

**Государственная морская академия  
им. адм. С.О. Макарова**

---

Кафедра «Теплотехника, судовые котлы и вспомогательные установки»

Курсовая работа

На тему: «Расчет гидравлической рулевой машины»  
Вариант:

---

Санкт - Петербург  
2020

## Содержание курсовой работы.

Глава 1 Задание.....	3
Глава 2 Оборудование рулевой машины, гидравлическая схема, требования Регистра.	
2.1 Оборудование плунжерной рулевой машины.....	4
2.2 Требования Регистра.....	7
Глава 3 Определение рабочих параметров, построение характеристик.	
3.1 Расчет, определение размеров руля.....	9
3.2 Расчет гидродинамических сил, момента на баллере руля.....	10
3.3 Расчет рулевого привода, мощности насоса.....	13
3.4 Построение характеристик.....	16
Глава 4 Указание по эксплуатации рулевой машины.....	19
Список используемой литературы.....	21

## Глава 1 Задание.

Исходные данные для расчетов

№ варианта	Дедвейт судна DW, т	Мощность гл. двигателя $N_e$ , кВт	Длина судна L, м	Диаметр гребного винта D, м	Осадка судна T, м	Скорость судна v, уз
	13150	7050	140	5,1	9	17,7

Профиль руля: НЕЖ

Относительное удлинение: 2,5

## Глава 2 Оборудование рулевой машины, гидравлическая схема, требования Регистра.

### 2.1 Оборудование плунжерной рулевой машины.

Основными элементами гидравлической схемы являются: плунжерный привод с цилиндрами Ц1—Ц4, главные насосы 3 регулируемой подачи с приводными электродвигателями 4, следящие гидроусилители (У, 2), блок клапанов 7, вспомогательные насосы постоянной подачи, аварийный насос регулируемой подачи 31, дополнительные баки 23, 34 и резервная цистерна 36, а также различная предохранительная, регулирующая и запорная гидравлическая аппаратура.

Гидравлическими узлами схемы являются: силовой контур (обозначен жирными линиями), состоящий из плунжерного привода, главных насосов 3 и блоков клапанов 6 и 7; контуры управления главными насосами, состоящие из вспомогательных насосов 5, приводимых в действие электродвигателями главных насосов, золотников 1 и цилиндров 2; система подпитки силового контура от насоса 25 и контур аварийного насоса 31.

В основном режиме перекладки руля, например от правого главного насоса, гидравлическая схема работает следующим образом. Сигнал на перекладку руля поступает от электрической системы управления на правый исполнительный механизм ИМ, выходной валик которого механически соединен с золотником 1. При перемещении золотника из нулевого положения, например вправо на некоторое расстояние, рабочая жидкость сливается из правой полости цилиндра гидроусилителя в дополнительный бак 23, а дифференциальный поршень цилиндра 2 под давлением 0,8—1,5 МПа (регулируется редукционным клапаном 24) в левой полости цилиндра перемещается вправо до перекрытия рабочих каналов золотника (т.е. на расстояние хода золотника), задавая эксцентриситет правого главного насоса 3.

Рабочая жидкость силового контура от насоса 3 через клапаны 8, 13 и 15 подается в цилиндры Ц1 и Ц4, руль при этом перекачивается по часовой стрелке. Поворот руля происходит до тех пор, пока - обратные связи Ch и Co (связь Co входит в состав рулевого датчика РД), не возвратят золотник в среднее (нулевое) положение. Это же положение займут вместе с золотником поршень 2 и регулируемый орган насоса 3.

Для возвращения руля в нулевое положение (в диаметрально плоскость) необходим новый электрический сигнал (поворот штурвала) того же значения, но противоположный по знаку. При этом золотник перемещается из нулевого положения влево и рабочая жидкость контура управления поступает в правую полость цилиндра. Дифференциальный поршень при этом перемещается влево, создавая эксцентриситет насоса 3 противоположного знака, а рабочая жидкость поступает от насоса 3 через клапаны 9, 14, 16 в цилиндры Ц3 и Ц2, поворачивая руль против часовой

стрелки. Руль останавливается, когда те же обратные связи вновь возвратят золотник в среднее положение.

Клапаны 17—20 являются байпасными и при нормальной работе ГРМ должны быть закрыты, а клапаны 8 и 9 всегда открыты.

Работа ГРМ с другим (левым) главным насосом осуществляется аналогичным образом. Возможна также одновременная работа обоих главных насосов для увеличения, (примерно в 2 раза) скорости перекладки руля.

При работе одним главным насосом второй во избежание вращения в режиме гидродвигателя отсекают от силового контура гидрозамком или затормаживают храповиком, размещенным на валу соединения с электродвигателем 4. На схеме показан гидрозамок 32 аварийного насоса.

Для компенсации внешних утечек из силового контура имеется система подпитки, состоящая из вспомогательного насоса 25, фильтра 26 и гидравлической магистрали с клапанами: предохранительным 27, редукционным (0,2—0,3 МПа) 28, запорными 29 и обратными 30. Можно также подпитывать силовой контур через обратные клапаны 22 при выходе из строя насоса 25. В других конструкциях ГРМ нередко функции этого насоса передаются вспомогательному насосу 5.

В процессе эксплуатации ЭГРМ возможны различные отклонения от нормального режима работы, поэтому в гидравлической схеме предусматриваются для исключения возможных аварий специальные предохранительные устройства и переключения клапанов.

В случае выхода из строя обеих линий электрической дистанционной системы управления можно пользоваться местным управлением главными насосами с помощью штурвала (рукоятки) ИМ, воздействующего непосредственно на золотник /.

При выходе из строя обоих главных насосов рулевой машиной можно управлять с помощью аварийного агрегата, состоящего из насоса 31 регулируемой подачи, электродвигателя с питанием от аварийной сети, гидрозамка 32, клапанов подпитки 33 и бака 34. Баки 23 и 34 пополняют с помощью ручного насоса 35 из запасной емкости 36.

Четырехплунжерный привод может работать при различных сочетаниях двух цилиндров: ЦЗ и Ц1, Ц2 и Ц4, Ц/ и Ц, ЦЗ и Ц4, а также при действии всех четырех цилиндров. При этом должны быть переключены соответствующим образом (согласно существующим инструкциям) запорные клапаны цилиндров 13 и 16 и байпасные клапаны 17-20.

При плавании во льдах» навалах рулем на препятствие, сильных ударах волн о перо руля возникают значительные пики давления в силовом контуре, которые могут повредить руль и скрутить баллер руля. Для предотвращения такой серьезной аварии предусмотрен сдвоенный предохранительно-перепускной клапан 12, давление подрыва которого настраивают выше номинального (наибольшего эксплуатационного) давления на 25—50 %. При срабатывании этого клапана руль сползает с заданного положения, но обратная связь, расположенная в приборе РД, механически соединенная с баллером руля, задает сигнал в электрическую систему управления и далее

через ИМ и гидроусилитель (7, 2) на главный насос. Для возвращения руля в заданное положение после снятия аварийного внешнего воздействия. Несмотря на наличие клапана 12 во всех современных конструкциях ГРМ, еще случаются серьезные аварии с рулевыми устройствами из-за отказа этого клапана по причине неправильного ухода за ним и очень редкой проверки его нормального срабатывания.

Резкое повышение давления в силовом контуре также опасно для главных насосов поэтому для их защиты в системе предусмотрены сдвоенные предохранительные клапаны 6, у вспомогательных насосов также имеются свои предохранительные клапаны 24 и 27 от перегрузки. При выходе из строя одного из двух вспомогательных насосов предусмотрена их взаимозаменяемость путем открытия клапана 21.

При работе одного насоса возникают перетечки рабочей жидкости через другой насос, которые могут переполнять один из баков 23, поэтому предусмотрено их сообщение специальным трубопроводом.

Для проведения ремонтных и профилактических работ, заполнения гидросистемы рабочей жидкостью или ее удаления из системы предусматриваются различные переключения запорных клапанов, которые специально оговариваются в инструкции по эксплуатации ГРМ.

## 2.2 Требования Регистра.

Суда должны быть снабжены главным и вспомогательным рулевым приводом, если специально не указано иное.

Главный рулевой привод должен обеспечивать перекладку полностью погруженного руля или полностью погруженной поворотной насадки с  $35^{\circ}$  одного борта на  $35^{\circ}$  другого борта при максимальной скорости переднего хода, относящегося к этой осадке. При тех же условиях должна быть обеспечена перекладка руля или поворотной насадки с  $35^{\circ}$  одного борта на  $30^{\circ}$  другого борта за время, не более 28 секунд при параметрах, не превышающих номинальных параметров привода.

Вспомогательный рулевой привод должен обеспечивать перекладку полностью погруженного руля или полностью погруженной поворотной насадки с  $15^{\circ}$  одного борта на  $15^{\circ}$  другого борта не более чем за 60 секунд, при скорости судна на переднем ходу, равной половине его максимальной, относящейся к этой осадке скорости или 7 уз., в зависимости от того, какое из значений больше.

На нефтеналивных, комбинированных судах, на газовозах и химовозах валовой вместимостью 10000 рег. т и более, а также на всех атомных I1 и на остальных судах валовой вместимостью 70000 рег. т и более главный рулевой привод должен включать в себя два или более одинаковых силовых агрегата, удовлетворяющих требованиям 2.9.7. (см. также 6.2.1.8. и 6.2.1.9. части IX «Механизмы»).

Если главный рулевой привод включает в себя два или более силовых агрегата, вспомогательный рулевой привод не обязателен в следующих случаях:

- а) на пассажирских и атомных судах главный привод обеспечивает выполнение требований 2 при бездействующем любом одном из силовых агрегатов;
- б) на грузовых судах главный рулевой привод обеспечивает выполнение требований 2 при всех действующих силовых агрегатах;
- в) главный рулевой привод устроен так, что при единичном повреждении в системе его трубопровода или в одном из силовых агрегатов это повреждение может быть изолировано для поддержания или быстрого восстановления управляемости судна.

Если главный и вспомогательный рулевые приводы находятся в помещении, полностью или частично расположенном ниже самой высокой грузовой ватерлинии, то должен быть предусмотрен аварийный рулевой привод, который необходимо расположить выше палубы переборок. Аварийный рулевой привод должен обеспечивать перекладку полностью погруженного руля или полностью погруженной поворотной насадки с борта на борт при скорости переднего хода не менее 4 уз.

Переход с главного рулевого привода на вспомогательный при аварии должен

выполняться за время не более 2 мин.

Управление главным рулевым приводом должно обеспечиваться с ходового мостика и из румпельного отделения . Предусматриваются две отдельные линии управления , получающие питание непосредственно от ГРЩ , но одна из них может запитываться через АРЩ.

В рулевой рубке и ЦПУ должна быть световая и звуковая сигнализация : об исчезновении напряжения , обрыве фазы и перегрузке в цепи питания , исчезновения напряжения в системе управления и минимальном уровне масла в расходном баке.

Около каждого поста управления , а также в румпельном помещении должны быть указатели положения руля. Ошибка в показаниях не должна быть более:

1<sup>0</sup> – при положении руля в диаметральной плоскости;

1,5<sup>0</sup> – при углах перекладки от 0<sup>0</sup> до 5<sup>0</sup>;

2,5<sup>0</sup> – при углах перекладки от 5<sup>0</sup> до 35<sup>0</sup>.

Рулевое устройство должно иметь систему ограничителей поворота руля, допускающую его перекладку на каждый борт только до угла, который

:

$$(\alpha^0 + 1^0) \leq \beta^0 \leq (\alpha^0 + 1,5^0)$$

где  $\alpha$  – максимальных угол перекладки руля, на который настроена система управления, но не более 35<sup>0</sup>.



## Глава 3 Определение рабочих параметров, построение характеристик.

### 3.1 Расчет, определение размеров руля.

Для расчета принимается простой обтекаемый прямоугольный двухпорный балансирный руль, который по сравнению с рулями других типов позволяет получить наименьшее значение момента на баллере.

	Наименование величины	Обозначение	Единица измерения	Расчетная формула	Числовое значение
1	Длина и осадка судна	L	м	Задана	140
		T	м		9
2	Площадь пера руля	F	м <sup>2</sup>	$(0,013 \div 0,019) \times LT$	20,16
3	Относительное удлинение руля	$\lambda$		Задано	2,5
4	Высота пера руля	h	м	$\sqrt{\lambda F}$	7,1
5	Ширина пера руля	b	м	$\frac{F}{h}$	2,84
6	Коэффициент компенсации	k		(0,25 ÷ 0,35)	0,3
7	Расстояние от передней кромки руля до оси баллера	z	м	k × b	0,85
8	Площадь балансирующей части руля	$F_6$	м <sup>2</sup>	k × F	6,05

### 3.2 Расчет гидродинамических сил, момента на баллере руля.

Наименование величины	Обозначение	Единица измерения	Расчетная формула	Числовое значение
1 Коэффициент попутного потока	$\psi$		$(0,22 \div 0,26)$	0,24
2 Коэффициент влияния корпуса на руль	$K_k$		$(1 - \psi)^2$	0,58
3 Диаметр гребного винта	$D$	м	Задан	5,1
4 Площадь винта, омываемая потоком винта	$F_в$	м <sup>2</sup>	$b \times D$	14,48
5 Скорость судна	$v$ $v_c$	уз м/с	Задана 1856v/3600	17,7 9,13
6 Плотность забортной воды	$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	[1, стр. 193]	1025
7 Осевая скорость винта относительно воды	$v_p$	м/с	$(1 - \psi) \times v_c$	6,94
8 Мощность, затрачиваемая на вращение винта	$N_p$	кВт	$0,98 \times N_c$	6909
9 Упор винта	$P$	кН	$(N_p \eta_p / v_p) \times 10^3$ $\eta_p = 0,6 \div 0,7$	597,7
10 Коэффициент нагрузки винта по упору	$\sigma_p$		$\frac{8P}{\pi \rho v_p^2 D^2}$	1,19



22	Коэффициент нормальной силы на заднем ходу	$C_{н з.х.}$		$(0,7 \div 0,8) C_n$	0	0,19	0,4	0,62	0,79	0,83	0,79
23	Отстояние центра давления от задней кромки руля на заднем ходу	$S_{з.х.}$	м	$(0,3 \div 0,35)b$				0,85			
24	Гидродинамический момент на заднем ходу судна	$M_{а з.х.}$	кН×м	$C_{н з.х.} \times \frac{\rho v_{з.х.}^2}{2} \times F [b - (S_{з.х.} + z)] \times 10^{-3}$ $v_{з.х.} = (0,2 \div 0,3)v_c$	0	7,4	15,6	24,33	30,91	32,54	31,03
25	Гидродинамический момент для расчета	$M_p$	кН×м	Принимается равным $M_a$ (вся строка), если $M_{a_{MAX}} > M_{a з.х. MAX}$ , или $M_{a з.х.}$ (вся строка), если $M_{a з.х.} > M_{a_{MAX}}$	0	-46,22	-76,56	-75,97	-41,35	188,68	83,04
26	Крутящий момент на баллере с учетом дополнительных внешних нагрузок	$M_{кр}$	кН×м	$(1,1 \div 1,2) M_b$	0	-62,19	-103,01	-102,22	-55,64	253,87	111,74
27	Момент на баллере руля с учетом трения в боковых опорах баллере и пяте руля	$M_b$	кН×м	$(1,15 \div 1,2) M_p$	0	-54,08	-89,57	-88,89	-48,38	220,76	97,16

### 3.3 Расчет рулевого привода, мощности насоса.

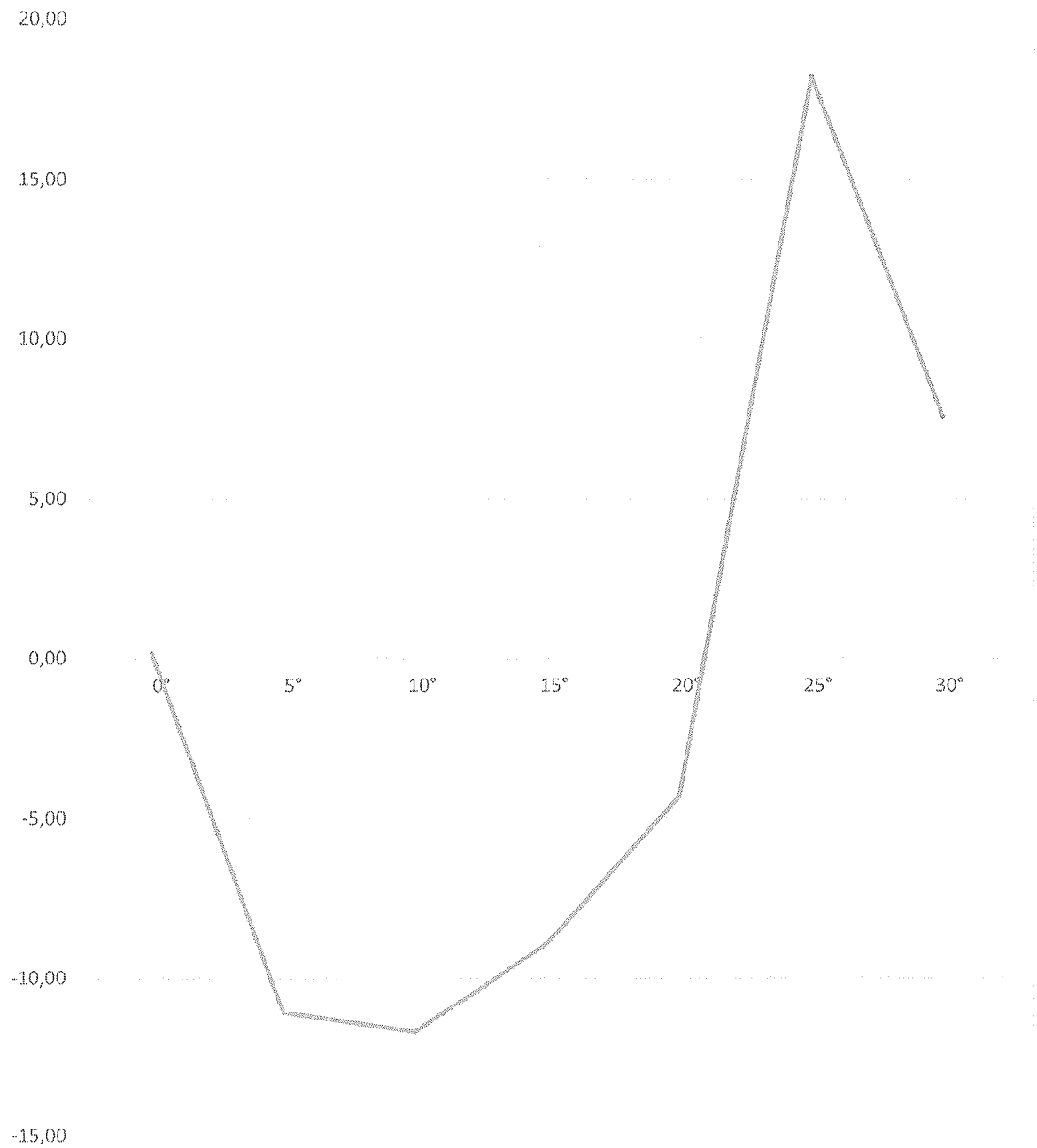
Наименование величины	Обозначение	Единица измерения	Расчетная формула	Числовое значение
1 Диаметр баллера	$d_6$	м	$\frac{1}{10} \times \sqrt[3]{\frac{8,4M_{kp}}{\sigma_{дон}}}, \sigma_{дон} = (92 \div 95)$	0,285
2 Начальный радиус румпеля	$R_o$	м	$(1 \div 1,5) \times d_6$	0,356
3 Давление масла в цилиндре привода	$P_i$	МПа	$(10 \div 20)$	20
4 Число пар цилиндров привода	$K_{ц}$		1-при МКР<100 кН*м 2-при МКР>100 кН*м	2
5 КПД привода	$\eta_{н.н}$		[4, рис. 6.6]	0,28 0,54 0,67 0,75 0,77 0,78 0,77
6 Диаметр плунжера	$D_n$	м	$\frac{1}{10} \sqrt{\frac{0,4M_{kp} \times \cos^2 \alpha}{\pi \times k_{ц} \times P_i \times R_o \times \eta_{н.н}}}$	0,17
7 Ход плунжера при переладки руля с борта на борт	$s_1$	м	$R_o \text{tg}35 + R_o \text{tg}30 \approx 1.277R_o$	0,413
8 Объем масла, подаваемый в цилиндры рулевого привода при переладке руля с борта на борт	$V$	м <sup>3</sup>	$k_{ц} \times \frac{\pi D_n^2}{4} \times s_1$	0,019
9 Время переладки руля с борта на борт	$t$	с		Не более 28

10	Подача насоса	q	м <sup>3</sup> /с	$(1,1 \div 1,2) \times \frac{V}{t}$	0,00077						
11	Радиус румпеля при значении угла поворота угла	$R_\alpha$	м	$\frac{R_o}{\cos \alpha}$	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41
12	Нормальная сила давления на цапфу румпеля	Q	кН	$\frac{M_{sp}}{k_q \times R_\alpha}$	0	-86,89	-142,34	-138,5	-73,37	322,68	135,75
13	Сила давления на цапфу вдоль оси плунжера	$Q^1$	кН	$Q \times \cos \alpha$	0	-86,55	-140,2	-133,8	-68,97	292,35	117,56
14	Сила давления масла на плунжер	$P_1$	кН	$\frac{Q^1}{\eta_{n,n}}$	0	-160,27	-209,3	-178,4	-89,57	374,8	152,67
15	Давление масла в цилиндре при значениях угла поворота руля	$P_i$	МПа	$\left( \frac{4P_1}{\pi D_n^2} \right) 10^{-3}$	0	-6,74	-8,8	-7,51	-3,77	15,77	6,42
16	Давление масла в цилиндре с учетом подпитки	$P_{i,под}$	МПа	$P_i + (0,2 \div 0,3), (0,2 \div 0,3) = P_{под}$	0,25	-6,49	-8,55	-7,26	-3,52	16,02	6,67

17	Давление нагнетания насоса с учетом сопротивления напорного трубопровода	$P_n$	МПа	$P_i + P_{\text{под}} + \Delta P_{\text{тр.н.}}$ $\Delta P_{\text{тр.н.}} = (0,02 \div 0,03)$	0,28	-6,47	-8,53	-7,23	-3,49	16,05	6,7
18	Давление всасывания насоса с учетом давления подпитки и сопротивления сливного (всасывающего) насоса	$P_6$	МПа	$P_{\text{под}} - \Delta P_{\text{тр.с.}}$ $\Delta P_{\text{тр.с.}} = (0,02 \div 0,03)$	0,25						
19	Давление насоса	$P$	МПа	$P_n - P_6$	0,05	-6,7	-8,76	-7,46	-3,72	15,82	6,47
20	Мощность насоса	$N_n$	кВт	$\frac{qP}{\eta_n} \times 10^3$	0,12	-9,58	-10,09	-7,68	-3,73	15,65	6,49
21	КПД насоса	$\eta_n$		[1, рис. 156]	0,57	0,58	0,62	0,65	0,67	0,62	0,58
22	Мощность электродвигателя	$N_3$	кВт	$\frac{N_n}{\eta_3}$ $\eta_3 = (0,86 \div 0,87)$	0,14	-11,14	-11,74	-8,93	-4,34	18,2	7,54

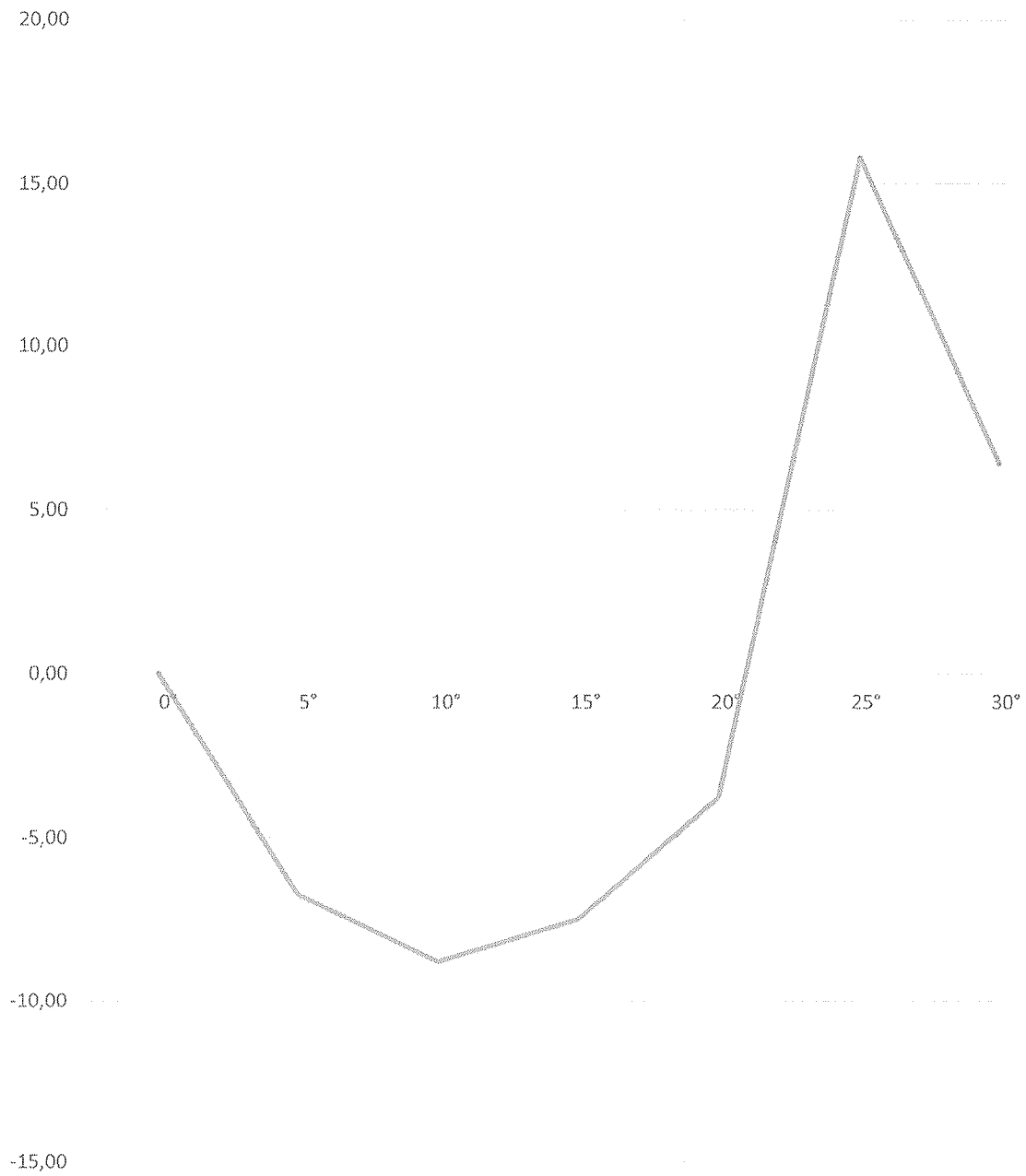
### 3.4 Построение характеристик

Зависимость мощности насоса от угла поворота руля.

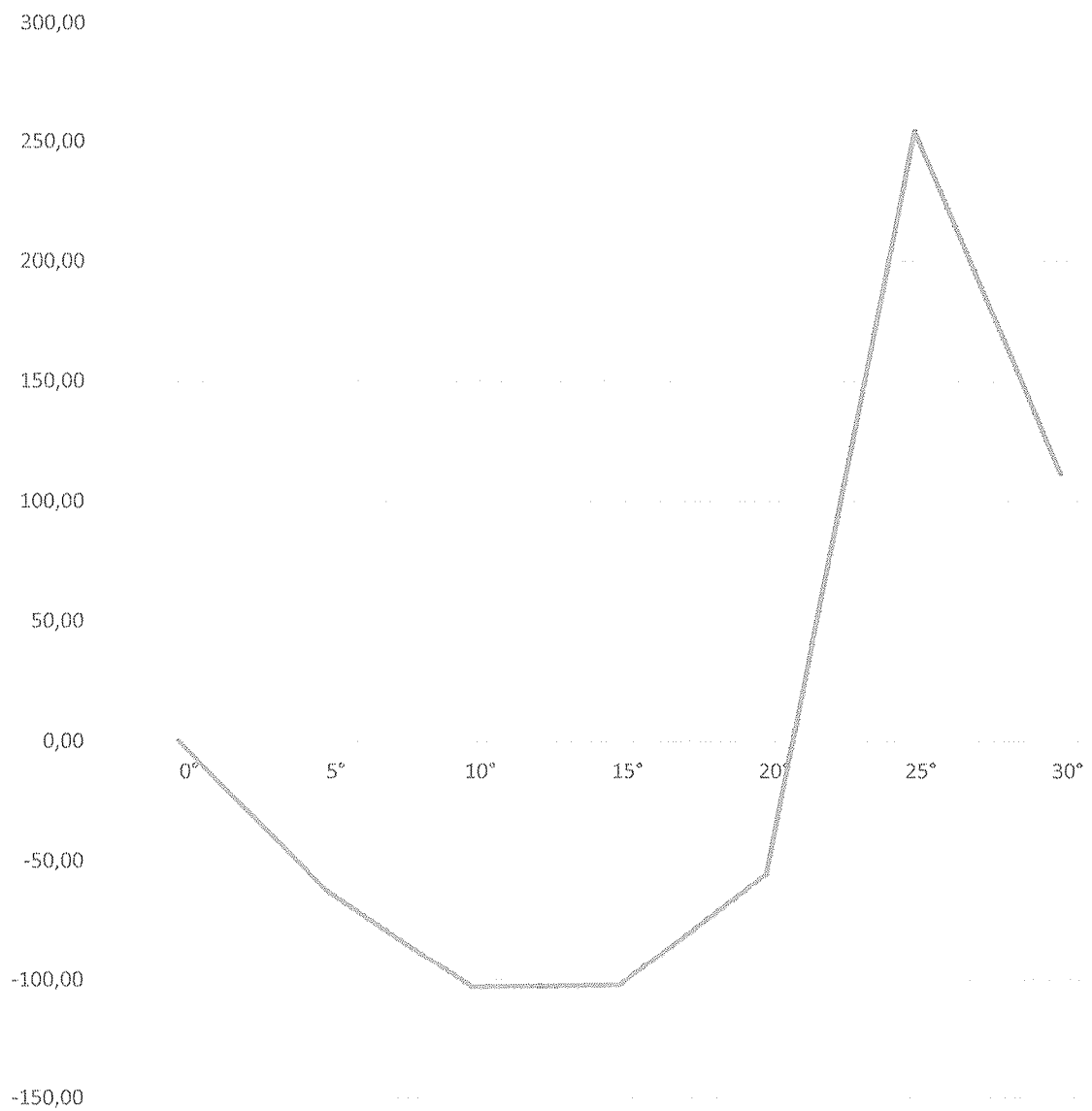




# Зависимость давления масла в цилиндре от угла поворота руля.



## Зависимость крутящего момента на баллере от угла поворота руля.



## **Глава 4 Указание по эксплуатации рулевой машины.**

В течении 12 часов до выхода судна из порта рулевая машина должна быть подготовлена к действию, проверена в работе и испытана в соответствии с требованиями СОЛАС. При этом следует руководствоваться фирменными инструкциями по эксплуатации и действующими руководящими техническими материалами. Проверку и испытание выполняют лица командного состава, занятые эксплуатацией и обслуживанием ГРМ. При подготовке к действию, проверках и испытаниях рулевых машин следует обращать особое внимание на следующее: лёгкость перемещения золотников и отсутствие их заеданий, перекосов и больших люфтов в соединениях; с управляющими валиками; состояние поверхности золотников и их уплотнений; лёгкость проворачивания вручную валов насосов регулируемой подачи при их нулевом эксцентриситете; срабатывания стопорных храповиков или гидрозамков; уровня рабочей жидкости в расширительных баках, положение запорных клапанов. Не должно быть нехарактерных шумов и стуков, наружных утечек рабочей жидкости; скачков и задержек руля при его перекладке, а также автоколебаний управляющих валиков приборов ИМ, золотников гидроусилителей, скользящих блоков радиально-поршневых насосов и руля.

Рулевые машины должны быть хорошо отрегулированы. Показателями качества регулирования являются: наибольшая точность установки руля в заданном положении, определяемая разностью заданного и фактического углов перекладки (достаточная точность  $\pm 0,5^{\circ}$  при углах перекладки руля  $\pm 10^{\circ}$ ); минимального рассогласования нулевых положений насосов (не более  $0,5^{\circ}$  изменение положения руля при переключении насосов); ограниченный ( не более 10% номинального) люфт на управляющем органе главного насоса; небольшая общая зона нечувствительности системы управления; минимальная скорость сползания руля в режиме «Простой»; отсутствие автоколебаний.

Во время хода судна вахтенный механик, принимая вахту, обязан осмотреть румпельное отделение и рулевую машину, а вахтенный моторист должен осматривать их два раза за вахту. При этом следует обращать внимание на следующее: наличие смазочного масла на трущихся деталях, в прессмаслёнках и смотровых стёклах редукторов; состояние регулирующих и стопорных устройств; соответствие показателей положения руля; температуру (должна быть не ниже  $5^{\circ}\text{C}$  зимой) и относительную влажность румпельного помещения (не более 85%).

Особое внимание следует обращать на уровне рабочей жидкости в расширительных баках, показания манометров гидравлических контуров; плавность перекладок руля; не должно быть перегрева рабочей жидкости и наружных утечек; характерных шумов и стуков в насосах и механических соединениях рулевого привода, а также автоколебаний деталей и узлов ГРМ.

При обнаружении существенных отклонений от спецификационных параметров и показателей работы рулевой машины вахтенный механик обязан постоянно наблюдать за её работой, доложить об этом старшему механику и сделать соответствующую запись в журнале.

В течении вахты механик должен периодически контролировать исправность действия рулевой машины по показаниям имеющихся на пульте управления приборов и систематизаторов.

Перед подходом к районам, плавание в которых требует особой осторожности, должна быть проверена исправность действия дистанционного управления рулевой машины на ручных режимах работы. В этих районах должны быть приведены в действие оба насоса, если они могут надёжно работать одновременно.

В случае отказа одного из насосов переход на другой выполняет вахтенный помощник капитана на имеющихся постах управления, а вахтенный механик при этом обязан принять меры по выяснению и устранению причин отказов, доложив о случившемся старшему механику.

Переходы с работы одного насоса на другой в обычных условиях должны выполняться после предупреждения об этом вахтенного механика, который обязан контролировать при этом исправность действия по показаниям имеющимся на пульте управления приборов и сигнализаторов.

В случае отказа всех систем дистанционного управления осуществляется переход на управление «Местный».

После окончания швартовых операций и снятия готовности, рулевую машину надо остановить и осмотреть, обратив особое внимание на отсутствие перегрева и утечек рабочей жидкости, нормальный её уровень в расходных баках и нейтральное положение управляющих органов системы управления и насосов. Перо руля должно быть установлено в диаметральной плоскости.

При эксплуатации ГРМ, которой присуще «сползание руля», в режиме управления «Простой», следует установить на посту управления режим «Следящий».

**ВЫВОД:** В ходе курсового проекта была рассчитана четырехплунжерная гидравлическая рулевая машина для судна дедвейтом ( $D_w$ ) 13150 т., мощностью главного двигателя ( $N_e$ ) 7050 кВт, длиной ( $L$ ) 140 м., осадкой ( $T$ ) 9 м., диаметром гребного винта ( $D$ ) 5,1 м. и скоростью ( $V$ ) 17,7 узлов. Данная ГРМ имеет 2 пары цилиндров привода, давление масла 20 (Р) МПа, давление насоса ( $P_n$ ) 15,82 МПа, мощность насоса ( $N_e$ ) 15,65 кВт (при  $\eta = 0,62$ ), а также мощность электродвигателя ( $N_e$ ) 18,2 кВт (при  $\eta = 0,62$ ), время перекладки руля ( $t$ ) не более 28с.. ГРМ соответствует требованиям РМРС.

## Список используемой литературы:

1. Завиша В.В., Декин Б.Г.  
«Судовые вспомогательные механизмы и системы»  
Москва, Транспорт, 1984
2. «Правила классификации и постройки морских судов»  
Ленинград, Транспорт, 2013
3. «Правила технической эксплуатации судовых технических средств»  
Москва, Мортехинформреклама, 1997
4. Харин В.М., Декин Б.Г., Занько О.Н., Писклов В.Т.  
«Судовые вспомогательные механизмы и системы»  
Москва, Транспорт, 1992