

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ДАУ "KaMeWa" СУДОВ
ТИПА "SOCOL"

Многоцелевые суда типа "Socol" построены в Японии в начале 90-х годов. Имеют дедвейт около 9600 т, длину 113 м и класс автоматизации А1. Главный двигатель (ГД) 6LF58 японской фирмы "The Hanshin Diesel Works, Ltd" четырёхтактный, шестицилиндровый, с мощностью 6000 л.с. и номинальной частотой вращения 180 мин^{-1} . Винт регулируемого шага (ВРШ) типа 121XF/4 шведской фирмы АВ Karlstad Mekaniska Werkstadt (KaMeWa) четырёхлопастной диаметром 4,0 м и дисковым отношением 0,535 (максимальное механическое шаговое отношение "вперёд" 0,95), Система дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) ГД и ВРШ фирмы "KaMeWa" является электронной.

В целом суда типа "Socol" зарекомендовали себя как имеющие надёжную энергетическую установку и экономичные в эксплуатации. По большинству механизмов и судовых устройств регламентное техническое обслуживание выполняется с использованием максимально-допускаемых периодов. В то же время на судах отсутствуют рекомендации по заданию с помощью системы ДАУ "KaMeWa" эксплуатационных режимов ГД и ВРШ. По этой причине энергетическая установка не во всех случаях эксплуатируется в оптимальном режиме.

В работах [1 – 5] рассмотрены конструкции систем ДАУ "KaMeWa" более ранних модификаций. Эти работы могут быть взяты за основу и для анализа системы ДАУ судов типа "Socol", но при условии учёта её особенностей (в частности, использования других исполнительных органов, модернизации некоторых плат системы, наличия у ГД зоны критической частоты вращения). В связи с этим представляется актуальным проанализировать особенности конструкции системы ДАУ на судах типа "Socol".

Система управления включает: пульты мостика (рис. 1) и машинного отделения (МО) (рис. 2); центральный блок с печатными платами **N**, **RRT**, **D2**, **S**, **M**, **E2**, **B**, **FS3**, **FV8**, **V4** и потенциометрами регулирования быстродействия ограничителя нагрузки (платы **M**) и настройки печатных плат (рис. 3); блок резервного управления (рис. 4); датчики хода вспомогательного сервомотора (рис. 5), хода рейки топливных насосов (рис. 6) и частоты вращения вала двигателя; клапан управления подачей масла в маслораспределительную коробку (рис. 7); элементы управления винтовыми насосами гидравлической системы ВРШ.

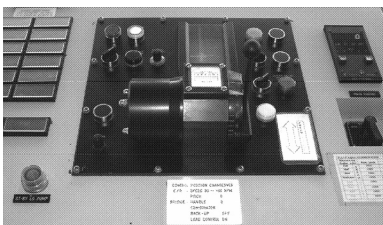


Рис. 1. Пульта мостика

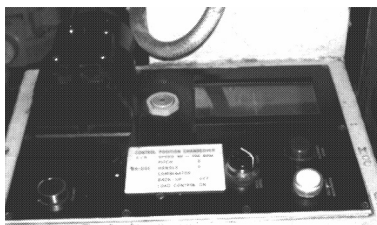


Рис. 2. Пульта МО

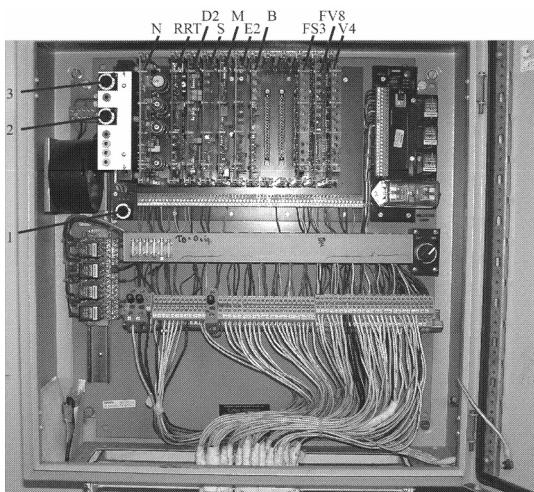


Рис. 3. Центральный блок с потенциометрами: 1 – регулирования быстродействия платы М; 2 и 3 – настройки печатных плат

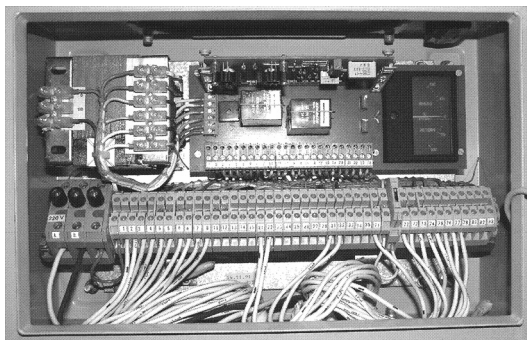


Рис. 4. Блок резервного управления

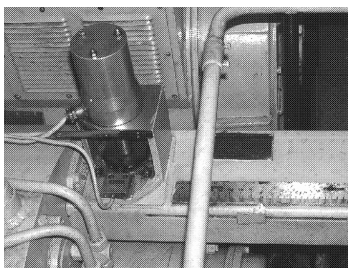


Рис. 5. Датчик хода вспомогательного сервомотора

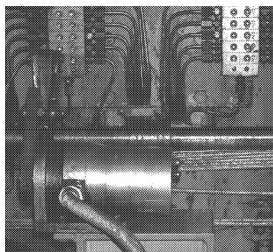


Рис. 6. Датчик ход рейки топливных насосов

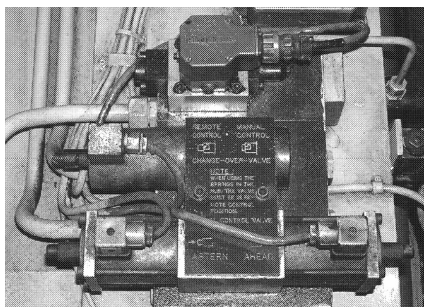


Рис. 7. Клапан управления подачей масла REXROTH и элементы ручного управления

Система управления предусматривает следующие режимы работы:

А – связанное (комбинаторное) управление частотой вращения ГД и разворотом лопастей ВРШ рукояткой мостика при автоматическом ограничении шага винта ограничителем нагрузки. Этот режим считается основным;

В – управление разворотом лопастей ВРШ рукояткой мостика при фиксированном на номинальном (или близком к нему) значении частоты вращения ГД. Этот режим рекомендуется использовать при отказе канала формирования сигнала задания на регулятор частоты вращения (РЧВ) и при движении судна во льдах;

С – режим **А**, но при отключённом ограничителе нагрузки. Для этого режима на мостике предусмотрены лампа сигнализации о перегрузке ГД и потенциометр подстройки шага винта, который позволяет изменить соотношение между частотой вращения ГД и шагом винта, установленное комбинаторной программой. Режим используется при отказе ограничителя нагрузки и когда необходимо отключить ограничение в экстремаль-

ной навигационной ситуации;

D – режим **B**, но при отключённом ограничителе нагрузки. Используется при сочетании случаев режимов **B** и **C**;

E – резервное управление разворотом лопастей ВРШ с помощью кнопок "вперёд" и "назад" на пульте мостика и фиксированной частоте вращения ГД (как указано для режима **B**). Резервное управление обеспечивается непосредственным воздействием на клапан управления подачей масла в маслораспределительную коробку и применяется при отказе канала формирования сигнала задания шага винта;

F – режим **E**, но при задании частоты вращения ГД рукояткой управления мостика. Используется, если требуется работа ГД на частичном скоростном режиме;

G – раздельное управление частотой вращения ГД и разворотом лопастей ВРШ из МО при включённом ограничителе нагрузки (ограничитель функционирует только при работающем ГД);

H – режим **G**, но с выключенным ограничителем нагрузки.

Для выбора указанных режимов переключатели в МО и на мостике должны быть установлены в положения, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Положение переключателей в системе управления

Режим работы системы	Переключатель "МО-Мостик" в МО	Переключатели на мостике		
		"Регулятор нагрузки ГД"	"Постоянные обороты"	"Аварийное управление"
"А"	Мостик	вкл.	выкл.	выкл.
"В"	Мостик	вкл.	вкл.	выкл.
"С"	Мостик	выкл.	выкл.	выкл.
"D"	Мостик	выкл.	вкл.	выкл.
"E"	Мостик	любое	вкл.	вкл.
"F"	Мостик	любое	выкл.	вкл.
"G"	МО	вкл.	любое	любое
"H"	МО	выкл.	любое	любое

На рис. 8 представлена функциональная схема системы ДАУ судна "Sofrana Kermadec" (без блока резервного управления, элементов управления винтовыми насосами гидравлической системы ВРШ и платы питания **N**) с использованием фирменных обозначений контактов печатных плат, а также – клемм панелей датчиков и колодок **E**, **M**. Эта схема специально составлена для анализа взаимодействия и настройки печатных плат системы.

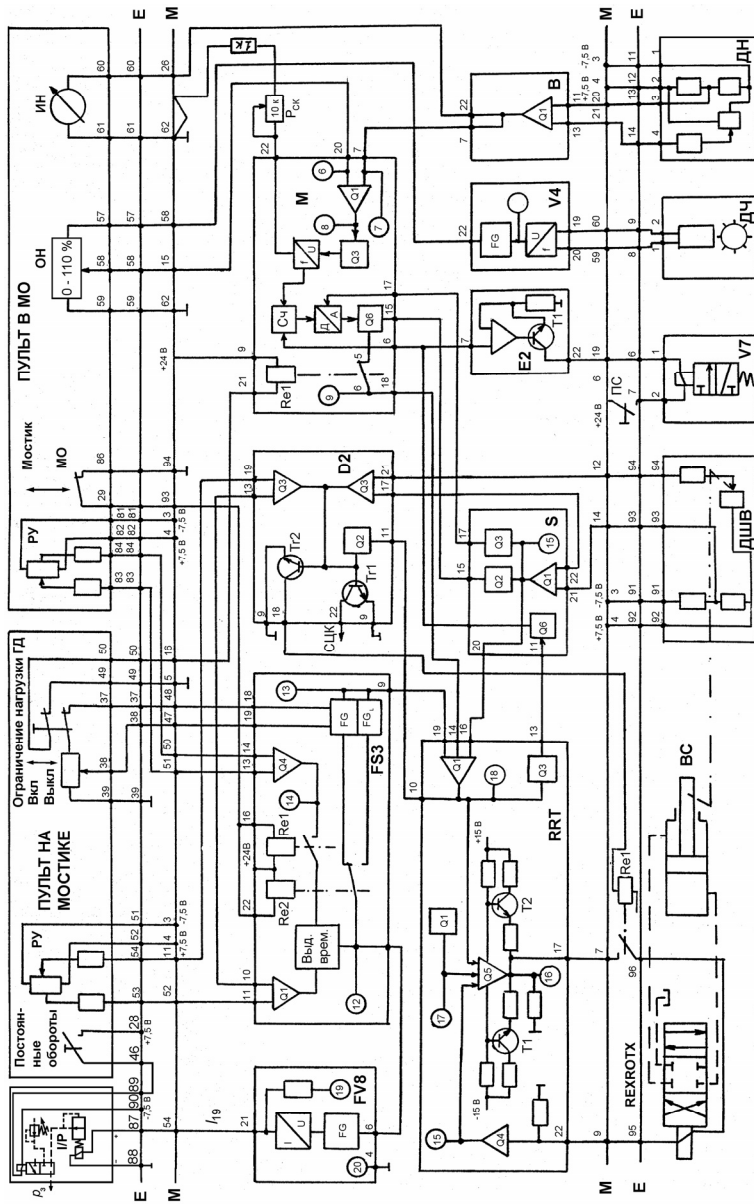


Рис. 8. Функциональная схема системы ДАУ судна "Sofrana Kermades"

Плата питания **N** генерирует стабилизированные напряжения $-7,5$ и $+7,5$ В для питания функциональных плат системы, электрогидравлического клапана REXROTH и мостовых схем потенциометрических датчиков. Она также генерирует напряжение $+24$ В для соленоидного клапана **V7** и реле в центральном блоке.

Работает система управления следующим образом.

Рукоятка управления **PY** мостика имеет шкалу с условными единицами хода от -10 до $+10$ и связана с потенциометром, включённым в мостовую схему. При её перемещении от нулевого деления напряжение на клеммах **53**, **54** колодки **E** изменяется пропорционально её ходу. Это напряжение подаётся на усилитель **Q1** платы **FS3** (через плату **D2**), имеющий регулируемый коэффициент усиления. Выходное напряжение усилителя **Q1** является сигналом задания соотношения частоты вращения ГД и разворота лопастей ВРШ. Оно через элемент выдержки времени подаётся на два функциональных преобразователя **FG**, один из которых расположен на плате **FS3**, а другой – на плате **FV8**. Входное напряжение преобразователей может быть измерено в контрольной точке **12**.

Функциональный преобразователь **FG** платы **FS3** вырабатывает сигнал задания шага винта, который может быть измерен в контрольной точке **13**. Рекомендуемая зависимость напряжения U_{13} в контрольной точке **13** от напряжения U_{12} в контрольной точке **12** представлена линией **1** на рис. 9. На рисунке также приведены оси соответствия напряжения U_{13} шаговому отношению винта H/D и положению H_k вспомогательного сервомотора **BC** маслораспределительной коробки.

Линия **1** имеет характерные точки, приведенные в табл. 2.

Функциональный преобразователь **FG** платы **FV8** вырабатывает сигнал задания частоты вращения ГД в виде тока в выходной цепи. Этот ток I_{19} может быть измерен миллиамперметром между проводником, отсоединённым от клеммы **87** колодки **E**, и контрольной точкой **19**. Его зависимость от напряжения U_{12} представлена линией **2** на рис. 9. Совокупность зависимостей **1** и **2** получила название комбинаторной диаграммы.

Ток I_{19} подаётся в электропневматический преобразователь **I/P**, который вырабатывает пневматический сигнал задания p_3 на регулятор частоты вращения ГД. На рис. 9 приведены оси, показывающие соответствие тока I_{19} сигналу задания p_3 и частоте вращения ГД $n_{ГД}$.

Для обеспечения режима работы ГД с фиксированной частотой вращения переключатель "Постоянные обороты" на пульте мостика (см. рис. 8) устанавливается в положение "Вкл." При этом электромагнитный клапан отключает преобразователь **I/P** и подключает пневматический канал задания регулятора частоты вращения к регулируемому редукционному клапану, который должен быть настроен на выходное давление 576 кПа, соответствующее номинальной частоте вращения ГД.

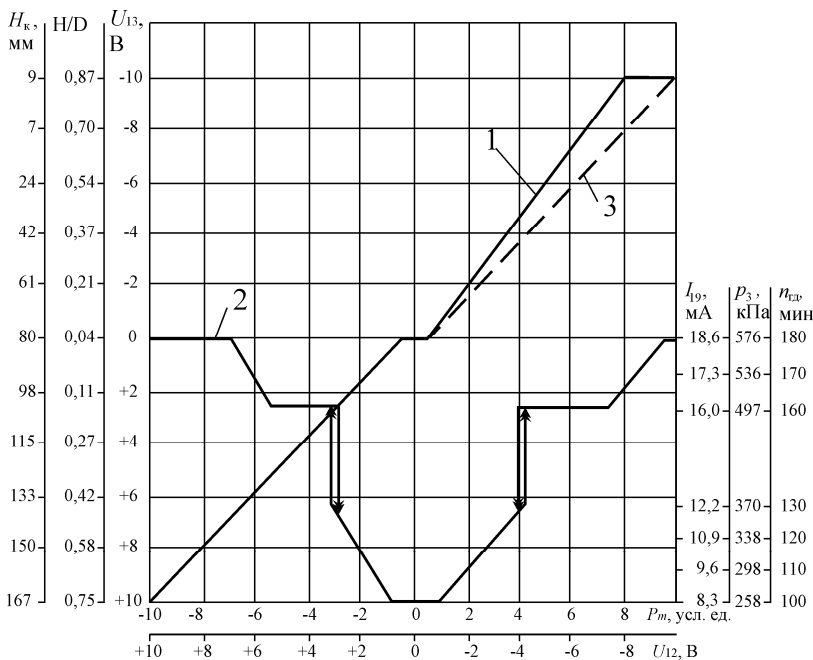


Рис. 9. Комбинаторная диаграмма системы ДАУ судна "Sofrana Kermadec"

Таблица 2

Настройка функционального преобразователя FG платы **FS3**

Шаг винта	H/D	H_k , мм
Максимальный вперёд, допускаемый системой	0,87	+9
Соответствующий номинальной нагрузке ГД	0,78	0
Максимальный вперёд на манёврах	0,60	-17
Нулевого упора	0,037	-80
Максимальный назад на манёврах	-0,53	-145
Максимальный назад, допускаемый системой	-0,75	-167

При отключении ограничителя нагрузки переключателем "Ограничение нагрузки ГД" потенциометр подстройки шага винта (на пульте мостика) подключается к функциональному преобразователю FG платы **FS3** и с его помощью можно изменить шаг винта, заданный комбинаторной диаграммой.

При установке переключателя "Мостик – МО" в положение "МО" на плате **FS3** срабатывают два реле: Re1 и Re2. Первое подключает усили-

тель Q4, на который поступает сигнал от рукоятки управления РУ на пульте МО (рукоятка связана с потенциометром, электрическая схема включения которого идентична схеме на пульте мостика). Второе реле отключает функциональный преобразователь FG и подключает функциональный преобразователь FG_L , обеспечивающий линейную зависимость напряжения U_{13} от напряжения U_{12} . Эта зависимость представлена на рис. 9 линией 3, которая совпадает с 1 при $U_{12} > 0$.

Сигнал задания шага винта с платы FS3 подаётся на вход усилителя Q1 платы **RRT**. На этот усилитель также подаются сигналы фактического значения шага (контакт 16) и от ограничителя нагрузки (контакт 14). Сигналы фактического значения шага и от ограничителя нагрузки имеют противоположную полярность по отношению к сигналу задания шага винта. Все три сигнала алгебраически суммируются и результирующий сигнал в контрольной точке 18

$$U_{18} = -0,47(U_{19} + U_{16} + 0,556U_{14}),$$

где индексы напряжений соответствуют номерам контактов платы **RRT**.

Сигнал U_{18} усиливается усилителем мощности Q5 с помощью транзисторов T1 и T2. К этому усилителю подключена обмотка соленоидного электрогидравлического клапана REXROTH, который подаёт масло в полости вспомогательного сервомотора BC. Клапан имеет пропорциональную зависимость расхода масла от тока в обмотке возбуждения и является реверсивным. Полностью открывается клапан при токе 60 мА. Этой величине тока соответствует напряжение $U_{18} = 0,24$ В. Усилитель Q5 имеет обратную связь, сигнал которой может быть измерен в контрольной точке 15. Контрольная точка 16 позволяет контролировать наличие сигнала на перемещение клапана REXROTH.

Для повышения чувствительности элементов отработки шага винта на плате **RRT** предусмотрен генератор прямоугольных импульсов Q1' с частотой 90 Гц переменной полярности. Эти импульсы суммируются с сигналом U_{18} и обеспечивают работу клапана REXROTH в автоколебательном режиме. Контрольная точка 17 предназначена для измерения импульсов генератора Q1'.

Со вспомогательным сервомотором жестко связан датчик шага винта ДШВ (см. также рис. 5), представляющий собой потенциометр, включённый в мостовую схему. Напряжение с датчика шага подаётся на плату **S**, где усиливается усилителем Q1, имеющим регулируемый коэффициент усиления как для положительного, так и для отрицательного сигналов. Выходной сигнал усилителя подаётся на плату **RRT** и может быть измерен в контрольной точке 15.

Ограничитель нагрузки состоит из датчика нагрузки ДН, датчика час-

тоты вращения ГД, обозначенного ДЧ, плат **В**, **V5** и **М**. Датчик нагрузки представляет собой потенциометр, включённый в мостовую схему и жёстко связанный с рейкой топливных насосов ГД (см. также рис. 6). Его выходное напряжение усиливается на плате **В** усилителем Q1, имеющим регулируемый коэффициент усиления. Датчик частоты вращения ГД представляет собой индукционный преобразователь, в котором возникают импульсы тока с частотой, пропорциональной частоте вращения вала. Эта частота преобразуется на плате **V4** в пропорциональное напряжение, которое может быть измерено в контрольной точке 5. Преобразователь f/U имеет регулируемый коэффициент усиления, что позволяет согласовывать величины входного и выходного сигналов.

Плата **V4** содержит функциональный преобразователь FG, который для каждого значения частоты вращения вала вырабатывает сигнал допустимой нагрузки ГД. Этот сигнал подаётся на контакт 20 платы **М** через регулируемый делитель напряжения (потенциометр ограничения нагрузки на пульте МО), имеющий шкалу 0 – 110 %. На рис. 10 сплошная линия показывает зависимость напряжения U_6 в контрольной точке 6 от входного напряжения преобразователя FG U_5 в контрольной точке 5 при установке потенциометра ограничения нагрузки в положение 100 % (на рисунке показаны координаты всех точек перегиба кривой). На рисунке также приведены оси, показывающие соответствие напряжения U_6 относительному ходу рейки топливных насосов h_p (относительной нагрузке ГД) и напряжения U_5 – относительной частоте вращения дизеля n . При перемещении потенциометра ограничения нагрузки происходит не параллельное, а пропорциональное смещение кривой программной зависимости вверх-вниз. Для пояснения такого смещения пунктирной линией показан вид кривой ограничения нагрузки при установке потенциометра в положение 60 %. Смещение кривой позволяет оператору изменить допускаемый уровень напряжения ГД.

На контакт 7 платы **М** подаётся сигнал фактической нагрузки ГД. Он может быть измерен в контрольной точке 7. Напряжение U_7 в контрольной точке 7 имеет противоположную полярность по отношению к напряжению U_6 . Усилитель Q1 алгебраически суммирует входные напряжения U_6 и U_7 . Если разбаланс напряжений (измеряется в контрольной точке 8) превосходит 0,20 ... 0,25 В, срабатывает компаратор Q3 и разбаланс напряжений преобразуется в частоту импульсов. Зависимость длительности импульсов от разбаланса напряжений близка к экспоненциальной. Длительность импульсов может быть изменена потенциометром $R_{ск}$, который изменяет время интегрирования разбаланса входных напряжений. Это и есть настроечный орган быстрого действия ограничителя нагрузки (расположен локально в центральном блоке; см. рис. 3).

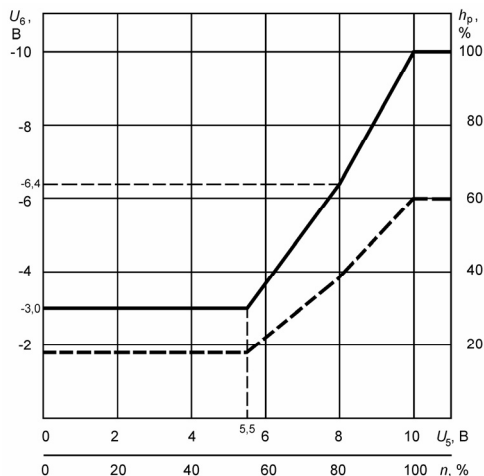


Рис. 10. Программная зависимость ограничения нагрузки ГД при положениях потенциометра ограничения нагрузки:
 ———— – 100 %; - - - - - – 60 %

Импульсы подаются на вход реверсивного счётчика Сч, цифровой код которого преобразуется цифроаналоговым преобразователем D/A в эквивалентное аналоговое напряжение. Число состояний выходного сигнала преобразователя D/A равно 61, то есть его выходной сигнал изменяется в диапазоне от 0 до 10 В с шагом дискретности 0,167 В. Изменение выходного сигнала на 0,167 В происходит по истечении четырёх импульсов.

Плата **М** выдаёт корректирующий сигнал только в направлении уменьшения шага винта. Если фактическая нагрузка входит в допускаемые пределы, корректирующий сигнал уменьшается до нуля (скорости увеличения и уменьшения сигнала одинаковы). При недогрузке ГД корректирующий сигнал на увеличение шага винта не формируется.

Поскольку корректирующий сигнал на выходе преобразователя D/A всегда отрицательный, а при движении судна на переднем и заднем ходу направления корректировки шага винта для ограничения нагрузки ГД должны быть противоположными, на плате **М** установлен инвертор Q6, который инвертирует сигнал только на переднем ходу судна. Управляющий сигнал на инвертор поступает от контакта 15 платы **S**. Он формируется компаратором Q2 и является отрицательным (уровня логической единицы) на переднем ходу судна и равным нулю – на заднем ходу.

На преобразователь D/A платы **М** поступает сигнал U_{17} с контакта 17 платы **S**. Он формируется элементом Q3 в зависимости от сигнала фактического шага винта U_{15} в контрольной точке 15. Зависимость напряжения U_{17} от напряжения U_{15} показана на рис. 11. Относительное значение сиг-

нала U_{17} умножается на величину выходного сигнала счётчика Сч. Благодаря этому уменьшается влияние ограничителя нагрузки на шаг винта при малых величинах шага, то есть когда судно движется с малыми скоростями и в моменты времени перекладки винта через нулевое положение.

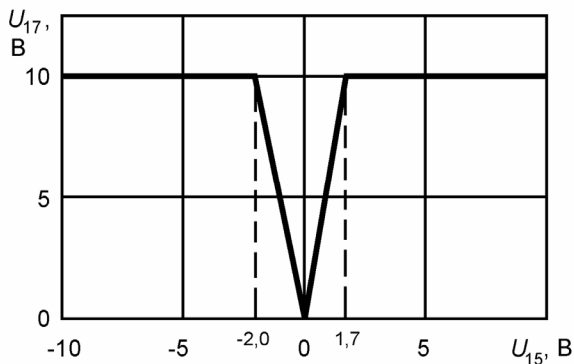


Рис. 11. Функциональные характеристики элемента Q3 (плата S), отключающего ограничитель нагрузки

Плата **М** снабжена системой отключения выдержки времени формирования корректирующего сигнала. Эта система мгновенно устанавливает на выходе счётчика логические нули (на преобразователь D/A подаётся инвертируемый сигнал – максимальный цифровой код) при одновременном выполнении двух условий: если сигнал рассогласования заданного и фактического шага винта U_{18} платы **RRT** по абсолютной величине больше значения, соответствующего 30 % максимального шага (больше 1,5 В) и если нагрузка ГД превышает допускаемое значение ($U_7 > U_6$). О выполнении первого условия сигнализирует компаратор Q3 платы **RRT**, связанный со счётчиком платы **М** через элемент Q6 платы **S**. Благодаря этому уменьшается (но незначительно) продолжительность перегрузки ГД в случае быстрого нагружения.

При установке на мостике переключателя "Ограничение нагрузки ГД" в положение "Выкл" электромагнитное реле Re1 на плате **М** размыкает контакты 5 и 6, из-за чего корректирующий сигнал ограничителя на контакте 14 платы **RRT** становится равным нулю. Система устанавливает шаг винта, соответствующий положению рукоятки управления.

Гидравлическая система ВРШ содержит два винтовых насоса, которые подают масло из бака в маслораспределительную коробку. Нормально должны работать оба насоса, причём один из них без нагрузки. Работа насоса без нагрузки заключается в том, что разгрузочный клапан пере-

пускает масло из нагнетательной магистрали насоса обратно в бак. Когда гидравлическая система должна развернуть лопасти ВРШ на значительную величину, разгрузочный клапан закрывается и оба насоса подают масло в маслораспределительную коробку. Управляет разгрузочным клапаном соленоидный клапан V7 (см. рис. 8), который стравливает масло из управляющей полости разгрузочного клапана. Для возбуждения клапана V7 плата **RRT** содержит компаратор Q3, который открывает транзистор T1 на плате **E2** если напряжение U_{18} по абсолютной величине становится больше 1,5 В. Это значение теоретически соответствует разбалансу сигналов заданного и фактического шага винта более 30 % от номинального значения сигналов (в заводской инструкции указано значение 25 %). Элемент Q6 платы **S** выделяет модуль выходного сигнала компаратора Q3 платы **RB**. О возникновении тока в обмотке клапана V7 (о возникновении значительного разбаланса заданного и фактического значения шага) сигнализирует красный световой индикатор на торце платы **E2**.

Для возбуждения соленоидного клапана V7 должно выполняться ещё одно условие: переключатель скорости перекладки лопастей ПС (см. рис. 8), расположенный в центральном блоке и названный "UNLOADED PUMP", должен быть установлен в положение "Вкл".

Для контроля исправности электронной части системы используется плата **D2**. Она подаёт сигнал в систему централизованного контроля (обозначена СЦК) и отключает электрогидравлический клапан REXROTH с помощью реле Re1 в случаях:

исчезновения напряжения питания;

остаточного рассогласования шага винта более 5,6 % от полного, если оно имеет тенденцию к уменьшению на протяжении 1,9 с. Абсолютная величина рассогласования измеряется компаратором Q2, который подключён к контакту 10 (это и сигнал в контрольной точке 18) платы **RRT**;

обрыва кабеля к датчику шага винта или к потенциометру пульта управления на мостике. Данная ситуация приводит к срабатыванию усилителей Q3 на плате **D2**.

При эксплуатации пропульсивных установок с ВРШ имеется возможность задавать необходимую скорость судна различными сочетаниями величин частоты вращения и шага винта. Многочисленные экспериментальные исследования на различных водоизмещающих судах показали, что во всех случаях наибольшая экономичность установок достигается при увеличении шага (в допускаемых пределах) и уменьшении частоты вращения гребного винта. Увеличение экономичности объясняется более интенсивным ростом КПД гребного винта при снижении его частоты вращения, чем соответствующее изменение КПД дизеля. Это означает, что на любых ходовых режимах следует стремиться к эксплуатации установок с шагом гребного винта на пределе максимально-допускаемой

нагрузки дизеля, а скорость судна снижать за счёт уменьшения частоты вращения гребного вала.

Например, на судне "Бауска" автором статьи сравнивались два режима работы энергетической установки с мощностью дизеля 60 %:

а) частота вращения номинальная, а шаг гребного винта обеспечивает нагрузку величиной 60 %;

б) частота вращения вала равна 87 % номинального значения, а шаг гребного винта обеспечивает нагрузку явно ниже допустимой – 69,3 %.

В варианте "б" экономичность пропульсивной установки оказалась на 5 ... 9 % выше.

В среднем уменьшение частоты вращения вала на каждые 5 % (при поддержании заданной скорости судна увеличением шага винта) даёт экономии топлива 2,0 ... 3,5 %.

Анализ комбинаторной диаграммы судов типа "Socol" (см. рис. 9) показывает, что она полностью согласуется с выявленными закономерностями по влиянию частоты вращения и шага гребного винта на экономичность установки. А именно, при перемещении рукоятки управления с деления 10 в сторону нулевого положения система управления пытается поддерживать максимальный шаг винта (на пределе, допустимом ограничителем нагрузки) до деления 8. При этом частота вращения вала дизеля уменьшается до 91 %. Далее начинается плавное уменьшение шага при сохранении интенсивного уменьшения частоты вращения дизеля. Таким образом, если пользоваться комбинаторной диаграммой, то практически на всех ходовых режимах установка будет эксплуатироваться с максимальным шагом гребного винта, а снижение скорости хода судна будет достигаться за счёт уменьшения частоты вращения дизеля.

Однако рекомендованная к настройке на рис. 10 ограничительная зависимость является чрезмерно щадящей для ГД 6LF58, так как "механически" перенесена фирмой "KaMeWa" с более ранних конструкций менее совершенных дизелей. Если у производителя ГД 6LF58 получить утверждённую ограничительную характеристику дизеля и перестроить на неё ограничитель нагрузки, можно добиться экономии топлива более 1 %.

Но, даже, если согласиться с ограничительной характеристикой рис. 10, следует признать, что при эксплуатации судов типа "Socol" возникает перерасход топлива из-за допустимых в эксплуатации ошибок. Они заключаются в том, что при наличии резерва времени на переходах судна и просто для эксплуатации ГД на менее напряжённых режимах, механиками судов потенциометр ОН на пульте в машинном отделении устанавливается в положение менее 100 %. В ряде случаев и операция ввода-вывода ГД в ходовой режим также осуществляется этим потенциометром вместо рукоятки управления на мостике. То есть мощность дизеля снижается не за счёт уменьшения частоты вращения, а за счёт

уменьшения шага винта, что противоречит условию оптимальности. В связи с этим рекомендуется оформить циркулярное указание о нецелесообразности снижения (ограничения) скоростей судов с помощью потенциометра ограничения нагрузки, разъяснив, что для этого существует рукоятка управления на мостике.

Экспериментом, проведенным на судне, подтверждено, что положительный эффект от ограничителя нагрузки, корректирующего шаг гребного винта, проявляется только при длительном увеличении математического ожидания нагрузки. В том случае, если нагрузка возрастает кратковременно, ограничитель вырабатывает корректирующий сигнал, но гидравлическая система перекадки лопастей винта не успевает уменьшить шаг винта из-за большой инерционности. В связи с этим сделан вывод о нецелесообразности завышения быстродействия платы **М**, так как это не даёт положительного эффекта, а только уменьшает стабильность рабочих процессов в дизеле. Для настройки быстродействия предлагается следующий критерий:

положение потенциометра $P_{ск}$, необходимо увеличивать до тех пор, пока при волнении 5 баллов по девятибалльной шкале корректирующий сигнал платы **М** остаётся практически стабильным.

Изложенное позволяет заключить, что в практике эксплуатации рассматриваемой системы управления имеются существенные резервы повышения экономичности судов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горб С.И., Лялькин А.С., Чертков Г.И., Верлатый Н.И. Опыт эксплуатации и настройки системы управления главными двигателями и винтами регулируемого шага КАМЕВА на судах типа "Юлиус Фучик". //Морской транспорт. Серия ТЭФ: Экспресс-информация. – М.: В/О "Мортехинформреклама". – 1985. – Вып. 3(599). – 34 с.

2. Горб С.И., Верлатый Н.И., Лялькин А.С. Эксплуатация электронных регуляторов нагрузки главных двигателей. //Морской транспорт. Серия ТЭФ: Экспресс-информация. – М.: В/О "Мортехинформреклама". – 1986. – Вып. 20(640). – С. 7 – 17.

3. Горб С.И. Модернизированная система ДАУ фирмы КаМеВа. //Морской транспорт. Серия ТЭФ: Информационный сборник. – М.: В/О "Мортехинформреклама". – 1989. – Вып. 2(694). – С. 10 – 17.

4. Горб С.И., Бергер Ю.М. Опыт эксплуатации ДАУ "КаМеВа" на судах с валогенераторами. //Морской транспорт. Серия ТЭФ: Экспресс-информация. – М.: В/О "Мортехинформреклама". – 1991. – Вып. 14(754). – С. 1 – 10.