

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовое электрооборудование»

Л. Л. Беляева

ГРЕБНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Методические указания
к выполнению контрольной работы
по дисциплине
для студентов специальности
26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики»

Севастополь
СевГУ
2022

УДК [629.5.035:621.3](076)
ББК 31.455.2я73
Б43

Р е ц е н з е н т :

В.Е. Высоцкий – д-р техн. наук,
профессор кафедры СЭО

Беляева, Лариса Львовна

Б43 Гребные электрические установки : методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине для студентов специальности 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" / Л. Л. Беляева ; Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Судовое электрооборудование». – Севастополь : СевГУ, 2022. – 18 с. – Текст : электронный.

В ходе выполнения контрольной работы студент закрепляет теоретические знания, проводит расчет экономных режимов работы ГЭУ переменного тока с синхронным электродвигателем высокого напряжения. Данные ГЭУ относятся к наиболее распространенным современными гребными электрическими установками.

Контрольная работа нацелена на приобретение знаний, умений, владений по следующим компетенциям ФГОС и в соответствии с Международной конвенцией ПДНВ с поправками и Кодекса ПДНВ (раздел А-III/6 «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации, относящимся к производственно-технологической деятельности: УК-8, ПК-3, ПК-4.

УДК [629.5.035:621.3](076)
ББК 31.455.2я73

Рассмотрены и рекомендованы на заседании кафедры «Судовое электрооборудование» Морского института Севастопольского государственного университета, протокол № 9 от 25 апреля 2022 г.

© Беляева Л. Л., 2022
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Исходные данные	3
2. Графический метод расчета режимов эконома хода.....	3
Библиографический список.....	16
Приложение А (обязательное)	17
Приложение Б (обязательное).....	18

ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации гребных электрических установок возникает, с целью сохранения моторесурса ГЭУ и экономии топлива приводных двигателей генераторов (дизелей), необходимость работы ГЭУ в режиме эконома хода. Для достижения этой цели, учитывая специфику эксплуатации гребной установки и условия плавания судна, в практике прибегают для снижения скорости хода судна и отключению части генераторов, питающие гребные электродвигатели, сохраняя при этом полезную нагрузку оставшихся генераторов, и как следствие, минимальный удельный расход топлива их первичных двигателей.

В методических условиях на примере ГЭУ переменного с винтом фиксированного шага (ВФШ) наглядно показана реализация данного режима при различных вариантах коммутации цепей главного тока ГЭУ.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выполнить расчет мощности ГЭУ переменного тока и определить параметры ГЭУ в режиме эконома хода при следующих исходных данных:

Мощность на валу гребного винта, $P_{г.в.}$, кВт	1300
Обороты гребного вала, ω , об/мин	250
КПД гребного вала, η	0.95
Количество винтов, z , шт	2
Тип гребного двигателя.....	СДМ – 15/49 – 24
Мощность ГЭД, $P_{дв.}$, кВт	1300
КПД редуктора, $\eta_{ред.}$	0.90
КПД гребного двигателя, $\eta_{дв.}$	0.95
Обороты ГЭД, n , об/мин.....	250
Тип винта.....	ВФШ - 2

2. ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА

В основе данного расчета положен перерасчет рабочих характеристик винта к валу гребного электродвигателя с целью определения мощности на фланце ГЭД при работе судна в режиме “ход в свободной воде” и режиме “на

швартовных”. Расчет ведется для тех же компоновочных решений ГЭУ, включением того же количества генераторов, что и в расчете аналитическим методом.

Порядок расчета.

Используя в исходных данных рабочую характеристику гребного винта (таблица 2, Приложения 2) $M_{св.в} = f(n_{гв})$ и $M_{ш} = f(n_{гв})$, выраженную в относительных единицах, производим перерасчет этих характеристик также в относительных единицах к валу ГЭД.

Таблица 1

n, о.е.	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$M_{ш}$, о.е.	0.092	0.170	0.27	0.40	0.55	0.73	0.97	1.26	1.54
$M_{св.в}$, о.е.	0.049	0.10	0.16	0.23	0.34	0.44	0.67	0.78	1.0

Далее определяем момент на валу ГЭД при работе гребного винта в режиме “свободная вода” со скоростью вращения, выраженной в относительных единицах равного 0.2 (таблица 1.1).

$$M_{св.в.пр.0.2}^* = \frac{M_{св.в.пр.0.2} \times M_{н.г.в}}{i \times \eta_{ред} \times \eta_{т.в} \times M_{н.дв}} \quad (1)$$

$$M_{св.в.пр.0.2}^* = \frac{0.49 \times 5070}{1.0 \times 1.0 \times 0.95 \times 5070} = 0.051 \text{ о.е.}$$

где $M_{св.в.0.2} = 0.049$ о.е. заданное значение момента сопротивления винта (двигателя) в свободной воде при оборотах гребного вала равных 0.2 о.е. (табл. 1.1).

$$M_{н.г.в} = \frac{P_{гв} \times 975}{n_{гв}} = \frac{1300 \times 975}{250} = 5070 \text{ кГМ} \quad (2)$$

$M_{н.г.в}$ - номинальный момент на валу гребного винта;

$P_{гв}$ - заданное значение мощности на гребном валу 1300 кВт (исходные данные);

$n_{гв}$ - номинальная скорость вращения гребного винта 250 об/мин.

$$M_{н.дв} = \frac{P_{дв} \times 975}{n_{дв}} = \frac{1300 \times 975}{250} = 5070 \text{ кГМ} \quad (3)$$

где $M_{н.дв}$ - номинальный момент на валу гребного винта;

$P_{дв}$ - мощность ГЭД 1300 кВт (исходные данные);

$n_{дв}$ - номинальные обороты ГЭД.

Момент на валу ГЭД при работе гребного винта определяем в режиме «швартовых» со скоростью вращения гребного винта равного 0.2 о.е. (таблица 2)

$$M_{\text{шпр.0.2}}^* = \frac{M_{\text{ш0.2}} \cdot M_{\text{н.г.в}}}{i \cdot \eta_{\text{рез}} \cdot h_{\text{г.в}} \cdot M_{\text{н.дв}}} = \frac{0.092 \cdot 5070}{1 \cdot 1 \cdot 0.95 \cdot 570} = 0.096 \text{ о.е.}$$

где $M_{\text{ш0.2}} = 0.092$ о.е. заданные значения момента сопротивления винта (двигателя) на швартовых и оборотах гребного вала равных 0.2 о.е. (таблица 2)

Аналогично ведется расчет для всех остальных заданных значений $M_{\text{ш}}$ в о.е.

Результаты расчетов сводим в таблицу.

Таблица 2

n_1^* о.е.	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$M_{\text{ш}}^*$ о.е.	0.096	0.185	0.284	0.427	0.578	0.768	1.02	1.03	1.10
$M_{\text{св.в}}^*$ о.е.	0.051	0.102	0.168	0.242	0.357	0.463	0.705	0.821	1.05

Используя приведенные к валу моменты двигателя для каждой скорости вращения гребного винта в режиме работы судна на «свободной воде» и на «швартовых» производим расчет мощности на валу ГЭД для двух ГЭД по формулам:

$$P_{2\text{св.в}} = \frac{M_{\text{св.в}}^* \cdot n_{\text{дв}}^*}{975} \text{ кВт} \quad (4)$$

$$P_{2\text{ш}} = \frac{M_{\text{ш}}^* \cdot n_{\text{дв}}^*}{975} \text{ кВт} \quad (5)$$

Результат расчетов заносим в сводную таблицу 4 в следующей последовательности:

а) 1-я строка табл.4 « $n_{\text{гв}}$ » об/мин заполняется путем перевода о.е в натуральные в соответствии с табл. 1.1

Таблица 3

n , о.е	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
n , об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Методика перевода о.е в кГм.

$$n_{\text{об/мин}} = n_{\text{о.е}} \cdot n_{\text{г.в}}$$

при $n_{\text{г.в}} = 0.2$ о.е (табл.2) скорость вращения гребного вала, при исходных номинальных оборотах равных $n_{\text{н}} = 250$ об/мин составит

$$n_{\text{г.в}02} = 0.2 \cdot 250 = 50 \text{ об/мин}$$

При $n_{\text{г.в}} = 1.0$ о.е скорость гребного вала будет равна $n_{\text{г.в}1.0} = 1.0 \cdot 250 = 250$ об/мин и т. д. Расчеты ведутся аналогично и для других частот вращения гребного вала. Результаты расчетов заносятся в первую строку таблицы 4

б) 2-я строка табл. 4 $M_{\text{св.в}}^* = f(n)$ кГм заполняется аналогично предыдущим строчкам в соответствии с таблицей 1.1

Таблица 4

$M_{\text{св.в}}$ о.е.	0.049	0.100	0.160	0.230	0.340	0.440	0.670	0.780	1.0
$M_{\text{св.в}}$ кГм	248	507	811	1166	1723	2230	3090	3954	5070

Методика перевода о.е. в кГм

$$M_{\text{св.в о.е}} = M_{\text{св.в о.е}} \cdot M_{\text{н.г.в}}$$

при $M_{\text{св.в}} = 0.049$ о.е. (табл. 2) и частота вращения гребного вала 0.2 о.е.

Момент сопротивления гребного винта в кГм на «свободной воде» составит:

$$M_{\text{св.в} 02} = 0.049 \cdot 5070 = 248 \text{ кГм}$$

где $M_{\text{н.г.в.}} = 5070$ кГм – номинальный момент на валу гребного вала при работе на «свободной воде»

При $M_{\text{св.в}} = 1.0$ о.е. и номинальной частоте вращения гребного вала $n_{\text{гв}} = 1.0$ о.е.

$M_{\text{св.в}} = 1.0 \text{ о.е.} \cdot 5070 = 5070$ кГм и т.д. для каждой частоты вращения гребного вала. Результаты расчётов заносятся в строку таблицы 4.

в) 3-я строка табл. 4 $M_{\text{ш}} = f(n_{\text{г.в}})$ заполняется аналогично предыдущей строки, также в соответствии табл. 2, где даны значения в о.е. моментов на гребном валу при работе на «швартовых».

Таблица 5

$M_{ш},$ о.е.	0.092	0.170	0.270	0.400	0.550	0.730	0.970	1.260	1.540
$M_{ш},$ кГм	466	862	1368	2028	2788	3701	4918	6084	2805

Методика перевода о.е. $M_{ш}$ в кГм

$$M_{ш} = M_{ш \text{ о.е.}} \cdot M_{н.г.в.}$$

При $M_{ш \text{ 0.2}} = 0.092$ о.е и частоте вращения гребного вала $n_{гв} = 0.2$ о.е (см таблицу 1)

$$M_{ш \text{ 0.2}} = 0.092 \cdot 5070 = 466 \text{ кГм}$$

где $M_{н.г.в.} = 5070$ кГм рассчитанное ранее (см ф-лу 2)

При $M_{ш \text{ 1.0}} = 1.54$ о.е и номинальной частоте вращения гребного вала $n_{гв} = 1.0$ о.е

$$M_{ш \text{ 1.54}} = 1.54 \cdot 5070 = 7807 \text{ кГм}$$

и т.д. расчет ведется для каждой частоты вращения гребного вала Результаты заносятся в 3-ю сторону табл. 4

г) 4-я строчка табл. 3 $M_{св.в} = f(n_{св.в})$ заполняется аналогично предыдущим с той только разницей, что моменты сопротивления гребного вала при работе в «свободной воде» и на «швартовых», выраженные в относительных единицах о.е., приведены к валу ГЭД по выражениям 1 и 3 настоящего расчета для варианта частот вращения гребного вала $n_{гв} = 0.2$ о.е.

Таблица 6

$M'_{св.в}$ о.е	0.051	0.102	0.168	0.242	0.357	0.463	0.705	0.821	1.0
$M'_{св.в}$ кГм	258	517	851	1229	1809	2347	3574	4162	5323

Методика перевода о.е. $M_{св.в}$ в кГм

$$M'_{св.в} = M'_{св.в \text{ о.е.}} \cdot M_{н.г.в.}$$

При $M'_{\text{св.в}} = 0.051$ о.е и частоте вращения гребного вала $n_{\text{гв}} = 0.2$ о.е (табл. 3) момент сопротивления гребного винта в кГм при работе на «свободной воде» приведенного к валу ГЭД (см выражение 1) составит:

$$M_{\text{св.в} 0.2} = 0.051 \cdot 5070 = 258 \text{ кГм}$$

где $M_{\text{н.г.в.}} = 5070$ кГм номинальный момент на валу гребного вала при работе в свободной воде (см выражение 2)

При $M_{\text{св.в}} = 1.05$ о.е и номинальной частоте вращения гребного вала $n_{\text{гв}} = 1.05$ о.е (Табл. 3)

$M_{\text{св.в} 1.0} = 1.05 \cdot 5070 = 5323$ кГм и т.д. для каждой частоты вращения гребного вала. Результаты расчётов заносим в таблицу 4.

д) 5-я строка табл. 4 $M'_{\text{ш}} = f(n_{\text{гв.}})$ заполняется аналогично предыдущей строки, также в соответствии табл. 3, где даны значения моментов в о.е. на гребном валу, приведенных к валу ГЭД при работе на «швартовых».

Таблица 7

$M'_{\text{ш}}$ о.е.	0.096	0.185	0.284	0.427	0.578	0.768	1.02	1.03	1.10
$M'_{\text{ш}}$ кГм	486	938	1439	2165	2930	3693	5171	5282	5577

Методика перевода о.е $M'_{\text{ш}}$ в кГм

$$M'_{\text{ш}} = M'_{\text{ш о.е}} \cdot M_{\text{н.г.в}}$$

При $M'_{\text{ш}} = 0.096$ о.е и частоте вращения гребного вала $n_{\text{гв}} = 0.2$ о.е (табл.3) момент сопротивления гребного винта в кГм при работе гребного винта на «швартовых» приведенного к валу ГЭД (см выражение 2) составит:

$$M'_{\text{ш} 0.2} = 0.096 \cdot 5070 = 486 \text{ кГм}$$

При $M'_{\text{ш}} = 1.10$ о.е и номинальной частоте вращения гребного вала $n_{\text{гв}} = 1.0$ о.е

$$M'_{\text{ш} 1.0} = 1.10 \cdot 5070 = 5577 \text{ кГм}$$

и т. д. расчет ведется на каждой частоте вращения гребного вала и результаты заносятся в 5-ю строчку табл. 4

е) В 6-ю строку табл. 4 заносятся частоты вращения гребного двигателя пересчитанные аналогично первой строки исходя из номинальной скорости двигателя, взятых их каталожных данных

Таблица 8

п о.е	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
п об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Методика перевода о.е в кГм

$$n_{\text{об/мин}} = n_{\text{о.е}} \cdot n_{\text{дв}}$$

При $n_{\text{дв}}=0.2$ о.е скорости вращения гребного электродвигателя ГЭД, при исходных номинальных оборотах равных $n_{\text{н}} = 250$ об/мин составит:

$$n_{\text{дв } 0.2} = 0.2 \cdot 250 = 50 \text{ об/мин.}$$

При $n_{\text{дв}} = 1.0$ о.е скорость гребного электродвигателя будет составлять:

$$n_{\text{дв } 1.0} = 1.0 \cdot 250 = 250 \text{ об/мин.}$$

и т.д. расчеты ведутся аналогично и для других частот вращения ГЭД. Результаты расчетов заносятся в шестую строку табл. 4

Примечание. Скорости вращения берутся из тактико-технических данных на гребной электродвигатель и обороты могут быть другие от 250 до 1500 об/мин.

ж) В строку 7 заносятся мощности на валу ГЭД в зависимости от скорости вращения гребного двигателя $P_{2\text{св.в}}^* = f(n_{\text{дв}})$ при работе на «свободной воде», пересчитанные с учётом передаточного числа редуктора(строка 6)

Таблица 9

$M_{\text{св.в}}^*$ кГм	258	517	852	1226	1809	2347	3574	4162	5323
$n_{\text{дв}}^*$ об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250
$P_{2\text{св.в}}^*$ кВт	13.2	39.7	87.2	157	228	421	733	960	1364

Мощность на валу ГЭД при работе гребного винта в режиме «свободная вода» рассчитывается по формуле

$$P_{2\text{св.в}} = \frac{M_{\text{св.в}}^* \cdot n_{\text{дв}}}{975} \text{ кВт} \quad (6)$$

где $M_{\text{св.в}}^*$ - момент на валу ГЭД при работе гребного винта в свободной воде, кГм: (строка 4 табл. 4)

$n_{\text{дв}}$ - скорость вращения ГЭД, об/мин (строка 6 табл. 4)

Пример расчета для случая, если обороты ГЭД равны $n_{\text{дв}}^* = 50$ об/мин

1. Находим при этих оборотах ГЭД момент сопротивления гребного винта, приведенного к валу, $M_{\text{св.в}}^*$ (кГм) (строка 4)
2. Подставляя эти параметры в выражение 4 находим мощность на валу ГЭД при частоте вращения электродвигателя 50 об/мин (строка 7 табл. 4)

$$P_{2\text{св.в}} = \frac{258 \cdot 50}{975} = 13.2 \text{ кВт}$$

Остальные расчеты аналогично. Результаты расчета заносятся в строку 7 табл. 4

3. В строку 8 заносятся мощности на валу ГЭД в зависимости от скорости вращения ГЭД $P'_{2\text{ш}} = f(n_{\text{дв}})$ при работе гребного винта на «швартовых». Расчет ведётся аналогично предыдущему пункту.

Таблица 10

$M_{\text{ш}}^*$ кГм	486	938	1440	2165	2930	3693	5171	5282	5577
$n_{\text{дв}}^*$ об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250
$P_{2\text{ш}}^*$ кВт	25.9	72.1	148	277	450	663	1060	1219	1430

Мощность на валу ГЭД при работе гребного винта в швартовном режиме рассчитывается по формуле:

$$P'_{2\text{ш}} = \frac{M_{\text{ш}}^* \cdot n_{\text{дв}}}{975} \quad (7)$$

где $M_{ш}^*$ - момент на валу ГЭД при работе гребного винта в швартовном режиме (строка 5) при различных скоростях вращения ГЭД об/мин (строка 6) Расчет ведется аналогично предыдущему случаю т.е. работа гребного винта на «свободной воде»

Результат расчета заноситься в строку 8 табл. 4.

Строки 9,10 заполняются расчетными электромагнитными мощностями $P_{1св.в}^*$ и $P_{1ш}^*$ для каждой скорости вращения ГЭД путем деления мощности на валу $P_{2св.в}^*$ и $P_{2ш}^*$ (строки 7,8) на КПД двигателя.

Например. Определяем потребляемую электромагнитную мощность $P_{1св.в}^*$ при работе гребного винта на «свободной воде» с оборотами винта 50 об/мин т.е. в относительных единицах составляет 0.2 о.е. n_n

$$P'_{1св.в \ 0.2} = \frac{P'_{2св.в}}{\eta_{дв}} = \frac{13.2}{0.95} = 13.9 \text{ кВт.}$$

Тоже аналогично рассчитывается потребляемая электромагнитная мощность при работе гребного винта на «швартовых» при частоте 0.2 о.е. n_n .

$$P'_{1ш \ 0.2} = \frac{P'_{2ш}}{\eta_{дв}} = \frac{25.9}{0.95} = 26.5 \text{ кВт}$$

Определение потребляемой мощности на других частотах вращения гребного винта аналогично

Таблица 11

$P'_{1св.в}$ кВт	13.9	40.0	89.0	162	285	431	750	985	1399
$P'_{ш}$ кВт	26.5	74.2	151	284	463	681	1087	1258	1483
n об/мин	56	75	160	125	150	175	200	225	250

Строка 11 заполняется умножением потребляемой мощности ГЭД $P_{1св.в}$ в режиме работы ГЭД «свободная вода» на число работающих двигателей. В нашем случае у нас два ГЭД, поэтому строку 11 формируем умножением $P'_{1св.в} \cdot 2$ т.е. $2P_{1св.в} = P'_{1св.в} \cdot 2 = 13.9 \cdot 2 = 27.8 \text{ кВт}$

Аналогично заполняется строка 12 также умножением потребляемой мощности ГЭД $P'_{ш}$ в режиме работы ГЭД «швартовый» на число работающих двигателей т.е. $2P_{1ш} = P'_{1ш} \cdot 2 = 26.5 \cdot 2 = 53 \text{ кВт}$

Таблица 12

$P'_{1св.в}$ кВт	27.8	81.4	179.2	324	570	862	1500	1970	2798
$P'_{1ш}$ кВт	33.6	162.8	358.4	648	1140	1724	3000	3940	5594
n об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Все перечисленные вычисления сводятся в единую табл. 4 и по данным этой таблицы строиться кривая зависимости $2P'_{1св.в} = f(n_{дв})$ и $2P'_{ш} = f(n_{дв})$ мощности, потребляемой двумя ГЭД в функции числа оборотов. На основе рассчитанных параметров, занесенных в табл. 4 строятся графики винтовых характеристик, приведенных к валу ГЭД.

Таблица 13

1	$n_{г.в}$ об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250
2	$M_{св.в}$ кГм	248	507	811	1166	1724	2230	3090	3955	5070
3	$M_{ш}$ кГм	466	862	1369	2028	2788	3701	4918	6388	7807
4	$M'_{св.в}$ кГм	258	517	852	1227	1809	2347	3574	4162	5323
5	$M'_{ш}$ кГм	486	938	1440	2165	2930	3693	5171	5282	5577
6	$n_{дв}$ об/мин	50	75	100	125	150	175	200	225	250
7	$P'_{2св.в}$ кВт	13.2	39.7	87.0	151	278	421	733	960	1365
8	$P'_{2ш}$ кВт	25.9	72.1	147	277	451	603	1060	1219	1430
9	$P'_{1св.в}$ кВт	13.9	40.7	89.6	162	285	431	750	985	1399
10	$P'_{1ш}$ кВт	26.5	74.2	151.0	284	463	680	1087	1125	1483
11	$2P'_{1св.в}$ кВт	27.8	81.4	179.2	324	570	862	1500	1970	2798
12	$2P'_{1ш}$ кВт	53.6	162.8	358.4	648	1140	1724	3000	3940	5594

$n_{Г.В}$ - частота вращения гребного винта

$M_{св.В}$ - момент сопротивления на валу гребного винта при работе ГЭУ в режиме «свободная вода» кГм

$M_{ш}$ - момент при работе гребного винта в режиме «швартовый» кГм

$M'_{св.В}$ - момент сопротивления гребного винта приведенный к валу гребного электродвигателя, кГм; в режиме «свободная вода»

$M'_{ш}$ - момент сопротивления гребного винта приведенного к валу ГЭД в режиме «швартовых» кГм

$n_{дв}$ - частота вращения ГЭД об/мин

$P'_{2св.В}$ - мощность на валу ГЭД в режиме «свободная вода» кВт

$P'_{2ш}$ - мощность на валу ГЭД в режиме «швартовых» кВт

$P'_{1св.В}$ - потребляемая электромагнитная мощность ГЭД в режиме «свободная вода» кВт

$P'_{1ш}$ - потребляемая электромагнитная мощность ГЭД в режиме «швартовых» кГм

$2P'_{1св.В}$ - потребляемая мощность 2-х ГЭД в режиме «свободная вода» кВт

$2P'_{1ш}$ - потребляемая мощность 2-х ГЭД в режиме «швартовых» кВт
 $2P'_{1св.в}, 2P'_{1ш}$ (кВт)

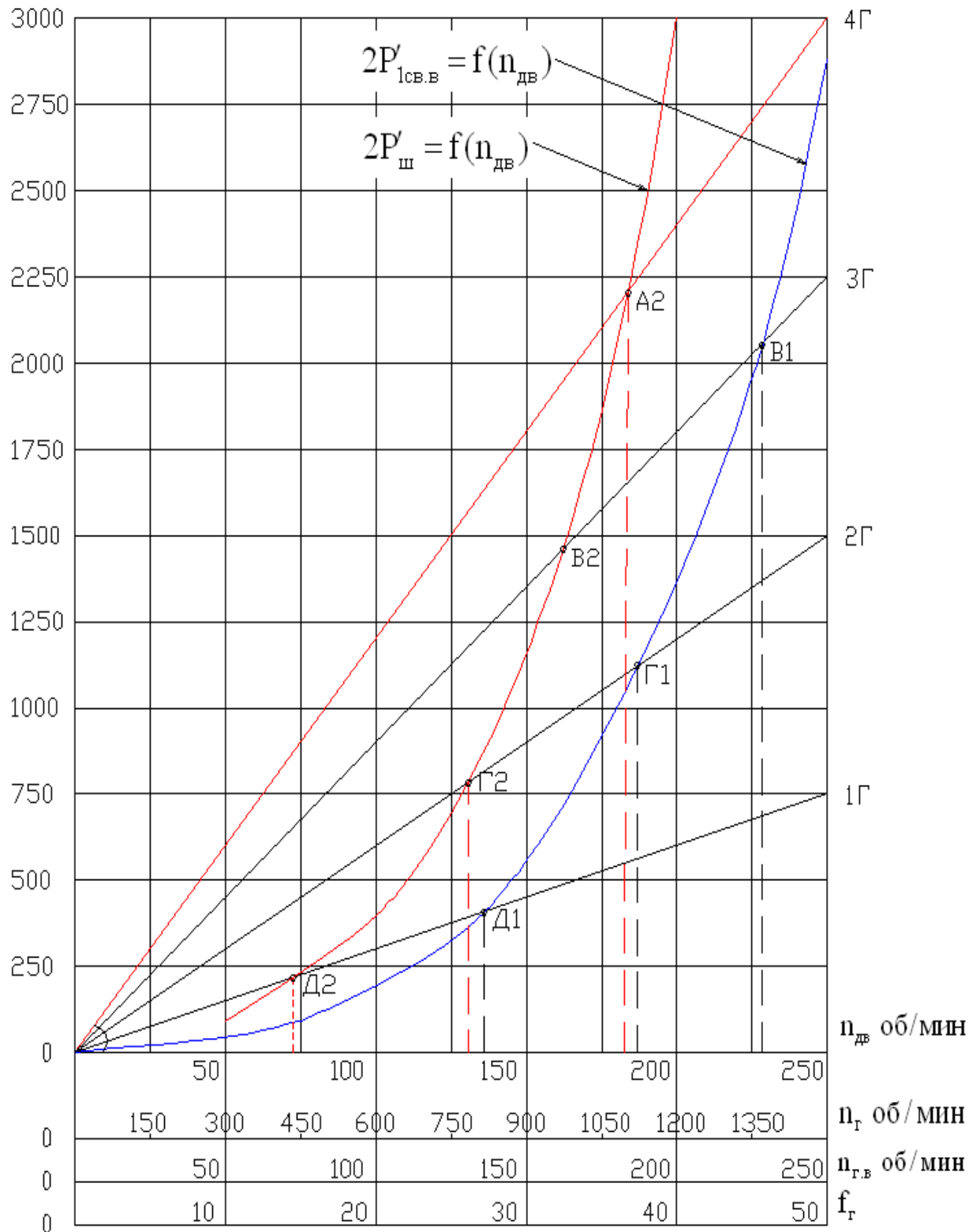


Рисунок 1 – Кривые зависимости мощности на валу ГЭД от скорости его вращения

По данным таблицы 13 строим кривую $2P'_{1св.в} = f(n_{дв})$ зависимости потребляемой мощности ГЭД в функции частоты вращения ГЭД в режиме

«свободная вода» и кривую $2P'_{ш} = f(n_{дв})$ зависимости потребляемой мощности ГЭД в функции частоты вращения ГЭД в режиме «швартовых». Ординату суммарной мощности $\sum P_r$ генераторов при номинальных оборотах гребного вала $n_{г.в.}$ делим на несколько отрезков по числу генераторов, питающие ГЭУ при различных компоновках этих генераторов. В нашем проекте питание ГЭУ осуществляется четырьмя генераторами в сумме ординату делим на четыре одинаковых по мощности части и получаем на ординате точки 1Г, 2Г, 3Г и 4Г. Эти точки прямыми отрезками соединяем с началом координат. Полученные под различными углами прямые отрезки показывают как изменяется мощность ГЭУ при определенном количестве генераторов в функции частоты вращения ГЭД, питающие эти двигатели.

Точки пересечения прямых с винтовыми характеристиками, приведенными к валу ГЭД $2P'_{1св.в} = f(n_{дв})$ и $2P'_{ш} = f(n_{дв})$ определяют частоту вращения ГЭД при соответствующем моменте для данной мощности.

Из рассмотренных характеристик (рисунок 1.1) следует:

- а) При работе одного генератора на два электродвигателя, последний может работать без перегрузки в режиме хода в свободной воде со скоростью вращения вала ГЭД 150 об/мин, соответствующей также 150 об/мин гребного вала. (Передача вращения гребного вала от ГЭД к движителю прямая без редуктора). Это соответствует частоте сети $f=28$ Гц, в случае устойчивой работы дизеля при оборотах $n_r = 820$ об/мин. При работе в режиме «на швартовых» со скоростью $n_{дв} = 75$ об/мин, $n_{г.в.} = 75$ об/мин т.е. при $f=13$ Гц, в случае устойчивой работ дизеля при оборотах $n_r = 450$ об/мин.
- б) При работе двух генераторов на два ГЭД, последним может работать без нагрузки в режиме «ход в свободной воде» его скоростью вращения ГЭД $n_{дв} = 200$ об/мин, $n_{г.в.} = 200$ об/мин, $f=38$ Гц, в случае устойчивой работы дизеля при оборотах $n_r = 1100$ об/мин. При работе в режиме «на швартовых» может работать без перегрева со скоростью $n_{дв} = 170$ об/мин, $n_{г.в.} = 170$ об/мин, $f=28$ Гц в случае устойчивой работы дизеля при оборотах 770 об/мин
- с) При работе от трех генераторов на два ГЭД: 1) $n_{дв} = 180$ об/мин, $n_{г.в.} = 180$ об/мин, $n_r = 950$ об/мин, $f=33$ Гц; 2) $n_{дв} = 160$ об/мин, $n_{г.в.} = 160$ об/мин, $n_r = 900$ об/мин, $f=30$ Гц
- д) При работе от четырех генераторов на два ГЭД: 1) $n_{дв} = 245$ об/мин, $n_{г.в.} = 245$ об/мин, $n_r = 1400$ об/мин, $f=48$ Гц

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской Регистр судоходства. - СПб.: Регистр РФ, 2017.
2. Конвенция ПДНВ и Кодекс ПДНВ с Манильскими поправками 2010 года / ИМО – Международная морская организация.– Лондон: Международная морская организация, 2013.
3. Калинин И.М. Развитие теории и методов расчета режимов судовых единых электроэнергетических систем. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Специальность 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Санкт-Петербург. – 2014.
4. Дарьенков А.Б. Гребные электрические установки / А.Б. Дарьенков, Г.М. Мирясов, В.Г. Титов, М.Н. Охотников, Д.В. Умяров. – Нижний Новгород, 2014. – 219 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица А.1 – Параметрический ряд дизель-генераторов

№ пп	Марка ДГ	Тип генератора	Номинальная мощность ге- нератора P_n кВт	Частота вра- щения Об/мин
1	ДГР25/1500	МСК-81-4	25	1500
2	ДГР50/1500	МСК-83-4	50	1500
3	ДГР100/1550	МСК-92-4	100	1500
4	ДГР150/1550	МСК102-4	150	1500
5	ДГР200/1550	МСК103-4	200	1500
6	ДГР300/1500	МСК112-4	300	1500
7	ДГР500/1500	МСК-500-1500	500	1500
8	ДГР800/1500	МСК-800-1500	800	1500
9	ДГР1000/1500	МСК-1250-1500	1000	1500
10	ДГР1560/1500	МСК1560-1500	1250	1500
11	ДГР1875/1500	МСК1875-1500	1500	1500
12	ДГР1800/750	МСК-1800-1500	2000	1500
13	ДГР940/1500	МСК 940-1500	750	1500

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Винтовая характеристика ВФШ №2

№	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$M_{CB,B}$	M_0	0,049	0,10	0,16	0,234	0,34	0,441	0,614	0,784	1,0
M_{III}	M_0	0,092	0,176	0,27	0,40	0,555	0,734	0,197	1,26	1,54

ВФШ №4

№	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$M_{CB,B}$	M_0	0,035	0,07	0,135	0,2	0,3	0,435	0,6	0,77	1,0
M_{III}	M_0	0,083	0,155	0,3	0,435	0,6	0,85	0,11	1,3	1,6

ВРШ №1

№	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$M_{CB,B}$	M_0	-	0,0,012	0,025	0,045	0,055	0,1	0,15	0,20	0,25
M_{III}	M_0	-	0,05	0,1	0,175	0,30	0,48	0,75	1,3	1,6

ВРШ №3

№	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$M_{CB,B}$	M_0	0,023	0,028	0,036	0,054	0,068	0,095	0,123	0,154	0,188
M_{III}	M_0	0,00,074	0,151	0,268	0,4	0,554	0,754	0,982	1,25	1,54

Беляева Лариса Львовна

ГРЕБНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

*Методические указания
к выполнению контрольной работы*

В авторской редакции

Изд. № 115/2022. Объем 1,25 п.л. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,23.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»