику курсовых работ устанавливает цикловая комиссия электромеханических дисциплин.

Пояснительная записка должна включать в себя следующие разделы:

1 Общий раздел. Состоит из следующих подразделов:

1.1 Краткая характеристика и тактико-технические характеристики судна

В этом подразделе необходимо описать назначение, особенности устройства

и эксплуатации судна-прототипа, для которого проектируется электропривод, привести краткие сведения о судовой электроэнергетической системе судна и основные его тактико-технические характеристики. Тактико-технические данные берутся из Регистровой книги судов.

1.2 Назначение, классификация и устройство проектируемого электропривода

В этом подразделе необходимо указать назначение, условия эксплуатации и основные элементы проектируемого электропривода.

1.3 Требования нормативных документов и Правил Регистра к проектируемому электроприводу

Студенты должны изучить Правила Морского Регистра (выписки из правил приведены в приложении А), других нормативных документов (ГОСТов) в отношении проектируемого электропривода.

1.4 Выбор и обоснование основных параметров электропривода

На основании подраздела 1.3 необходимо обосновать выбор рода тока, типа электродвигателя и т.п.

2 Расчетный раздел

На основании проведенных расчётов необходимо выбрать электродвигатель и проверить его на выполнение Правил Регистра.

3 Технологический раздел

В этом разделе дается обоснование выбора электрической принципиальной схемы (ЭЗ) и описывается ее работа. В соответствии с заданием на курсовой проект в раздел также могут включаться вопросы выбора питающего кабеля, коммутационной и защитной аппаратуры и т.п., а также вопросы технической эксплуатации устройства, техники безопасности, охраны окружающей среды и т.п.

В пояснительной записке приводится список использованной литературы (не менее десяти источников) и прилагаются необходимые приложения.

Графическая часть курсового проекта выполняется на двух листах:

Лист 1 – Электропривод устройства. Чертеж общего вида. Формат А1;

Лист 2 – Электропривод устройства. Схема электрическая принципиальная. Формат А1 или А3 (по выбору студента).

Схема должна включать Перечень элементов. Если поле чертежа не позволяет разместить его на листе графической части, то допускается выполнить его отдельным документом и поместить в приложении к пояснительной записке.

2 Расчетный раздел

2.1 Выбор якорно-швартовного механизма

Исходными данными для проектирования являются тактико-технические данные судна-прототипа (проекта), которые выбираются из Регистровой книги судов и сводятся в таблицу предлагаемой формы

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Наименование параметров	Обозначения	Единица измерения	Значения параметров
1. Длина судна	L	м	
2. Ширина судна	B	м	
3. Высота борта	H	м	
4. Длина надстройки первого яруса	l_1	м	
5. Высота надстройки первого яруса	h_1	м	
6. Ширина надстройки первого яруса	b_1	м	
7. Длина надстройки второго яруса	l_2	м	
8. Высота надстройки второго яруса	h_2	м	
9. Ширина надстройки второго яруса	b_2	м	
10. Напряжение судовой сети	U	В	
11. Водоизмещение судна	Δ	м ³	
12. Глубина осадки	T	м	

2.1.1 Характеристика якорного снабжения судна, EN , м², определяется по формуле (1), [1], [13]

$$EN = \Delta^{2/3} + 2BH_1 + 0,1A \quad (1)$$

где Δ – объемное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую ватерлинию, м³;

B – ширина судна, м;

H_1 – условная высота, м, которая определяется по формуле

$$H_1 = a + \sum h_i \quad (2)$$

где a – расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы, м;

h_i – высота каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину большую, чем $0,25B$, м.

При наличии по длине судна двух или более надстроек или рубок учитывается только одна надстройка или рубка рассматриваемого яруса, имеющая большую ширину;

A – площадь боковой парусности судна, m^2 , которая определяется по формуле (3)

$$A = 1,05 \cdot [L \cdot (H - T) + \sum b_i \cdot h_i] \quad (3)$$

2.1.2 Исходя из величины характеристики якорного снабжения, типа судна и его класса по Регистру, по таблицам Б.1, Б.2 приложения Б, в соответствии с требованиями Российского Морского Регистра [1], выбирается число якорей, масса одного якоря, суммарная длина и калибр якорной цепи. Выбирается также количество швартовых тросов, длина каждого троса и разрывное усилие троса. Данные рекомендуется представить в виде таблицы.

2.1.3 Модели якорных механизмов приведены в ГОСТ 5875-77. Модель механизма определяется калибром цепей, соответствующих категорий прочности.

Исходя из принятого значения калибра цепи и требований ГОСТ 5875-77, или по таблице В.1, приложения В выбирается якорно-швартовый механизм (брашпиль или шпиль, согласно заданию на курсовой проект). Параметры швартовых шпилей приводятся в ГОСТ 9891-76 и в таблице В.2 приложения В.

Надо учесть, что брашпили выпускаются с турачками либо на грузовом валу, либо на промежуточном, т.е. у первых передаточное число от вала двигателя к турачке такое же, как к звездочке, а во втором случае оно будет отличным. У шпилей передаточное число одинаково для звездочки и барабана.

2.1.4 Электроприводы ЯШУ могут иметь один или два приводных электродвигателя. Приводы с двумя электродвигателями применяются только для крупных якорных и якорно-швартовых механизмов с калибром цепи свыше 62 мм.

2.1.5 Из двигателей переменного тока преимущественно применяются короткозамкнутые асинхронные двигатели. Для нормальных якорно-швартовых шпилей с калибром цепи до 28 мм, всех облегченных механизмов и швартовых шпилей с тяговым усилием до 30 кН рекомендуются двухскоростные двигатели; для

всех остальных механизмов целесообразно использование трехскоростных двигателей. В отечественной серии МАП предусмотрены двухскоростные двигатели на мощность 2–10 кВт и трехскоростные – на мощность 10–60 кВт.

К самой многочисленной группе относятся якорно-швартовные ЭП переменного тока с трех-скоростными АД с числом полюсов $2p = 4/8/16$, что обеспечивает изменение рабочих скоростей в отношении 4:2:1. При этом малая скорость предназначена для втягивания якоря в клюз и плавного подтягивания судна к причалу, вторая – для выбирания якорной цепи и подъема якоря или выбирания нагруженного троса, а третья – для выбирания ненагруженного швартовного троса [9].

Все трехскоростные АД якорно-швартовных механизмов являются одно-тормозными с пристроенными электромагнитными тормозами.

2.1.6 При выборе двигателя необходимо руководствоваться рекомендациями, приведенными в таблице В.4 приложения В.

2.1.7 После выбора якорно-швартовного механизма (брашпиля, шпиля и т.п.) необходимо произвести предварительный выбор двигателя, определив тяговые усилия на звёздочке и моменты на валу двигателя при подъёме якоря и при выбирании швартовного каната. Затем проверить двигатель на:

- обеспечение заданных скоростей выбирания якорной цепи и швартовного каната;
- определение скорости травления якорной цепи, двигателем;
- обеспечение подъёма двух якорей с половинной расчетной глубины якорной стоянки (только для брашпиля);
- подъём якоря висящего на полностью вытравленной цепи, а также,
- проверить двигатель на нагрев на всех режимах его работы.

2.2 Расчет мощности электродвигателя якорно-швартовных механизмов

2.2.1 Предварительный выбор мощности электродвигателя

2.2.1.1 Расчетное номинальное тяговое усилие на звездочке, $F_{н,расч}$, Н

$$F_{н,расч} = a \cdot m \cdot d^2 \quad (2)$$

где a - удельное тяговое усилие, МПа,

m – коэффициент прочности якорной цепи

d – калибр цепи, мм.

a и m – определяются по ГОСТ 5875-76 или по таблице В.1, приложения В.

Расчетное номинальное усилие необходимо проверить на соответствие нормам Российского Морского Регистра по формуле

$$F_1 = a_1 \cdot d^2 \quad (3)$$

где a_1 – удельное тяговое усилие, МПа, равное:

36,8 – для цепей категории 1;

41,7 – для цепей категории 2;

46,6 – для цепей категории 3.

Расчетное номинальное усилие должно соответствовать условию

$$F_1 \leq F_{\text{н.расч}}$$

2.2.1.2 Момент на валу двигателя, $M_{\text{н.расч}}$, Нм

$$M_{\text{н.расч}} = \frac{F_{\text{н.расч}} \cdot D_{\text{зв}}}{2 \cdot i \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (4)$$

где $D_{\text{зв}} = 13,6d$, м – диаметр цепной звездочки;

i – передаточное число, равное для шпилей 100 – 200, а для брашпильей 105 – 250; $\eta_{\text{пер}}$ – КПД передаточного механизма лебедки, равный 0,75 – 0,85.

2.2.1.3 Частота вращения двигателя, $\omega_{\text{н.треб}}$, рад/с

$$\omega_{\text{н.треб}} = \frac{2 \cdot v \cdot i}{D_{\text{зв}}} \quad (5)$$

где v – скорость выбирания якорной цепи, м/с; $v = 0,15$ – согласно Правилам Регистра для морских судов

2.2.1.4 Требуемая мощность двигателя, $P_{\text{н.треб}}$, кВт

$$P_{\text{н.треб}} = M_{\text{н.расч}} \cdot \omega_{\text{н.треб}} \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

Если требуемая мощность превышает 75 кВт, целесообразно принять к установке два двигателя и дальнейший расчет вести с учетом этого обстоятельства.

2.2.1.5 Расчетное тяговое усилие на звездочке при работе на малой скорости,

$F_{\text{м.расч}}$, Н

$$F_{\text{м.расч}} = a' \cdot m \cdot d^2 \quad (7)$$

где a' - удельное тяговое усилие при работе на малой скорости, МПа, берется из ГОСТ 5875-76 или из таблицы В.3 приложения В.

2.2.1.6 Момент на валу двигателя при работе на малой скорости, $M_{\text{м.расч}}$, Нм

$$M_{\text{м.расч}} = \frac{F_{\text{м.расч}} \cdot D_{\text{зв}}}{2 \cdot i \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (8)$$

2.2.1.7 Частота вращения двигателя при работе на малой скорости, $\omega_{\text{м.треб}}$, рад/с

$$\omega_{\text{м.треб}} = \frac{2 \cdot v_{\text{м}} \cdot i}{D_{\text{зв}}} \quad (9)$$

где $v_{\text{м}} \leq 0,12$ м/с, обычно (0,08...0,1) м/с.

2.2.1.8 Требуемая мощность двигателя на малой скорости, $P_{\text{м.треб}}$, кВт

$$P_{\text{м.треб}} = M_{\text{м.расч}} \cdot \omega_{\text{м.треб}} \cdot 10^{-3} \quad (10)$$

2.2.1.9 Требуемый пусковой момент при работе двигателя на основной скорости, $M_{\text{п.треб}}$, Нм

$$M_{\text{п.треб}} \geq 2 \cdot M_{\text{н.расч}} \quad (11)$$

2.2.1.10 Расчетный момент при выборе швартовного каната с номинальным тяговым усилием, $M_{\text{ш}}$, Нм:

$$M_{\text{ш}} = \frac{F_{\text{ш}} \cdot D_{\text{ш.м}}}{2 \cdot i_{\text{ш}} \cdot \eta_{\text{ш}}} \quad (12)$$

где $F_{\text{ш}}$ – номинальное тяговое усилие на швартовном барабане, Н, принимается равным не более 1/3 разрывного усилия швартовных тросов, принятых на снабжение судна;

$D_{\text{ш.м}}$ – диаметр швартовного барабана, м;

$$D_{\text{ш.м}} = \frac{2 \cdot v_{\text{ш.н}} \cdot i_{\text{ш}}}{\omega_{\text{н.треб}}} \quad (13)$$

$v_{\text{ш.н}} \leq 0,3$ м/с, выбирается из таблицы В.1 приложения В, для соответствующего механизма, с учетом требования Правил Регистра;

$i_{ш}$ – передаточное число от вала двигателя к валу швартовного барабана, которое принимается:

$i_{ш} = i$ – для шпиля или брашпиля без промежуточного вала;

$i_{ш} = 0,5i$ – для брашпиля с промежуточным валом (при расположении турок на промежуточном валу);

$\eta_{ш}$ – КПД передачи выбранного брашпиля (шпиля), обычно принимают $\eta_{ш} = \eta_{пер}$.

2.2.1.11 Расчетное усилие на звездочке, удерживаемое тормозом, $F_{эт.расч}$, Н

$$F_{эт.расч} = k \cdot F_{н.расч} \quad (14)$$

где $k = (1,3...2,0)$, принимается по ГОСТ 5875-76 или по таблице В.3 приложения В.

2.2.1.12 Требуемый тормозной момент тормоза, $M_{эт.расч}$, Нм

$$M_{эт.расч} = \frac{F_{эт.расч} \cdot D_{зв} \cdot \eta'_{пер}}{2 \cdot i} \quad (15)$$

где $\eta'_{пер} = \left(2 - \frac{1}{\eta_{пер}} \right)$ – обратный КПД передачи;

2.2.1.13 На основании полученных данных из [11, §2.7], или из таблиц приложения Г, выбирается электродвигатель 30-минутного режима на основной частоте вращения серии МАП (100... 700) и записываются все его параметры:

- тип двигателя;
- число полюсов, $2p$;
- номинальная мощность, P_n , кВт ;
- напряжение, U_n , В;
- режим работы, мин;
- частота вращения, n_n , об/мин;
- ток статора номинальный, пусковой и максимальный, А;
- моменты пусковой и максимальный, Нм;
- допустимое время стоянки под током, с;
- коэффициент мощности, $\cos \varphi$.

К выбранному двигателю ГОСТ 5875-76 предъявляет следующие требования:

а) номинальный 30-минутный момент электродвигателя на основной частоте вращения для механизмов первой и третьей групп должен быть не менее номинального расчетного $M_n \geq M_{n,расч}$ и не менее момента при выборе швартовного каната с номинальным тяговым усилием $M_n \geq M_{ш,расч}$.

б) для отрыва якоря от грунта привод якорного механизма должен обеспечивать в течение двух минут создание в цепи на одной звездочке тягового усилия не менее двойного расчетного $M_n \geq 2 \cdot M_{n,расч}$ (ГОСТ 5875-76);

в) при расчетном режиме работы швартовного механизма его привод должен обеспечивать в течение двух минут создание в тросе на первом слое навивки на барабане тягового усилия не менее 1,5 расчетного, $M_{max} \geq 1,5 \cdot M_{ш}$;

г) момент электромагнитного тормоза должен быть больше расчетного, $M_{эт} \geq M_{эт,расч}$.

Двигатель должен быть снабжен пристраиваемым дисковым тормозом переменного тока напряжением 380 В, данные которого выбираются из [11, Т.1, §2.8], или из таблицы Д.1 приложения Д.

2.2.2 Расчет и построение механических характеристик электродвигателя

Расчет построение характеристик проводится для основной и низшей рабочих скоростей электродвигателя. Характеристики для высшей скорости трехскоростного двигателя, как правило, не строят, так как она применяется только для выбора ненагруженного швартовного троса. Расчет проводят в следующей последовательности:

2.2.2.1 Синхронная частота вращения, ω_c рад/с,

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p}. \quad (16)$$

$f = 50$ Гц - частота тока

2.2.2.2 Номинальная частота вращения, ω_n , рад/с,

$$\omega_n = 0,105 \cdot n_n \quad (17)$$

2.2.2.3 Номинальное скольжение, s_n ,

$$s_{\text{н}} = \frac{\omega_{\text{с}} - \omega_{\text{н}}}{\omega_{\text{с}}} \quad (18)$$

2.2.2.4 Номинальный момент,

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{н}}} \quad (19)$$

2.2.2.5 Кратность максимального момента,

$$\lambda = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{н}}} \quad (20)$$

2.2.6 Критическое скольжение, $s_{\text{кр}}$,

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{н}} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) \quad (21)$$

2.2.7 Ток холостого хода электродвигателя, I_0 , А,

$$I_0 = I_{\text{н}} \cdot \left(\sin \varphi - \frac{s_{\text{н}}}{s_{\text{кр}}} \cdot \cos \varphi \right) \quad (22)$$

2.2.8 Задаваясь значениями скольжения от $s=0$ до $s=1$ рассчитываются соответствующие скорости двигателя ω , рад/с, и n , об/мин, по зависимостям (23), момент электродвигателя, M , Н·м, и ток статора, I , А. Обязательно рассчитываются значения для номинального и критического скольжений.

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_{\text{с}}(1 - s) \\ n &= n_{\text{с}}(1 - s) \end{aligned} \quad (23)$$

2.2.9 Для значений скольжения не превышающих критическое скольжение момент электродвигателя, M , Н·м, рассчитывается по предложенной Клоссом зависимости (24)

$$M = \frac{2 \cdot M_{\text{max}}}{\frac{s}{s_{\text{кр}}} + \frac{s_{\text{кр}}}{s}} \quad (24)$$

Для скольжений больше критического расчет ведется по уточненной формуле Клосса-Чекунова (25)

$$M = \sqrt{M_{\text{п}}^2 + \frac{0,93M_{\text{max}}^2 - M_{\text{п}}^2}{(1 - 1,3s_{\text{кр}})^2} (1 - s)^2} \quad (25)$$

2.2.10 Ток статора, I , А, рассчитывается по зависимости (26)

$$I = \sqrt{\left(I_n^2 - I_0^2\right) \frac{sM}{s_n M_n} + I_0^2} \quad (26)$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу предлагаемой формы, таблица 2. По данным таблицы 2 строятся расчетные механические, $\omega = f(M)$, и электромеханические характеристики, $\omega = f(I)$, электродвигателя, рисунок Е.1, приложение Е.

Таблица 2 – Данные для построения характеристик электродвигателя

Скольжение, s	Угловая скорость, ω , рад/с	Частота вращения, n , об/мин	Момент, M , Н·м	Ток, I , А
Значения параметров для $2p = \underline{\hspace{2cm}}$				
0,00	157,0	1500,0	0	24,0
0,05				
$s_n = 0,074$	145,4	1389,0	127,7	38,4
0,1				
0,2				
$s_{кр} = 0,373$	98,5	941,2	334,0	137,3
0,5				
0,7				
и т.д.				
1,0	0	0	520,	250,0

2.3 Определение наибольшего усилия в якорных цепях при действии пускового момента двигателя

2.3.1 Согласно Правилам Регистра электродвигатель якорного механизма должен развивать пусковой момент, создающий в якорной цепи на звездочке тяговое усилие, $F_{\max}$, Н, не более 0,5 пробной нагрузки цепи

$$F_{\max} = \frac{2M_n \cdot i \cdot \eta_{\text{пер}}}{D_{\text{зв}}} \leq 0,5F_{\text{проб}} \quad (27)$$

где $F_{\text{проб}}$ – определяется по ГОСТ 228-95 по калибру цепи, или по таблице Ж.1, приложения Ж.

Если $F_{\max} \geq 0,5F_{\text{проб}}$, то устанавливается муфта предельного момента.

2.4 Проверка двигателя по скорости выбора швартовного каната

2.4.1 Расчетный момент при выборе швартовного каната с малой скоростью, $M_{шм}$, Нм

$$M_{шм} = 0,75M_{ш} \quad (28)$$

$M_{ш}$ – см. пункт 2.2.1.10 данного расчета.

2.4.2 То же с наибольшей скоростью (ненагруженного каната), $M_{шб}$, Нм

$$M_{шб} = 0,2M_{ш} \quad (29)$$

2.4.3 По расчетным характеристикам определяются для $M_{ш}$, $M_{шм}$, $M_{шб}$ частоты вращения двигателя $\omega_{ш}$, $\omega_{шм}$, $\omega_{шб}$

2.4.4 Рассчитываются скорости выбора швартовного каната, $v_{ш.i}$, м/с

$$v_{ш.i} = \frac{D_{ш} \cdot \omega_{ш.i}}{2 \cdot i_{ш}} \quad (30)$$

для малой, номинальной и наибольшей скоростей и сравниваются с нормами Правил Регистра и ГОСТ 5875-76.

2.5 Проверка двигателя на максимальную скорость при отдаче якоря

2.5.1 Расчетная нагрузка на звездочке при травлении, $F_{тр.расч}$, Н

$$F_{тр.расч} = 0,6 \cdot F_{н.расч} \quad (31)$$

2.5.2 Расчетный момент на валу двигателя при травлении

$$M_{тр.расч} = \frac{F_{тр.расч} \cdot D_{зв} \cdot \eta'_{пер}}{2 \cdot i} \quad (32)$$

2.5.3 Частоту вращения $\omega_{тр}$, рад/с при $M_{тр.расч}$ определяют по механической характеристике.

2.5.4 Скорость травления

$$v_{тр} = \frac{D_{зв} \cdot \omega_{тр}}{2 \cdot i} \quad (33)$$

2.6 Проверка двигателя на нагрев

2.6.1 Определение необходимых параметров якорной цепи

2.6.1.1 Вес одного якоря, Н

$$G_{\text{я}} = 9,81m_{\text{я}} \quad (34)$$

2.6.1.2 Вес одного погонного метра якорной цепи с распорками, p , Н/м

$$p = 0,214 \cdot d^2 \quad (35)$$

2.6.1.3 Вес одного погонного метра якорной цепи, погруженной в воду, p_1 , Н/м

$$p_1 = p \times \frac{\gamma - \delta}{\gamma} \approx 0,87 p \quad (36)$$

где $\delta = 1025 \text{ кг/м}^3$ – плотность морской воды,

$\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность якорной стали.

2.6.1.4 Длина не смачиваемого участка якорной цепи от якорной лебедки до клюза, $L_{\text{нс}}$, м

$$L_{\text{нс}} = T + b/2 \quad (37)$$

2.6.1.5 Длина вытравленной якорной цепи, L_0 , м

$$L_0 = L_{\text{ц}} - L_{\text{нс}} \quad (38)$$

2.6.1.6 Коэффициент полноты водоизмещения судна, $\delta_{\text{п}}$.

$$\delta_{\text{п}} = \frac{\Delta}{\delta \cdot L \cdot B \cdot T} \quad (39)$$

2.6.1.7 Смоченная поверхность корпуса судна $S_{\text{см}}$, м^2

$$S_{\text{см}} = [2T + 1,37(\delta_{\text{п}} - 0,274) \cdot B] \cdot L \quad (40)$$

2.6.1.8 Сила сопротивления трения воды о корпус при подтягивании судна к месту заложения якоря, $F_{\text{т}}$, Н

$$F_{\text{т}} = 9,81 f_{\text{тр}} S_{\text{см}} v_0^{1,83} \quad (41)$$

где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения судна о воду, $f_{\text{тр}} = 0,14$;

v_0 – скорость движения воды относительно судна, м/с, для морских судов $v_0 = 0,1 \dots 0,3$.

2.6.1.9 Сила давления ветра на надводную часть судна, $F_{\text{в}}$, Н

$$F_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot S_{\text{пар}} \cdot v_{\text{в}}^2 \quad (42)$$

где $K_{\text{в}} = 0,22 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ – коэффициент удельного давления ветра;

$S_{\text{пар}}$ – приведенная парусящая поверхность судна, которая определяется по

формуле

$$S_{\text{нар}} = 0,27 \cdot B \cdot (H - T) + b \cdot h; \quad (43)$$

$v_{\text{в}} = 5 \dots 12$ м/с – скорость ветра.

2.6.1.10 Равнодействующая внешних сил при совпадении их направлений,
 F , Н

$$F = F_{\text{т}} + F_{\text{в}} \quad (44)$$

2.6.1.11 Длина свободно провисающей части цепи, $L_{\text{св}}$, м

$$L_{\text{св}} = \sqrt{\frac{2Fh_0}{p_1} + h_0^2} \quad (45)$$

2.6.1.12 Длина цепи лежащей на грунте, L_1 , м

$$L_1 = L_0 - L_{\text{св}} \quad (46)$$

2.6.1.13 Длина части цепи, выбираемой во второй стадии съёмки судна с якоря, при переменном тяговом усилии, L_2 , м

$$L_2 = L_{\text{св}} - h_0 \quad (47)$$

2.6.2 Определение тяговых усилий и моментов при съёмке одного якоря с расчётной глубины

2.6.2.1 Усилия у клюза при подъеме якоря

- при подтягивании к месту заложения якоря (на первой стадии съёмки судна с якоря), F_1 , Н

$$F_1 = p_1 \times \frac{L_{\text{св}}^2 + h_0^2}{2h_0} \quad (48)$$

- при отрыве якоря от грунта (на третьей стадии), F_3 , Н

$$F_3 = \frac{\gamma - \delta}{\gamma} \times (G_{\text{я}} + ph_0) + 2G_{\text{я}} \quad (49)$$

- в начале подъема свободно висящего якоря (в начале четвертой стадии),
 $F_{4\text{нач}}$, Н

$$F_{4\text{нач}} = \frac{\gamma - \delta}{\gamma} (G_{\text{я}} + ph_0) \quad (50)$$

- при подходе якоря к клюзу (в конце четвертой стадии), $F_{4\text{кон}}$, Н

$$F_{4\text{кон}} = G_{\text{я}} \quad (51)$$

2.6.2.2 Моменты сопротивления на валу электродвигателя для указанных стадий, $M_1, M_3, M_{4\text{нач}}, M_{4\text{кон}}$, определяются по формуле (50)

$$M_k = \frac{F_k D_{3в}}{2i\eta_{кл}\eta_{пер}} \quad (52)$$

где $\eta_{кл} = 0,74 \div 0,78$ – КПД клюза, обычно принимают $\eta_{кл} = 0,77$.

2.6.3 Определение тяговых усилий и моментов при подъеме двух якорей с половины номинальной глубины стоянки

2.6.3.1 Усилия у клюза при подъеме якоря:

- в начале подъема, $F_{\text{нач2}}$, Н

$$F_{\text{нач2}} = \frac{\gamma - \delta}{\gamma} \cdot (2G_{\text{я}} + p \cdot h_0) \quad (53)$$

- в конце подъема, $F_{\text{кон2}}$, Н

$$F_{\text{кон2}} = 2G_{\text{я}} \quad (54)$$

2.6.3.2 Моменты на валу электродвигателя:

- в начале подъема, $M_{\text{нач2}}$, Н·м

$$M_{\text{нач2}} = \frac{F_{\text{нач2}} D_{3в}}{2i\eta_{кл}\eta_{пер}} \quad (55)$$

- в конце подъема, $M_{\text{кон2}}$, Н·м

$$M_{\text{кон2}} = \frac{F_{\text{кон2}} D_{3в}}{2i\eta_{кл}\eta_{пер}} \quad (56)$$

2.6.4 Определение тяговых усилий и моментов при аварийном подъеме якоря с большой глубины (на полностью вытравленной цепи)

2.6.4.1 Тяговые усилия у клюза:

- в начале подъема, $F_{\text{ав.нач}}$, Н

$$F_{\text{ав.нач}} = \frac{\gamma - \delta}{\gamma} \cdot (2G_{\text{я}} + p \cdot L_0) \quad (57)$$

- при подходе якоря к клюзу, $F_{\text{ав.кон}}$, Н

$$F_{\text{ав.кон}} = F_{4\text{кон}} \quad (58)$$

2.6.4.2 Моменты на валу электродвигателя при подъеме якоря, висящего на полностью вытравленной цепи (аварийный режим):

- в начале подъема, $M_{\text{ав.нач}}$, Н·м

$$M_{\text{ав.нач}} = \frac{F_{\text{ав.нач}} D_{\text{зв}}}{2i\eta_{\text{кл}} \eta_{\text{пер}}} \quad (59)$$

- при вводе якоря в клюз, $M_{\text{ав.кон}}$, Н·м

$$M_{\text{ав.кон}} = \frac{F_{\text{ав.кон}} D_{\text{зв}}}{2i\eta_{\text{кл}} \eta_{\text{пер}}} \quad (60)$$

2.6.5 Определение времени работы электродвигателя

2.6.5.1 По полученным расчетным значениям момента на звездочке, пользуясь механической характеристикой, определяются скорости вращения двигателя, ω_k , рад/с, на каждой стадии съемки судна с якоря. Необходимо учитывать, что отрыв якоря от грунта производится на малой скорости. Определяются также и соответствующие значения тока двигателя, необходимые для проверки двигателя на нагрев, по электромеханическим характеристикам электродвигателя.

При определении моментов и соответствующих скоростей вращения исходят из следующих допущений.

На первой стадии съемки судна с якоря усилие у клюза F_1 и момент M_1 являются постоянными. Соответствующая скорость вращения ω_1 и ток двигателя I_1 определяются по характеристике для высшей скорости.

На второй стадии натяжение цепи у клюза изменяется от F_1 до F_3 (соответственно изменяется и момент, от M_1 до M_3). Для упрощения принимают, что это изменение происходит по линейному закону, а скорость вращения двигателя на второй стадии, $\omega_2 = \omega_3$ и ток, $I_2 = I_3$, определяют по их значениям при моменте $M_2 = M_3$ на характеристике для низшей скорости. Таким образом, для определения продолжительности второй стадии берется скорость в конце стадии.

На третьей стадии двигатель останавливается ($\omega_3 = 0$), значение тока, I_3 , определяется по моменту M_3 по электромеханической характеристике двигателя на низшей скорости. Продолжительность третьей стадии принимается равной 0,5 мин. Допустимо принять значение тока, равное пусковому току при работе двигателя на низшей скорости.

В начале четвертой стадии усилие определяется весом якоря и свободно висящего участка цепи, $F_{4нач}$, по мере уменьшения длины этого участка цепи усилие на клюзе линейно уменьшается до его значения в конце периода $F_{4кон} = G_{я}$. Для последующего определения скорости и времени выбирания цепи необходимо определить скорости вращения в начале стадии, $\omega_{4нач}$, и в конце стадии, $\omega_{4кон}$, по механической характеристике, а также соответствующие токи, $I_{4нач}$ и $I_{4кон}$, по электро-механической характеристике для высшей скорости. Для четвертой стадии, для аварийной съёмки судна с якоря и для подъёма двух якорей с половинной глубины стоянки берется средняя скорость выбирания якорной цепи.

Данные рекомендуется свести в таблицу.

2.6.5.2 Определяются скорости выбирания якоря, v_k , м/с на всех стадиях по формуле (61)

$$v_k = \frac{D_{зв} \cdot \omega_k}{2 \cdot i_k} \quad (61)$$

2.6.5.3 Определяется время выбирания якоря, t_k , мин, на всех стадиях, по формуле (62)

$$t_k = \frac{L_k}{60 \cdot v_k} \quad (62)$$

2.6.5.4 Полное время съёмки якоря, $T_{расч}$, мин

$$T_{расч} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (63)$$

2.6.6 По полученным данным строятся нагрузочная и скоростная (тахограмма) диаграммы, рисунки И.1 – И.3 приложение И.

2.6.7 Средняя скорость съёмки судна с якоря, $v_{ср}$, м/мин (м/с)

$$v_{ср} = \frac{L_0}{T_{расч}} \text{ [м/мин]} \quad v_{ср} = \frac{L_0}{60 \cdot T_{расч}} \text{ [м/с]} \quad (64)$$

Сравнивая полученные данные с требованиями Правил Регистра делается вывод о соответствии (не соответствии) двигателя требованиям Правил в отношении скорости и времени съёмки с якоря при нормальной глубине стоянки

$$\begin{aligned} v_{ср} &\geq v_{рег} = 0,15 \text{ [м/с]} \\ T_{расч} &\leq T_{рег} = 30 \text{ [мин]} \end{aligned}$$

2.6.8 Среднеквадратичный ток двигателя

- при съеме судна с якоря, $I_{\text{э.кв}}$, А

$$I_{\text{э.кв}} = \sqrt{\frac{1}{T_{\text{расч}}} \left(I_1^2 t_1 + \frac{I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2}{3} t_2 + I_3^2 t_3 + \frac{I_{4\text{нач}}^2 + I_{4\text{нач}} I_{4\text{кон}} + I_{4\text{кон}}^2}{3} t_4 \right)} \quad (65)$$

- при подъеме двух якорей с половины глубины стоянки, $I_{\text{э.кв.2}}$, А

$$I_{\text{э.кв.2}} = \sqrt{\frac{1}{3} (I_{\text{нач2}}^2 + I_{\text{нач2}} \cdot I_{\text{кон2}} + I_{\text{кон2}}^2)} \quad (66)$$

- при подъеме якоря с большой глубины, $I_{\text{э.кв.ав}}$, А

$$I_{\text{э.кв.ав}} = \sqrt{\frac{1}{3} (I_{\text{ав.нач}}^2 + I_{\text{ав.нач}} \cdot I_{\text{ав.кон}} + I_{\text{ав.кон}}^2)} \quad (67)$$

$$I_{\text{э.кв.ав}} = \sqrt{\frac{1}{3} (59,1^2 + 59,1 \cdot 31,5 + 31,5^2)} = 51,4$$

2.6.9 Проверка условий работы двигателя без перегрева

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{ав.э.кв}}$$

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{э.кв}}$$

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{э.кв.2}}$$

При невыполнении какого либо из условий необходимо определить допустимый ток двигателя, который может быть больше номинального при условии, что двигатель работает в соответствующем режиме меньшее время, чем то, на которое рассчитан двигатель (время по каталогу). Если допустимое время работы двигателя (режим работы) на соответствующей обмотке равно 30 мин, то допустимый ток, $I_{\text{доп}}$, А, можно определить по формуле (68)

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{н}} \sqrt{\frac{30}{t_i}} \quad (68)$$

где t_i – фактическое (расчетное) время работы двигателя на соответствующей стадии, мин.

Например, для определения допустимого эквивалентного тока, рассчитываемого по формуле (65) в качестве расчетного времени необходимо взять $T_{\text{расч}}$

$$I_{\text{доп.э.кв}} = I_{\text{н}} \sqrt{\frac{30}{T_{\text{расч}}}}$$

3 Технологический раздел

3.1 Разработка схемы управления

После выполнения расчета необходимо разработать или выбрать схему управления электроприводом якорно-швартовного механизма.

При разработке схемы управления следует руководствоваться следующими соображениями:

- при местном управлении и мощности электродвигателя до (10...15) кВт целесообразно применять контроллерную систему управления (контроллеры серий КВ 1000 и КВ 2000),

- при дистанционном управлении, что имеет очень редкое применение, и при мощности более (10...15) кВт следует применять контакторную систему управления (магнитные контроллеры постоянного тока типа БП и ВП и переменного тока типа БТ и ВТ).

Более подробно эти вопросы рассмотрены в [11], Т.1 §3.7 и Т.2 §§(7.1...7.10).

После разработки схемы следует составить краткую инструкцию по эксплуатации и техническому обслуживанию электропривода с приведением характерных неисправностей и методов их устранения, а также мер, направленных на безопасность обслуживания

Литература

1. Правила классификации и постройки морских судов (редакция 2018 года). В 2-х томах. – [19 издание] : НД 2-020101-104. – СПб.: Морской Регистр, 2018.
2. ГОСТ 2.710-84. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – М.: Стандартинформ, 2017.
3. ГОСТ 2.709-89. ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах. – М.: Стандартинформ, 2017
4. ГОСТ 2.747-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений. – М.: Стандартинформ, 2017
5. ГОСТ 2.755-87. ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. – М.: Стандартинформ, 2017
6. ГОСТ 228-79 (СТ СЭВ 713-83). Цепи якорные с распорками. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017
7. ГОСТ 5875-77. Механизмы якорные с электрическим и гидравлическим приводом. Типы, основные параметры, технические требования и правила приемки. – М.: Стандартинформ, 2017.
8. ГОСТ 9891-76 (СТСЭВ 1003-78). Шпили швартовные с электрическим и гидравлическим приводом. Типы, основные параметры, технические требования и правила приемки. – М.: Стандартинформ, 2017.
9. Головин, Ю.К. Судовые электрические приводы : учеб. для мореход. училищ / Ю.К. Головин. М.: Транспорт, 1984.
10. Справочник судового электротехника. В 3-х т. Т. 1. Судовые электроэнергетические системы и устройства / под ред. Г.И. Китаенко. Т. 1. Судовые электроэнергетические системы и устройства. – Л.: Судостроение, 1975. – 520 с.
11. Судовые электроприводы : Справочник. В 2-х т. Т. 1. / А.И. Богословский и др. Т. 1. – Л.: Судостроение, 1983.
12. Фесенко, В.И. Автоматизированные судовые электроприводы / В.И. Фесенко. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.

13. Чекунов, К.А. Судовые электроприводы и электродвижение судов : учеб.
/ К.А. Чекунов. – М.: Транспорт, 1986. – 352 с.

Приложение А

Извлечения из Правил Морского Регистра

Извлечение 1 – Правила классификации и постройки морских судов (далее ПКПМС), Ч. I «Классификация»

2.2 Символ класса судна

2.2.1 Основной символ присваиваемого Регистром судну класса состоит из знаков:

КМ* – самоходное судно, построенное по правилам Признанного Регистром классификационного общества и освидетельствованное этим обществом;

(КМ)* – судно построено без освидетельствования признанным Регистром классификационным обществом или вообще без освидетельствования классификационным обществом;

Ice2 – предназначено только для плавания в замерзающих неарктических морях (неарктическое судно)

[1] – сохраняет плавучесть и остойчивость при затоплении одного отсека

R1 – плавание в морских районах на волнении с высотой волны 3-процентной обеспеченности 8,5 м, с удалением от места убежища не более 200 миль и с допустимым расстоянием между местами убежища не более 400 миль (при отсутствии – с неограниченным районом плавания)

AUT1 – объем автоматизации позволяет эксплуатацию механической установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала в машинных помещениях и в центральном посту управления (ЦПУ)

ERP – судно оборудовано главной гребной установкой (при отсутствии – не оборудовано)

ANTY-ICE – судно оборудовано средствами для эффективной защиты от обледенения (при отсутствии знака – не оборудовано)

LI – наличие прибора контроля загрузки (при отсутствии знака – нет в наличии)

COW – наличие системы мойки сырой нефтью (отсутствует)

CCO – судно оборудовано постом управления грузовыми операциями (отсутствует)

ECO, ECO-S – судно соответствует дополнительным требованиям по предотвращению загрязнения (отсутствует)

BWM – судно осуществляет управление балластными водами посредством замены балласта в море (отсутствует)

SDS<12, (SDS ≥ 60) – судно оборудовано судовым водолазным комплексом, предназначенном для работы водолазов на глубинах менее 12 м (60 м и более) – отсутствует

MS – судно оборудовано обитаемым подводным аппаратом – отсутствует

(ESP) – указывает на необходимость предъявления судна к освидетельствованиям по расширенной программе

Извлечение 2 – ПКПМС. Ч. III. «Устройства, оборудование и снабжение»

3 Якорное устройство

3.1 Общие положения

3.1.3 Якорное снабжение должно выбираться для всех судов, кроме рыболовных, по табл. 3.1.3-1, а для рыболовных – по табл. 3.1.3-2, по характеристике снабжения, определенной в соответствии с 3.2 для судов неограниченного района плавания и ограниченного района плавания **R1**, уменьшенной:

на 15 % для судов ограниченных районов плавания **R2, R2-RSN, R2-RSM(4,5) и R3-RSN**;
на 25 % для судов ограниченного района плавания **R3**.

3.2 Характеристика снабжения

3.2.1 Характеристика якорного снабжения судна, EN всех судов, кроме плавучих кранов и буксиров, определяется по формуле

$$EN = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0,1A \quad (3.2.1-1)$$

где Δ – объемное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую ватерлинию, м³;

B – ширина судна, м;

h – высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м, которая определяется по формуле

$$h = a + \sum h_i \quad (3.2.1-2)$$

где a – расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы у борта на миделе, м;

h_i – высота каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину большую, чем $0,25B$, м.

При наличии по длине судна двух или более надстроек или рубок учитывается только одна надстройка или рубка рассматриваемого яруса, имеющая большую ширину;

A – площадь (боковой) парусности в пределах длины судна L , считая от летней грузовой ватерлинии, м². При определении A учитывается площадь парусности только корпуса, надстроек и рубок шириной более чем $0,25B$.

3.2.2 Характеристика снабжения EN для буксиров определяется по формуле

$$EN = \Delta^{2/3} + 2(Ba + \sum h_i b_i) + 0,1A \quad (3.2.2)$$

где Δ , B , a , h_i и A принимаются в соответствии с указаниями 2.1.2;

b_i – ширина соответствующего яруса надстройки или рубки, м.

4 Швартовное устройство

4.4 Швартовные механизмы

4.4.1 Для выбора швартовов могут быть использованы как специально установленные для этой цели швартовные механизмы (например, швартовные шпили, лебедки и т.д.), так и другие палубные механизмы (например, брашпили, грузовые лебедки и т.д.) имеющие швартовный

барабаны.

4.4.2 Выбор количества и типа швартовных механизмов производится по усмотрению судовладельца и проектанта при условии, однако, что их номинальное усилие не будет превышать 1/3 разрывного усилия швартовных тросов, принятых на снабжение судна, и, кроме того, при удовлетворении требования 6.4. части IX «Механизмы»

Извлечение 3 – ПКПМС, Ч. IX «Механизмы»

6 Палубные механизмы

6.3 Якорные механизмы

6.3.1 Привод

6.3.1.1 Мощность приводного двигателя якорного механизма должна обеспечивать непрерывное выбирание в течение 30 мин одной якорной цепи с якорем нормальной держащей силы со скоростью не менее 0,15 м/с при тяговом усилии P_1 , Н на звездочке не менее определенного по формуле

$$P_1 = a \cdot d^2 \quad (6.3.1.1-1)$$

где a_1 - удельное тяговое усилие, МПа, равное:

36,8 – для цепей категории 1;

41,7 – для цепей категории 2;

46,6 – для цепей категории 3.

6.3.1.2 При подходе якоря к клюзу привод должен обеспечивать скорость выбирания цепи не более 0,17 м/с. Рекомендуемая скорость втягивания якоря в клюз не более 0,12 м/с.

6.3.1.3 Для отрыва якоря от грунта привод якорного механизма должен обеспечивать в течение двух минут создание в цепи на одной звездочке тягового усилия не менее 1,5 расчетного (см. 6.3.1.1) без какого либо требования к скорости.

6.3.2.2 Автоматический тормоз должен обеспечивать тормозной момент без проскальзывания, соответствующий усилию в цепи на звездочке не менее $1,3P_1$.

6.3.4 Защита от перегрузки.

Если привод механизма может развивать момент, создающий усилие на звездочке больше 0,5 пробной нагрузки якорной цепи, то должна быть предусмотрена защита от превышения указанной нагрузки, устанавливаемая между приводом и механизмом.

6.4 Швартовные механизмы

6.4.1 Привод

6.4.1.1 Привод швартовного механизма должен обеспечивать непрерывное выбирание швартовного троса при номинальном тяговом усилии с номинальной скоростью в течение 30 мин.

Скорость выбирания v троса на первом слое навивки на барабане при номинальном тяговом усилии F должна быть не менее указанной в табл. 6.4.1.1

Таблица 6.4.1.1

v , м/с	0,25	0,2	0,16	0,13
F , кН	до 80	81 – 160	161 – 250	более 250

Скорость выбирания троса с помощью швартовной головки при номинальном тяговом усилии должна быть не более 0,3 м/с. Указания о выборе номинального тягового усилия приведены в 4.4.2 части III «устройства, оборудование и снабжение»

6.4.1.2 При расчетном режиме работы швартовного механизма его привод должен обеспечивать с течение двух минут создание в тросе на первом слое навивки на барабане тягового усилия не менее 1,5 расчетного.

6.4.3.1 Швартовный механизм должен иметь автоматический тормоз, без проскальзывания удерживающий швартовный трос при тяговом усилии не менее 1,5 расчетного, при исчезновении приводной энергии или выходе привода из строя.

6.4.3.2 Барабан швартовного механизма должен иметь тормоз, тормозной момент которого способен обеспечивать удержание швартовного троса при действии в тросе усилия, равного 0,8 разрывной нагрузки троса.

Приложение Б

Выписка из Российского Морского Регистра Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Часть III. Устройства, оборудование и снабжение. НД 2-020101-104

Таблица Б.1 – Нормы снабжения судов якорями и цепями для всех судов, кроме рыболовных

Характеристика снабжения, EN		Становые якоря		Масса стоп-анкера, кг	Цепи для станových якорей			Цепи или стальной трос для стоп-анкера		Буксирный трос		Швартовные тросы				
Более	Не более	Число	Масса каждого якоря, кг		Суммарная длина обеих цепей, м	Калибр			Длина, м	Разрывная нагрузка цеп или разрывное усилие троса в целом, кН	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кН	Число	Длина каждого троса, м	Разрывное усилие троса в целом, кН	
						категория 1, мм	категория 2, мм	категория 3, мм								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	15	2	35	–	110	*	–	–	–	–	–	–	2	30	29	
15	20	2	50	–	137,5		–	–	–	–	–	–	–	2	30	29
20	25	2	65	–	165		–	–	–	–	–	–	–	2	40	29
25	30	2	80	–	165	11,0	–	–	–	–	–	–	2	50	29	
30	40	2	105	35	192,5	11,0	–	–	55	55	120	65	2	50	29	
40	50	2	135	45	192,5	12,5	–	–	70	60	150	81	2	60	29	
50	70	2	180	60	220	14	12,5	–	80	65	180	98	3	80	34	
70	90	2	240	80	220	16	14	–	85	74	180	98	3	100	37	
90	110	2	300	100	247,5	17,5	16	–	85	81	180	98	3	110	39	
110	130	2	360	120	247,5	19	17,5	–	90	89	180	98	3	110	44	
130	150	2	420	140	275	20,5	17,5	–	90	98	180	98	3	120	49	
150	175	2	480	165	275	22	19	–	90	108	180	98	3	120	54	
175	205	2	570	190	302,5	24	20,5		90	118	180	112	3	120	59	
205	240	3	660	–	302,5	26	22	20,5	–	–	180	129	4	120	64	
240	280	3	780	–	330	28	24	22	–	–	180	150	4	120	69	
280	320	3	900	–	357,5	30	26	24	–	–	180	174	4	140	74	
320	360	3	1020	–	357,5	32	28	24	–	–	180	207	4	140	78	
360	400	3	1140	–	385	34	30	26	–	–	180	224	4	140	88	
400	450	3	1290	–	385	36	32	28	–	–	180	250	4	140	98	
450	500	3	1440	–	412,5	38	34	30	–	–	180	276	4	140	108	
500	550	3	1590	–	412,5	40	34	30	–	–	190	306	4	160	123	
550	600	3	1740	–	440	42	36	32	–	–	190	338	4	160	132	
600	660	3	1920	–	440	44	38	34	–	–	190	371	4	160	145	
660	720	3	2100	–	440	46	40	36	–	–	190	406	4	160	157	
720	780	3	2280	–	467,5	48	42	36	–	–	190	441	4	170	172	
780	840	3	2460	–	467,5	50	44	38	–	–	190	480	4	170	186	
840	910	3	2640	–	467,5	52	46	40	–	–	190	518	4	170	201	
910	980	3	2850	–	495	54	48	42	–	–	190	559	4	170	216	

Характери- стика снаб- жения, EN		Становые якоря		Масса стоп-анкера, кг	Цепи для становых яко- рей				Цепи или стальной трос для стоп- анкера		Буксирный трос		Швартовные тросы		
Более	Не более	Число	Масса каждого якоря, кг		Суммарная длина обеих цепей, м	Калибр			Длина, м	Разрывная нагрузка цеп или разрывное усилие троса в целом, кН	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кН	Число	Длина каждого троса, м	Разрывное усилие троса в целом, кН
						категория 1, мм	категория 2, мм	категория 3, мм							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
980	1060	3	3060	–	495	56	50	44	–	–	200	603	4	180	230
1060	1140	3	3300	–	495	58	50	46	–	–	200	647	4	180	250
1140	1220	3	3540	–	522,5	60	52	46	–	–	200	691	4	180	270
1220	1300	3	3780	–	522,5	62	54	48	–	–	200	738	4	180	284
1300	1390	3	4050	–	522,5	64	56	50	–	–	200	786	4	180	309
1390	1480	3	4320	–	550	66	58	50	–	–	200	836	4	180	324
1480	1570	3	4590	–	550	68	60	52	–	–	220	888	5	190	324
1570	1670	3	4890	–	550	70	62	54	–	–	220	941	5	190	333
1670	1790	3	5250	–	577,5	73	64	65	–	–	220	1024	5	190	353
1790	1930	3	5610	–	577,5	76	66	58	–	–	220	1109	5	190	378
1930	2080	3	6000	–	577,5	78	68	60	–	–	220	1168	5	190	402
2080	2230	3	6450	–	605	81	70	62	–	–	240	1259	5	200	422
2230	2380	3	6900	–	605	84	73	64	–	–	240	1356	5	200	451
2380	2530	3	7350	–	605	87	76	66	–	–	240	1453	5	200	480
2530	2700	3	7800	–	632,5	90	78	68	–	–	260	1471	6	200	480
2700	2870	3	8300	–	632,5	92	81	70	–	–	260	1471	6	200	490
2870	3040	3	8700	–	632,5	95	84	73	–	–	260	1471	6	200	500
3040	3210	3	9300	–	660	97	84	76	–	–	280	1471	6	200	520
3210	3400	3	9900	–	660	100	87	78	–	–	280	1471	6	200	554
3400	3600	3	10500	–	660	102	90	78	–	–	280	1471	6	200	588
3600	3800	3	11100	–	687,5	105	92	81	–	–	300	1471	6	200	618
3800	4000	3	11700	–	687,5	107	95	84	–	–	300	1471	6	200	647
4000	4200	3	12300	–	687,5	111	97	87	–	–	300	1471	7	200	647
4200	4400	3	12900	–	715	114	100	87	–	–	300	1471	7	200	657
4400	4600	3	13500	–	715	117	102	90	–	–	300	1471	7	200	667
4600	4800	3	14100	–	715	120	105	92	–	–	300	1471	7	200	677
4800	5000	3	14700	–	742,5	122	107	95	–	–	300	1471	7	200	686
5000	5200	3	15400	–	742,5	124	11	97	–	–	300	1471	8	200	686
5200	5500	3	16000	–	742,5	127	111	97	–	–	300	1471	8	200	696
5500	5800	3	16900	–	742,5	130	114	100	–	–	300	1471	8	200	706
5800	6100	3	17800	–	742,5	132	117	102	–	–	300	1471	9	200	706
6100	6500	3	18800	–	742,5	–	120	107	–	–			9	200	716
6500	6900	3	20000	–	770	–	124	111	–	–	Суда дли- ной более		10	200	726
6900	7400	3	21500	–	770	–	127	114	–	–			10	200	726
7400	7900	3	23000	–	770	–	132	117	–	–			11	200	726

Характери- стика снаб- жения, EN		Становые якоря		Масса стоп-анкера, кг	Цепи для становых яко- рей				Цепи или стальной трос для стоп- анкера		Буксирный трос		Швартовные тросы		
Более	Не более	Число	Масса каждого якоря, кг		Суммарная длина обеих цепей, м	Калибр			Длина, м	Разрывная нагрузка цеп или разрывное усилие троса в целом, кН	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кН	Число	Длина каждого троса, м	Разрывное усилие троса в целом, кН
						категория 1, мм	категория 2, мм	категория 3, мм							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7900	8400	3	24500	–	770	–	137	122	–	–	180 м бук- сирного троса мо- гут не иметь		11	200	736
8400	8900	3	26000	–	770	–	142	127	–	–			11	200	736
8900	9400	3	27500	–	770	–	147	132	–	–			13	200	736
9400	10000	3	29000	–	770	–	152	132	–	–			14	200	736
10000	10700	3	31000	–	770	–	–	137	–	–			15	200	736
10700	11500	3	33000	–	770	–	–	142	–	–			16	200	736
11500	12400	3	35500	–	770	–	–	147	–	–			17	200	736
12400	13400	3	38500	–	770	–	–	152	–	–			18	200	736
13400	14600	3	42000	–	770	–	–	157	–	–			19	200	736
14600	16000	3	46000	–	770	–	–	162	–	–			21	200	736
*Может применяться цепь или стальной трос: при этом разрывная нагрузка или разрывное усилие троса в целом должны быть не менее 44 кН.															

Таблица Б.2 – Нормы снабжения судов якорями и цепями для рыболовных судов

Характеристика снабжения EN		Становые якоря		Цепи для станových якорей			Швартовные тросы		
Более	Не более	Число	Масса каждого якоря, кг	Общая длина, м	Калибр, мм		Число	Длина каждого троса, м	Минимальное разрывное усилие троса, кН
					категория 1	категория 2			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	15	1	30	55		—	2	30	29
15	20	1	40	55	*	—	2	30	29
20	25	1	50	82,5		—	2	40	29
25	30	1	60	82,5	*	—	2	50	29
30	40	2	80	165	11,0	—	2	50	29
40	50	2	100	192,5	11,0	—	2	60	29
50	60	2	120	192,5	12,5	—	2	60	29
60	70	2	140	192,5	12,5	—	2	80	29
70	80	2	160	220	14	12,5	2	100	34
80	90	2	180	220	14	12,5	2	100	37
90	100	2	210	220	16	14	2	110	37
100	110	2	240	220	16	14	2	110	39
110	120	2	270	247,5	17,5	16	2	110	39
120	130	2	300	247,5	17,5	16	2	110	44
130	140	2	340	275	19	17,5	2	120	44
140	150	2	390	275	19	17,5	2	120	49
150	175	2	480	275	22	19	2	120	54
175	205	2	570	302,5	24	20,5	2	120	59
205	240	2	660	302,5	26	22	2	120	64
240	280	2	780	330	28	24	3	120	71
280	320	2	900	357,5	30	26	3	140	78
320	360	2	1020	357,5	32	28	3	140	86
360	400	2	1140	385	34	30	3	140	93
400	450	2	1290	385	36	32	3	140	100
450	500	2	1440	412,5	38	34	3	140	108
500	550	2	1590	412,5	40	34	4	160	113
550	600	2	1740	440	42	36	4	160	118
600	660	2	1920	440	44	38	4	160	123
660	720	2	2100	440	46	40	4	160	128
*Может применяться цепь или стальной трос; при этом разрывная нагрузка цепи или разрывное усилие троса должны быть не менее 44 кН.									

Приложение В

Справочные материалы по ЯШУ

Таблица В.1 – Основные параметры якорно-швартовых механизмов по ГОСТ 5875-77

Модель	Расчетная глубина якорной стоянки, м	Калибр якорной цепи <i>d</i> по ГОСТ 228, мм			Скорость выбирания цепи, м/с (м/мин)		Скорость выбирания швартового каната, м/с (м/мин)					
		1-й категории	2-й категории	3-й категории	номинальная, не менее	малая, не более	номинальная, не более	малая, не более	наиболь- шая			
Механизмы первой группы												
								Не уста- навлива- ется	Не уста- навлива- ется			
Примечание. Параметры швартовой части моделей 10 – 13 относятся только к брашпи- лям и брашпильным приставкам.												

Таблица В.2 – Основные параметры швартовых шпилей по ГОСТ 9881-76

Мо- дель шпиля	Тяговое усилие на турачке, но- минальное, кН (кгс), не менее	Скорость выбирания швартовного каната, м/с (м/мин)*			Размер расчетного швартовного ка- ната (наибольший), мм		
		малая	номиналь- ная	наибольшая	Диаметр стального	Длина окружности	
						раститель- ного	синтетиче- ского
1	8 (800)	Не уста- навли- вают	0,25 - 0,30 (15 - 18)	Не установ- ливают	13,5	100	70
2	12,5 (1250)				16,0 (17,0)**	125	80
3	20 (2000)				19,0	175	90
4	30 (3000)	Не более 0,13 (8)	0,20 - 0,27 (12 - 16)	0,40 - 0,67 (24 - 40)	23,0	200	115 (125)**
5	50 (5000)				26,5 (30,5)**	225	150
6	80 (8000)				30,5 (34,5)**	300	175
7	100 (10000)				34,5 (42,0)**	350	200 (225)** , (250)**
*Для шпилей моделей 1 - 3, предназначенных для судов внутреннего плавания, допускается но- минальная скорость 0,12 - 0,15 м/с (7- 9 м/мин.); для шпилей модели 3 наибольшая скорость не устанавливается.							
**По требованию заказчика.							

Таблица В.3 – Удельные тяговые усилия якорно-швартовых шпилей и брашпилей

Группа	Модель механизма	Удельные тяговые усилия на звездочке при выборе якорной цепи, МПа		k	Коэффициент прочности якорной цепи, t		
		с номинальной скоростью	с малой скоростью		1-й категории	2-й категории	3-й категории
1	1 –3	30	16	1,3	1,0	1,15	1,3
	4 –14	38	16	1,3			
	Примечание. Коэффициент прочности t якорной цепи для цепей без распылок следует принимать равным 0,90. Вычисленные значения тяговых усилий должны быть округлены до двух - трех значащих цифр.						

Таблица В.4 – Рекомендуемые типы асинхронных двигателей серии МАП100-700 для ЯШУ

Модель меха- низма	Число полюсов, $2p$					при травле- нии якорной цепи
	при выборе якорной цепи		при выборе швартовного каната			
	с номиналь- ным тяговым усилием	с малой скоростью	с номиналь- ной скоро- стью	с малой скоростью	с наибольшей скоростью	
1 – 3	4	8	4	–	–	4
4	8	16	8	–	4	8
5 – 11	8	16	8	16	4	8
12 – 14	8	16	–	–	–	8

Приложение Г

Параметры двигателей МАП

Таблица Г.1 – Параметры двухскоростных электродвигателей серии МАП для кратковременного режима работы

Тип электродвигателя	Число полюсов $2p$	Мощность на валу, P , кВт	Режим работы мин	Частота вращения, n , об/мин	Номинальный ток статора, $I_{ном}$ А	$\cos\phi$	Максимальный момент, M_{max} , Н·м	Пусковой момент, M_p , Н·м	Пусковой ток, I_p , А	Момент инерции ротора, J , кг·м ²	
										без тормоза	с тормозом
МАП121-4/12	4	1,4	30	1400	4,6	0,68	28,4	25,5	20,0	0,02	0,03
	12	0,3	10	420	2,8	0,52	17,7	17,7	4,6		
МАП122-4/12	4	3,0	30	1360	8,0	0,80	54,0	48,1	34,0	0,03	0,04
	12	0,7	10	365	5,4	0,56	35,3	35,3	7,9		
МАП221-4/12	4	5,0	30	1395	13,7	0,71	102,0	90,3	62,0	0,05	0,06
	12	1,5	10	400	10,3	0,55	67,7	67,7	16,0		
МАП421-4/12	4	10,5	30	1405	23,5	0,83	196,2	176,6	135,0	0,13	0,18
	12	3,5	15	385	18,4	0,67	171,7	166,8	34,5		
МАП422-4/12	4	22,0	30	1380	48,7	0,83	402,2	363,0	255,0	0,20	0,25
	12	6,5	15	395	30,0	0,62	304,1	304,1	60,5		
МАП422-4/12	4	37,0	4	1335	102,0	0,74	490,5	490,5	365,0	0,20	0,25
	12	8,0	3	375	58,0	0,55	382,6	382,6	88,0		
МАП521-4/12	4	38,0	30	1380	76,0	0,89	696,5	696,5	430,0	0,58	0,73
	12	12,0	15	400	47,0	0,66	637,7	637,7	110,5		
МАП621-4/12	4	65,0	30	1410	128,0	0,88	1324,4	1010,4	780,0	1,11	1,36
	12	23,0	15	415	75,0	0,67	1138,0	1128,2	225,0		
МАП622-4/12	4	100,0	30	1335	200,0	0,91	1373,4	1128,2	815,0	1,38	1,63
	12	30,0	15	385	98,5	0,72	1324,4	1275,3	230,0		
МАП721-4/12	4	50,0	10	1410	92,0	0,95	882,9	637,7	545,0	3,63	3,88
	12	50,0	30	430	140,0	0,70	2158,2	1962,0	430,0		

Таблица Г.2 – Параметры двухскоростных электродвигателей серии МАП для привода якорно-швартовых механизмов

Тип электродвигателя	Число полюсов $2p$	Мощность на валу, P , кВт	Режим работы мин	Частота вращения, n , об/мин	Номинальный ток статора, $I_{ном}$ А	$\cos\phi$	Максимальный момент, M_{max} , Н·м	Пусковой момент, M_p , Н·м	Пусковой ток, I_p , А	Время стоянки под пусковым током, с	Момент инерции ротора, J , кг·м ²	
											без тормоза	с тормозом
МАП122-4/8	4	2,2	30	1365	5,6	0,80	38,3	34,3	24,0	20	0,03	0,04
	8	1,5	15	595	5,3	0,75	42,2	42,2	12,5	30		
МАП221-4/8	4	3,6	30	1390	9,0	0,84	62,8	56,9	42,0	30	0,05	0,06
	8	2,5	30	640	10,5	0,62	91,2	87,3	26	45		
МАП421-4/8	4	7,0	30	1400	15,5	0,84	142,2	127,5	95,0	30	0,13	0,18
	8	5,6	30	650	17,9	0,72	196,2	196,2	56,0	40		
МАП422-4/8	4	12,0	30	1390	24,5	0,90	215,8	196,2	142,0	30	0,20	0,25
	8	8,0	30	645	21,6	0,78	294,3	284,5	75,0	45		
МАП521-4/16	4	20,0	30	1275	41,0	0,94	245,3	225,6	130,0	60	0,58	0,73
	16	5,0	15	310	27,0	0,55	382,6	382,6	57,0	60		
МАП521-4/16	4	28,0	30	1360	54,0	0,94	490,5	421,8	270,0	15	0,58	0,73
	16	5,0	15	310	27,0	0,55	382,6	382,6	57,0	60		
МАП521-8/16	8	15,0	30	675	41,0	0,72	569,0	510,1	150,0	50	0,58	0,73
	16	5,0	15	310	27,0	0,55	382,6	382,6	57,0	60		
МАП621-8/16	8	22,0	30	690	56,5	0,75	784,8	745,6	265,0	50	1,11	1,36
	16	10,0	15	295	39,0	0,65	627,8	627,8	85,0	30		
МАП622-8/16	8	30,0	30	690	77,0	0,73	1098,7	981,0	360,0	50	1,38	1,63
	16	12,0	15	290	44,0	0,65	735,8	735,8	100,0	30		
МПА721-4/6	4	120,0	30	1380	230,0	0,89	2452,5	2158,2	1300,0	–	2,12	2,50
	6	80,0	30	900	190,0	0,70	2648,7	2158,2	1000,0	–		

Таблица Г.3 – Параметры трехскоростных электродвигателей серии МАП для привода якорно-швартовых механизмов

Тип электро-двигателя	Число полюсов $2p$	Мощность на валу, P , кВт	Режим работы мин	Частота вращения, n , об/мин	Номинальный ток статора, $I_{ном}$, А	$\cos\varphi$	Максимальный момент, M_{max} , Н·м	Пусковой момент, M_p , Н·м	Пусковой ток, I_p , А	Время стоянки под пусковым током, с	Момент инерции ротора, J , кг·м ²	
МАП422-4/6/12	4	4,0	30	1460	12,5	0,68	127,5	98,1	105	10	0,20	0,25
	6	11,0	30	880	27,0	0,86	284,5	274,7	110	30		
	12	2,5	10	445	16,7	0,56	122,6	122,6	34	15		
МАП521-4/8/16	4	18,5	30	1385	38,3	0,92	333,5	294,3	200	20	0,58	0,73
	8	15,0	30	650	40,0	0,77	490,5	490,5	133	50		
	16	4,2	10	310	23,0	0,63	264,9	264,9	42,5	30		
МАП521-4/8/16	4	21,0	15	1360	43,0	0,93	333,5	294,3	200	20	0,58	0,73
	8	15,0	30	650	40,0	0,77	490,5	490,5	133	50		
	16	4,2	10	310	23,0	0,63	264,9	264,9	42,5	30		
МАП621-4/8/16	4	25,0	30	1435	50,5	0,90	588,6	441,5	390	15	1,11	1,36
	8	25,0	30	675	62,5	0,76	784,8	735,8	240	50		
	16	8,0	10	320	41,5	0,50	539,6	539,6	90	30		
МАП621-4/8/16	4	30,0	15	1400	59,0	0,93	490,5	392,4	390	15		
	8	25,0	30	675	62,5	0,76	784,8	735,8	240	50		
	16	8,0	10	320	41,5	0,50	539,6	539,6	90	30		
МАП621-4/8/16	4	36,0	30	1420	73,0	0,90	784,8	618,0	510	15		
	8	25,0	30	675	62,5	0,76	784,8	735,8	240	50		
	16	8,0	10	320	41,5	0,50	539,6	539,6	90	30		
МАП621-4/8/16	4	47,0	14	1395	91,0	0,92	784,8	618,0	510	15		
	8	25,0	30	675	62,5	0,76	784,8	735,8	240	50		
	16	8,0	10	320	41,5	0,50	539,6	539,6	90	30		
МАП621-4/8/24	4	30,0	30	1400	59,0	0,93	490,5	392,4	300	10	1,45	2,00
	8	15,0	30	695	38,5	0,74	539,6	470,9	175	20		
	24	3,2	5	190	28,0	0,52	323,7	323,7	42	30		
МАП622-4/8/16	4	28,0	30	1445	58,0	0,86	882,9	755,4	560	15	1,38	1,63
	8	36,0	30	670	97,0	0,70	1226,3	1128,2	360	30		
	16	10,0	10	315	51,5	0,56	686,7	686,7	110	30		
МАП622-4/8/16	4	39,0	15	1425	76,2	0,90	882,9	755,4	560	15	1,38	1,63
	8	36,0	30	670	97,0	0,70	1226,3	1128,2	360	30		

Тип электро-двигателя	Число полюсов $2p$	Мощность на валу, P , кВт	Режим работы мин	Частота вращения, n , об/мин	Номинальный ток статора, $I_{ном}$, А	$\cos\varphi$	Максимальный момент, M_{max} , Н·м	Пусковой момент, M_p , Н·м	Пусковой ток, I_p , А	Время стоянки под пусковым током, с	Момент инерции ротора, J , кг·м ²	
	16	10,0	10	315	51,5	0,56	686,7	686,7	110	30		
МАП622-4/8/24	4	40,0	30	1355	79,5	0,94	657,3	569,0	410	10	1,45	2,00
	8	20,0	30	665	53,0	0,75	735,8	637,7	220	15		
	24	5,2	10	175	43,0	0,40	490,5	490,5	60	30		
МАП721-4/8/12	4	30,0	10	1425	56,0	0,95	686,7	588,6	440	10	3,63	3,88
	8	70,0	30	650	162,0	0,82	2158,2	1962,0	600	30		
	12	50,0	5	405	160,0	0,69	2452,5	2354,4	420	30		
МАП721-4/8/12	4	70,0	60	1440	137,0	0,88	2943,0	1667,7	1050	—	3,63	3,88
	8	55,0	60	685	130,0	0,75	2158,2	1962,0	600	—		
	12	25,0	15	460	112,0	0,48	2060,1	1962,0	410	—		
МАП721-4/8/16	4	60,0	30	1420	113,0	0,93	1275,3	981,0	730	15	3,63	3,88
	8	55,0	30	645	126,0	0,85	1765,8	1569,6	410	50		
	16	18,0	10	320	82,0	0,60	1177,2	1128,2	185	30		
МАП721-4/8/16	4	75,0	30	1340	148,0	0,93	1275,3	981,0	730	15	3,63	3,88
	8	62,0	30	675	145,0	0,79	2158,2	1962,0	600	40		
	16	18,0	10	320	82,0	0,60	1177,2	1128,2	185	30		
МАП721-4/8/16	4	90,0	15	1495	182,0	0,94	1275,3	981,0	730	15	3,63	3,88
	8	55,0	30	645	126,0	0,85	1765,8	1569,6	410	50		
	16	18,0	10	320	82,0	0,60	1177,2	1128,2	185	30		
МАП721-4/8/24	4	75,0	30	1340	148,0	0,93	1275,3	981,0	730	15	3,63	3,88
	8	62,0	30	675	145,0	0,79	2158,2	1962,0	600	40		
	24	10,0	10	190	67,0	0,45	932,0	932,0	115	30		
МАП721-4/10/24	4	30,0	30	1425	56,0	0,95	686,7	588,6	440	15	3,63	3,88
	10	32,0	30	530	145,0	0,62	1373,4	1177,2	320	15		
	24	10,0	10	190	67,0	0,45	932,0	932,0	115	30		
МАП721-4/12/24	4	30,0	10	1425	56,0	0,95	686,7	588,6	440	—	3,63	3,88
	12	25,0	30	455	87,0	0,57	1275,3	1079,1	275	—		
	24	9,9	10	190	67,0	0,45	932,0	932,0	115	—		

Приложение Д

⊕ Таблица Д.1 – Технические данные тормозов

Тип тормоза	Тормозной момент, <u>даН.м.</u> в режиме			Энергия торможения при по- вторно- кратковременном ре- жиме, Вт	Время, с		Тормозные диски			Ход тормоза, мм		Число тысяч торможе- ний до смены дисков при частоте вращения, об/мин	
	30 мин	60 мин	ПВ = 40%		включения	отключе- ния	Число дисков	Средний радиус колыца, см	Поверх- ность	началь- ный	макси- мальный	номи- нальный	50% номи- нальной
TMT 1	3	3	3	40	0,012	0,01	3	7,38	104	1,5	3	200	–
TMT 12				11	0,012	0,01	2	8	100	1,0	2	–	500
TMT 2	4	4	4	80	0,012	0,01	4	7,38	104	2,0	4	150	–
TMT 22				22	0,012	0,01	2	9	113	1,0	2	–	500
TMT 3	9	7	6	230	0,013	0,012	3	9,63	151	1,5	3	120	–
TMT 4Б	20	12	12	340	0,013	0,012	4	11	207	2,0	4	100	–
TMT 42				95	0,013	0,012	4	9,8	184	2,0	4	-	300
TMT 5 (TMT 51)	50	30	30	380	0,014	0,013	4	13,5	255	2,0	4	80	–
TMT 52				95	0,014	0,013	4	13,5	255	2,0	4	–	200
TMT 6	75	45	45	380	0,015	0,013	4	15,0	377	2,5	5	80	–
TMT 62				95	0,015	0,013	5	15,0	377	2,5	5	–	150
TMT 7	90	–	–	–	0,016	0,015	3	16,5	467	1,5	3	35	–
TMT 72				–	0,016	0,015	3	16,5	467	2,0	4	–	100
ТДП 1	4	3	3,2	53	0,3	0,1	1	11	207	0,5	2,5	200	400
ТДП 2	10	7	8	135	0,3	0,15	2	11	207	1,0	3,0	200	400
ТДП 3	25	18	20	270	0,35	0,2	2	14	307	1,0	3,0	100	200
ТДП 4	60	45	40	380	0,4	0,25	3	16,5	415	1,5	4,5	100	200
ТДП 5	90	72	58	540	0,4	0,25	3	17	640	1,5	4,5	100	200
ТДП 6	140	110	85	540	0,5	0,3	4	17	640	2,0	5,5	100	200
ТДП 6А	–	–	40	100	0,4	0,2	1	17	640	1,5	3,0	–	1000

Приложение Е Характеристики электродвигателя

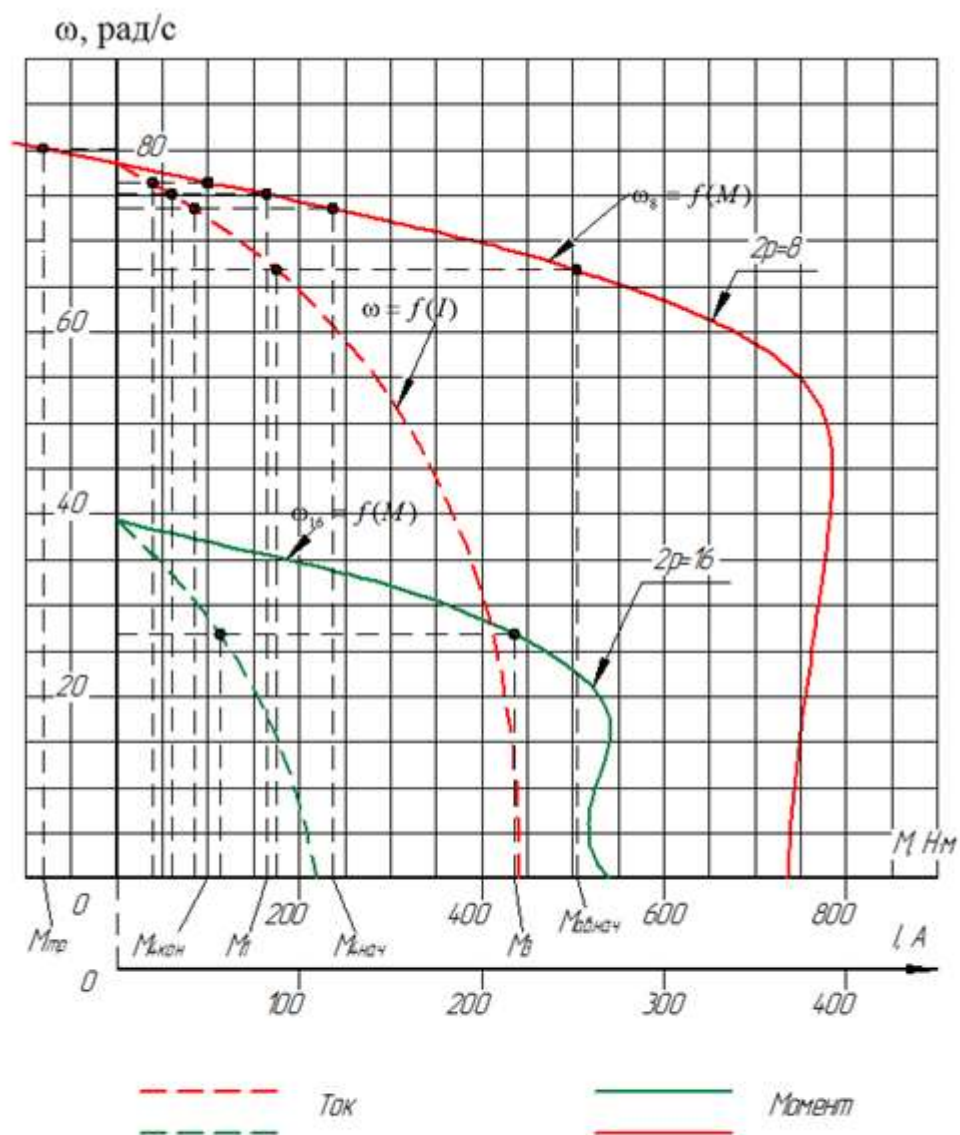


Рисунок Е.1 – Механическая и электромеханическая характеристики электродвигателя

МАП621-4/8/16

Приложение Ж

Параметры якорных цепей

Таблица Ж.1 – Основные параметры якорных цепей ГОСТ 228-95

Калибр, мм	Нагрузка для типа (категории) цепи, кН, не менее					
	1		2		3	
	пробная	разрушающая	пробная	разрушающая	пробная	разрушающая
11	36	51	-	-	-	3,2
12,5	46	66	66	92	-	3,7
14	58	82	82	116	-	4,3
16	76	107	107	150	-	5,6
17,5	89	127	127	179	-	6,8
19	105	150	150	211	-	8,0
20,5	123	175	175	244	349	9,3
22	140	200	200	280	401	10,7
24	167	237	237	332	476	12,7
26	194	278	278	389	556	14,7
28	225	321	321	449	642	16,5
30	257	368	368	514	735	19,6
32	291	417	417	583	833	22,4
34	328	468	468	655	937	24,6
36	366	523	523	732	1050	28,4
38	406	581	581	812	1160	31,6
40	448	640	640	896	1280	34,5
42	492	703	703	981	1400	38,6
44	538	769	769	1080	1540	42,2
46	585	837	837	1170	1170	1680
48	635	908	908	1270	1270	1810
50	686	981	981	1370	1370	1960
52	739	1060	1060	1480	1480	2110
54	794	1140	1140	1590	1590	2270
56	851	1220	1220	1710	1710	2430
58	909	1290	1290	1810	1810	2600
60	969	1380	1380	1940	1940	2770
62	1030	1470	1470	2060	2060	2940
64	1100	1560	1560	2190	2190	3130
66	1160	1660	1660	2310	2310	3300
68	1230	1750	1750	2450	2450	3500
70	1290	1840	1840	2580	2580	3690
73	1390	1990	1990	2790	2790	3990
76	–	-	2150	3010	3010	4300
78	–	-	2260	3160	3160	4500

Калибр, мм	Нагрузка для типа (категории) цепи, кН, не менее					
	1		2		3	
	пробная	разрушающая	пробная	разрушающая	пробная	разрушающая
81	–	-	2410	3380	3380	4820
84	–	-	2580	3610	3610	5160
87	–	-	2750	3850	3850	5500
90	–	-	2920	4090	4090	5840
92	–	-	3040	4260	4260	6080
95	–	-	3230	4510	4510	6440
97	–	-	3340	4680	4680	6690
100	–	-	3530	4940	4940	7060
102	–	-	3660	5120	5120	7320
105	–	-	3850	5390	5390	7700
107	–	-	3980	5570	5570	7960
111	–	-	4250	5940	5940	8480
114	–	-	4440	6230	6230	8890
117	–	-	4650	6510	6510	9300
120	–	-	4850	6810	6810	9720
122	–	-	5000	7000	7000	9990
124	–	-	5140	7200	7200	10280
127	–	-	5350	7490	7490	10710
130	–	-	5570	7800	7800	11140
132	–	-	5720	8000	8000	11420
137	–	-	6080	8510	8510	12160
142	–	-	6450	9030	9030	12910
147	–	-	6840	9560	9560	13660
152	–	-	7220	10100	10100	14430
157	–	-	7600	10640	-	-
162	–	-	7990	11170	-	-

Приложение И Нагрузочные диаграммы и тахограммы

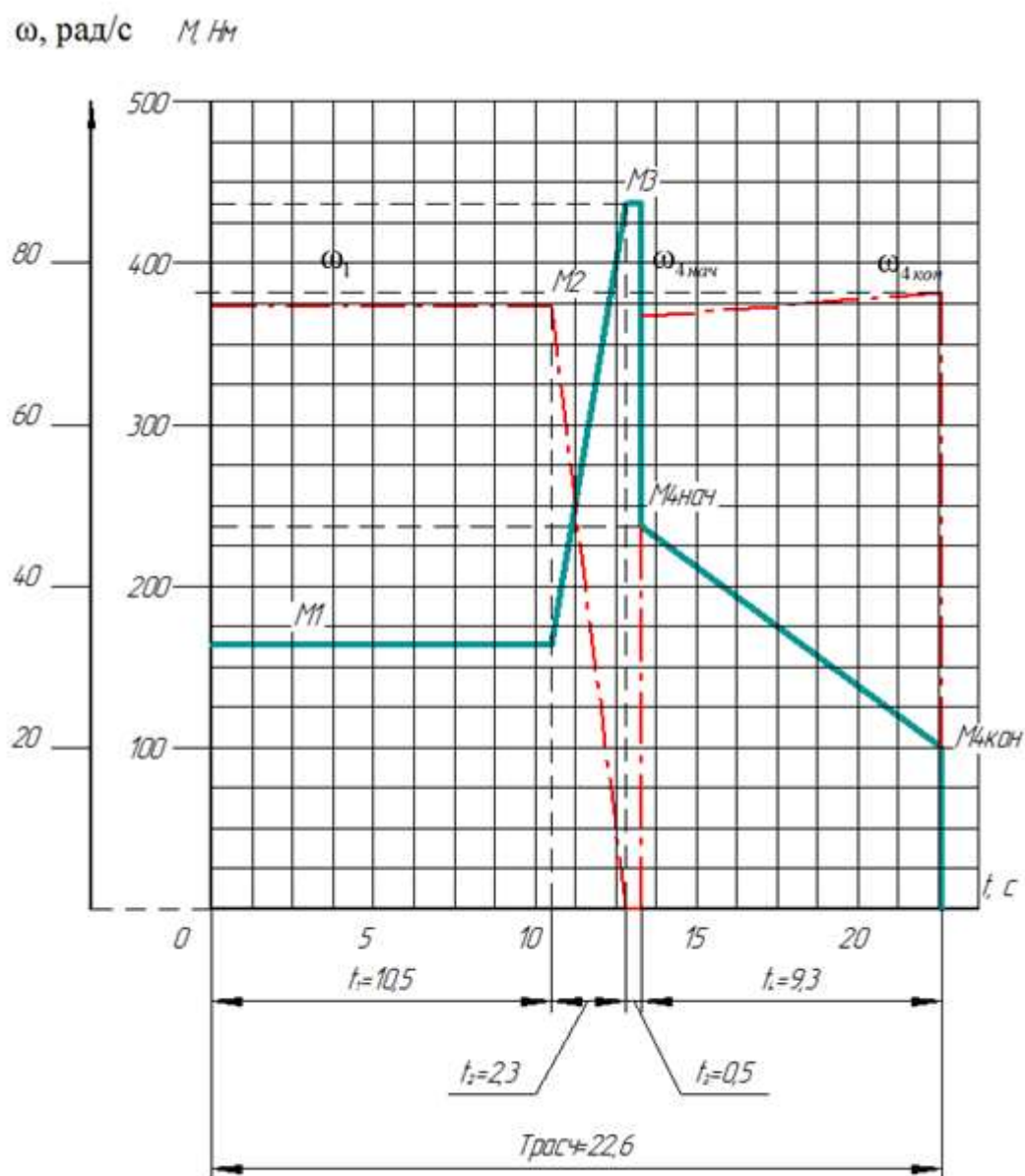


Рисунок И.1 – Нагрузочная диаграмма и тахограмма при подъеме якоря с нормальной глубины

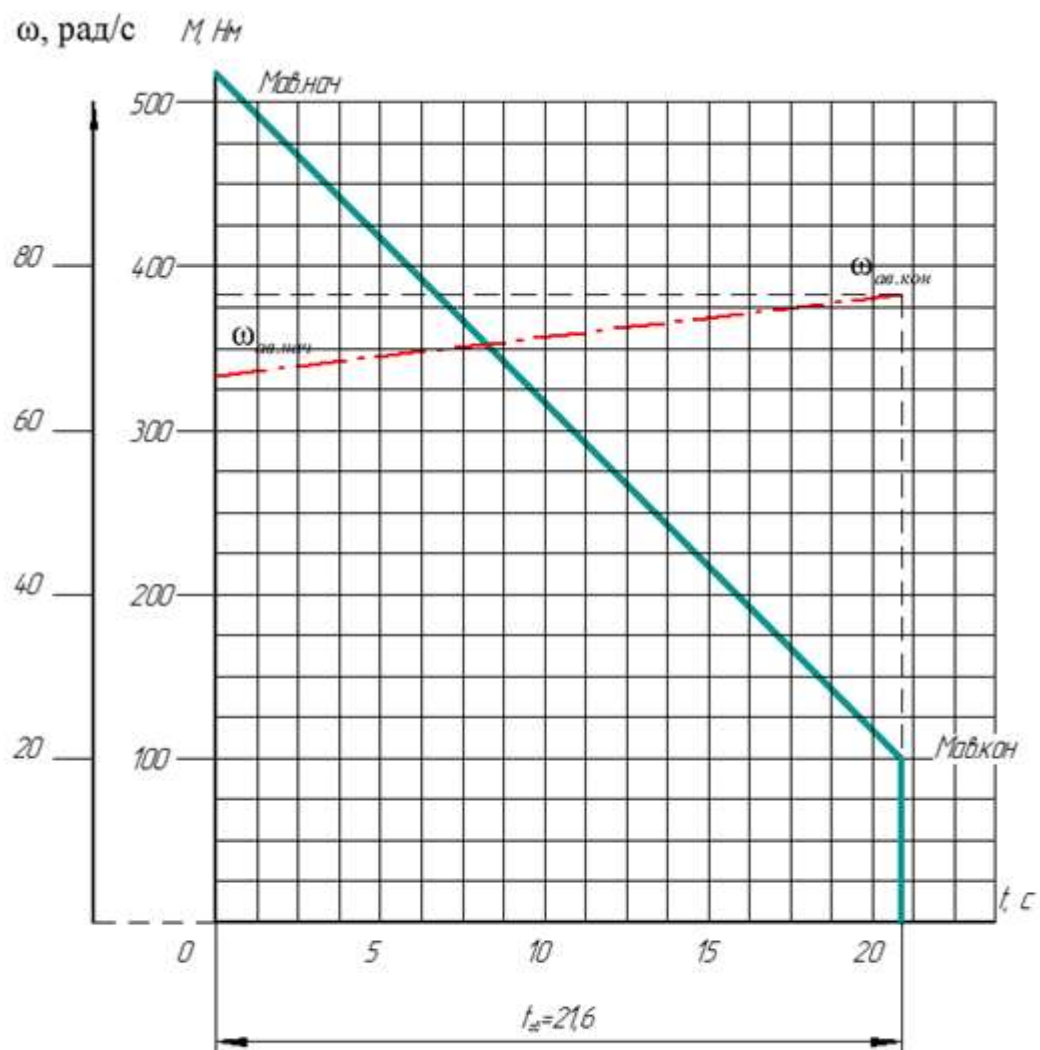


Рисунок И.2 – Нагрузочная диаграмма и тахограмма аварийной съёмки с якоря

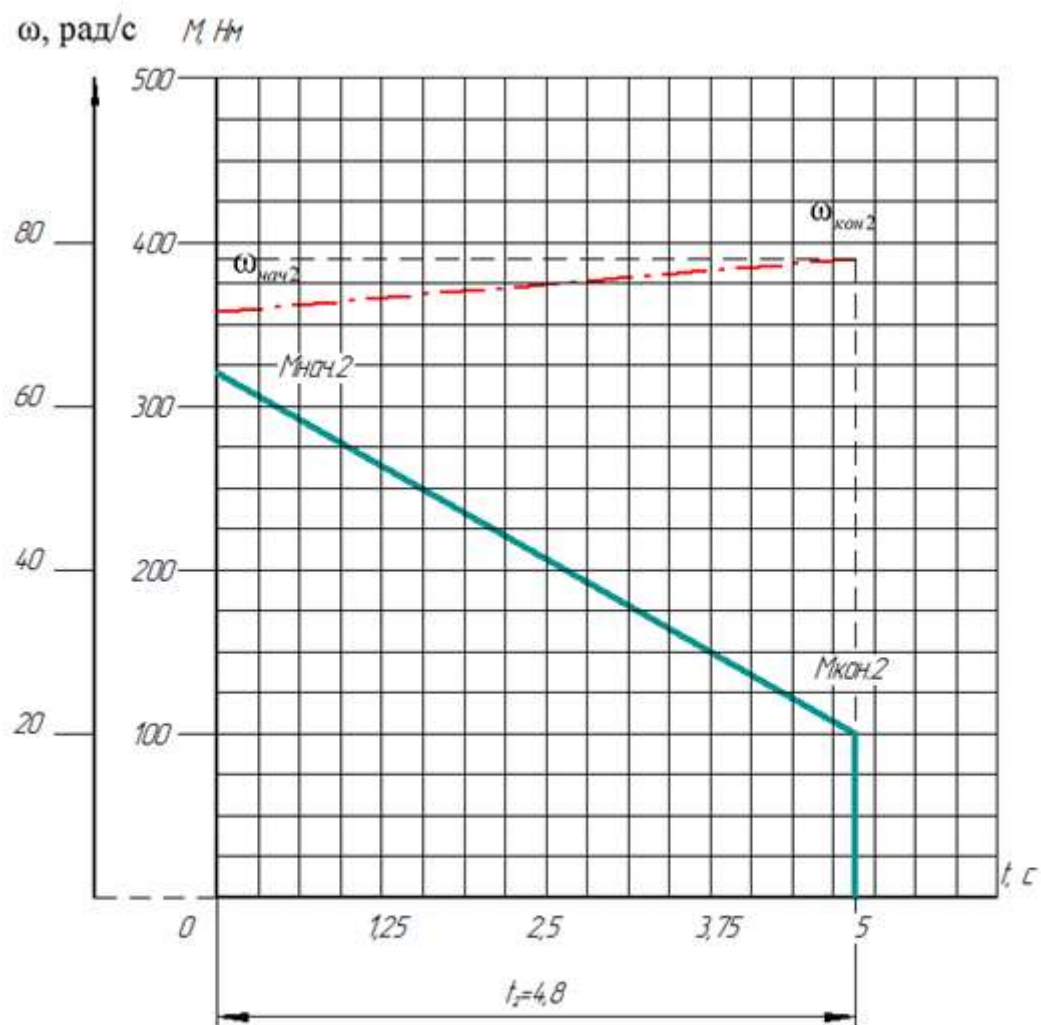


Рисунок И.3 – Нагрузочная диаграмма и тахограмма подъема двух якорей с половинной глубины