УДК 629.12

**Модернизация системы управления и защиты электродвигателей насосов рулевого электропривода судна «Омский 135» проекта 1743.1**

Бочарова Наталья Владимировна, к.т.н., доцент

Шабалин Леонид Дмитриевич, к.т.н., доцент

Сивухо Марина Эрнстовна, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: nw.bocharova@yandex.ru

*Цель данной работы является модернизация системы управления и защиты насосов рулевого электропривода судна «Омский 135» на основе современной системы SIMOCODE-DP, позволяющей не только заменить существующую релейно-контакторную схему, но и расширить защитные, управляющие функции, а также функции контроля. Система SIMOCOD- DP соответствует требованиям Правил Регистра РФ.*

Рулевой электропривод относится к ответственным электроприводам непосредственно влияющих на безопасность судна. Поэтому согласно требованиям Правил Регистра РФ к электрическим приводам и управлению рулевыми устройствами на судне должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация в случае:

- исчезновения напряжения в цепи питания каждого силового агрегата, а также системы управления;

- короткого замыкания, обрыва фазы, замыкания на корпус;

- неисправности канала передачи данных, аппаратных средств и программного обеспечения;

- минимального уровня масла в любой из систем гидравлической системы.

Кроме этого должны быть предусмотрены средства отключения любой системы управления с мостика от рулевого привода, который она обслуживает. Главный электрический или электрогидравлический привод, состоящий из одного или более силовых агрегатов, должен получать питание по двум отдельным фидерам, проложенным непосредственно от главного и аварийного распределительных щитов разными трассами.

Авторулевой «Печора», установленный на судне «Омский135», управляет электрогидравлической рулевой машиной. Авторулевой «Печора», созданный на базе системы «Аист», предназначен в основном для судов речного флота. В рулевых электрогидравлических приводах перекладка руля производится агрегатом электродвигатель-насос. На судне «Омский135» в качестве приводных электродвигателей применяют нерегулируемые короткозамкнутые асинхронные электродвигатели (АМ70, 8кВт, 950 об./мин.) с непосредственным включением посредством магнитных пускателей (ПМ, 380В, 20.5А).

Схема силового привода рулевой машины предусматривает дистанционный пуск и остановку электродвигателей насосов из рулевой рубки и румпельного отделения. Для этого применяются пакетные переключатели, которые имеют фиксацию положения, что обеспечивает самозапуск двигателя после возможного перерыва питания.

Контакторная станция управления силовым приводом установлена в румпельном отделении, там же находится и щит питания рулевого устройства, напряжение на который подается по двум независимым линиям, разведенным по бортам. Автоматы, установленные на ГРЩ и АРЩ, защищают фидеры и схему от коротких замыканий. Состояние силового привода контролируется системой сигнализации – звуковой и ламповой. В румпельном отделении на щите для каждого фидера установлены сигнальные лампы наличия питания. Аналогичные лампы находятся в постах дистанционного пуска исполнительных двигателей, а также в посту управления рулем, рулевой рубке и в ЦПУ. Через трансформаторы (ОСВМ 0.63кВА, 380/133В) получает питание устройство сигнализации УСПДОМ4 (поставлено фирмой в комплекте с двигателем). Устройство содержит выключатель запуска насоса, звуковой сигнал о перегрузке насоса, кнопку снятия звукового сигнала, световой сигнал о работе насоса, а также трансформатор питания.

Перегрузка привода контролируется с помощью тепловых токовых реле, контакты которых действуют на световую и звуковую сигнализацию. При этом происходит мигание ламп за счет заряда-разряда конденсатора в цепи катушки реле, контакты которой замыкают и размыкают цепи питания ламп.

Работа электродвигателей насосов гидравлических рулевых машин имеет ряд особенностей:

- малая загрузка (коэффициент загрузки менее 0.5) особенно в режиме автоматического удержания судна на курсе, что обеспечивается малыми отклонениями пера руля при малой частоте включений (2-3 в минуту);

- удаленность от мест несения вахтенной службы, что исключает постоянное наблюдение за состоянием, тем более на автоматизированных судах;

- в практике эксплуатации нередки случаи заклинивания по различным причинам насосов электрогидравлических приводов с последующей стоянкой под током.

Характерными особенностями является и работа рулевых приводов в повторно-кратковременном режиме с большим количеством переключений, а также широкие пределы изменения момента на валу электродвигателя.

Сигнализация от перегрузки в рулевых электроприводах выполнена на основе тепловых реле с термобиметаллическими элементами. Такие элементы включены в две фазы электродвигателя. Оценка температуры двигателя производится косвенно по интегральному значению тока, протекающему через термоэлемент. Эффективность работы теплового реле зависит от степени соответствия тепловых свойств реле и двигателя. Удовлетворительное действие защиты будет в том случае, если допустимое время перегрузки двигателя и время срабатывания реле при том же токе совпадают. При повторно-кратковременном режиме, который сопровождается частыми пусками, температурные характеристики реле и двигателя не совпадают, что ухудшает эффективность защиты. Кроме того сам сигнал о перегрузке или обрыве фазы может быть не воспринят персоналом из-за неисправности сигнальных ламп или ревуна. Следует также отметить, что в зоне перегрузок (1.05 – 1.25) номинального тока работа тепловых токовых реле нестабильна. Если обрыв фазы электродвигателя произойдет при малых загрузках электропривода, то потребляемый ток увеличивается. но величина его не превзойдет величины номинального тока и сигнализация о перегрузке не сработает. Согласно техническим условиям тепловое реле не срабатывает в течении 60 минут при токе 1.1 номинального и должно срабатывать не более, чем за 20 минут при токе 1.35 номинального тока уставки. Поэтому при отсутствии вахты в румпельном отделении обрыв фазы работающего электродвигателя может быть обнаружен при очередном запуске после остановки. В случае заклинивания двигателя насоса сигнализация о перегрузке сработает, если тепловое реле работоспособно и настроено, причем сигнал о перегрузке должен быть подан за время, не превышающее допустимого времени стоянки двигателя под током. Однако в реальных обстоятельствах срабатывание сигнализации может произойти с запозданием вследствие разброса характеристик тепловых реле, влияния пониженной температуры среды в румпельном отделении и т.д.

Значительно упростить схему управления и защиты электродвигателей насосов рулевой машины возможно с помощью системы SIMOCOD-DP. Это устройство управления и защиты двигателя с интерфейсом PROFIBUS-DP. Микропроцессор – центральный элемент системы. Все защитные и управляющие функции обрабатываются микропроцессором. Встроенные трансформаторы тока позволяют регистрировать такую важную измеряемую величину, как электрический ток. Система SIMOCOD-DP полностью включает в себя все функции управления и мониторинга, а также сигнализации. Отпадает необходимость во внешней релейной схеме управления. Сигнал обратной связи «Двигатель Включен/Отключен» формируется по наличию/отсутствию рабочего тока.

В результате применения системыSIMOCOD-DP уменьшается количество соединительных проводов и точек подключения, а следовательно и число неполадок, отпадает необходимость в промежуточных реле и клеммах.

Система SIMOCOD-DP содержит несколько видов защит, действие которых основано на измеряемом токе:

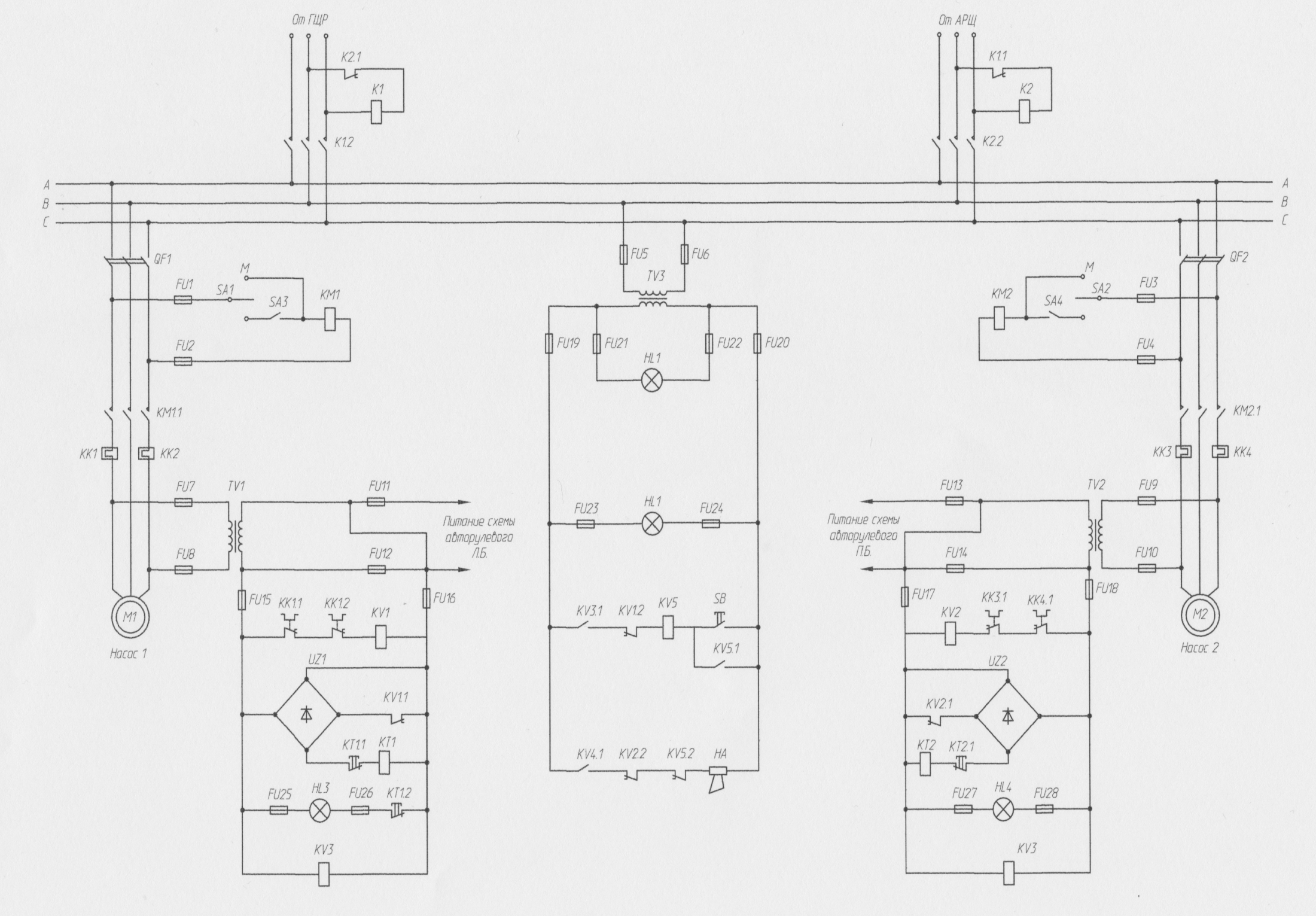
- защита/сигнализация от перегрузки;

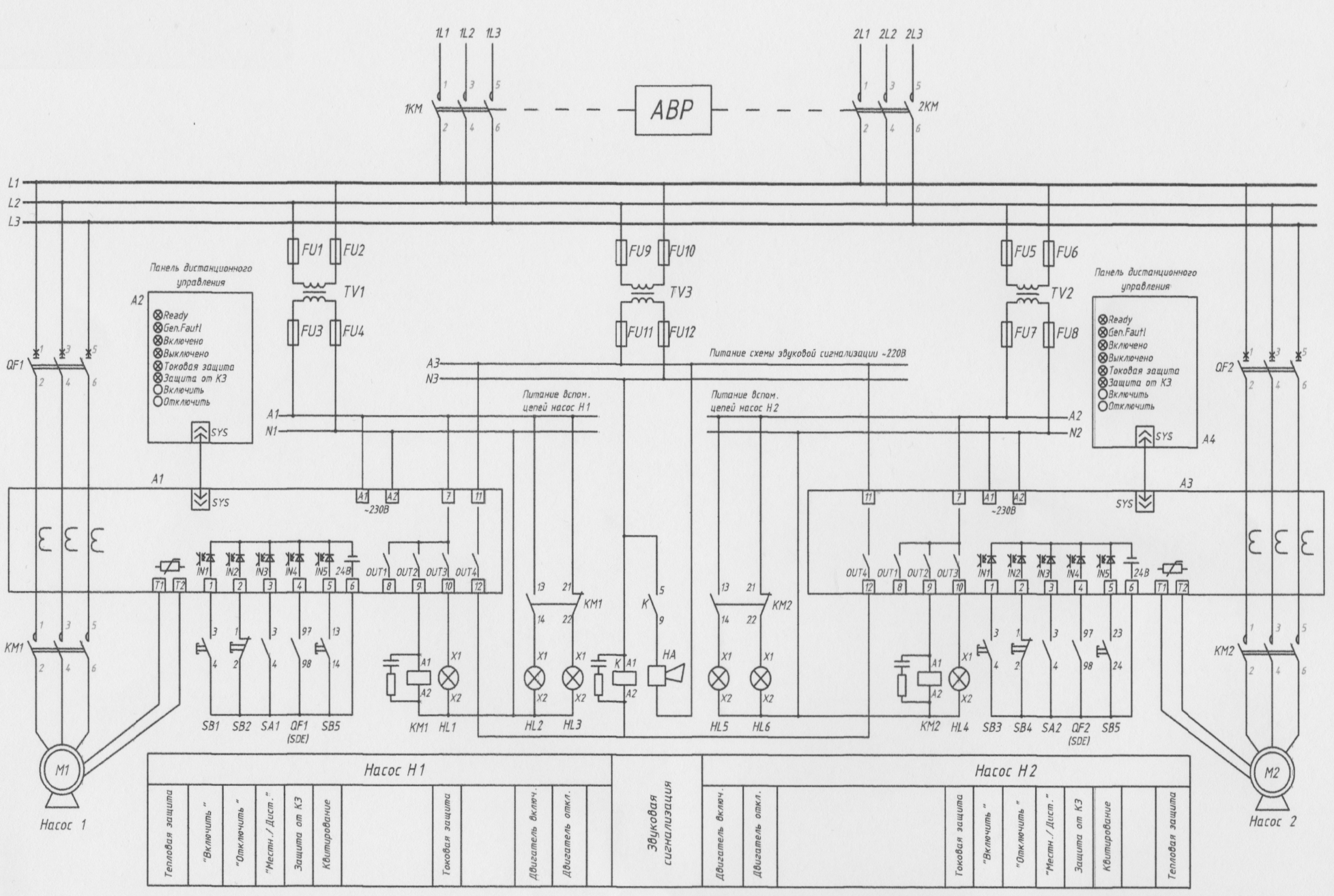
- защита/сигнализация от обрыва фазы;

- защита/сигнализация от блокировки ротора.

Работа устройства возможна в диапазоне токов от 0.25 до 820А. Основной модуль определяет ток в трех фазах при помощи встроенных трансформаторов тока.

Таким образом, системаSIMOCOD-DP дает возможность выполнить требование Правил Регистра в части наличия сигнализации обрыва фазы рулевого электропривода, а также использовать более качественную сигнализацию о перегрузке на основе токовой или температурной защиты на основе термисторов, встроенных в обмотки двигателя.

*Рис. 1 Схема рулевого привода с использованием традиционной технологии*



*Рис. 2 Схема рулевого привода с использованием устройства SIMOCOD-DP*

Использование системы SIMOCOD-DP расширяет функции контроля температуры, напряжения, мощности чередования фаз, коэффициента мощности. Появляется возможность отслеживать текущие данные:

- текущее состояние двигателя (включено, отключено, влево, вправо, медленно, быстро);

- напряжения и токи в фазах;

- активную и полную мощность;

- модель нагрева обмотки двигателя;

- температуру двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калязин Е.А. Рокотян Ю.В. Филимонов В.Д. Игнатьев Л.Л. Электрическая защита судового электрооборудования. Л.: Судостроение, 1983. 240 с.

**Modernization of the control and protection system for electric motors of the electric power steering pumps of the "Omskiy 135" vessel (project 1743.1)**

Bocharova Natalia Vladimirovna, Dr.Sc., Associate Professor

Shabalin Leonid Dmitrievich, Dr.Sc., Associate Professor

Sivukho Marina Ernstovna, Associate Professor

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: nw.bocharova@yandex.ru

*The purpose of this work is to modernize the control and protection system for the electric power steering pumps of "Omskiy 135" vessel on the basis of the modern SIMOCODE-DP system, allowing to replace the existing relay-contactor circuit and extend the protective and control functions. The SIMOCOD-DP system complies with the requirements of the Russian Maritime Register Rules.*