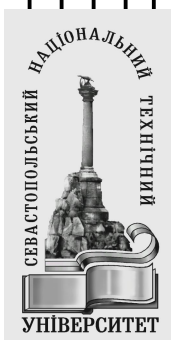
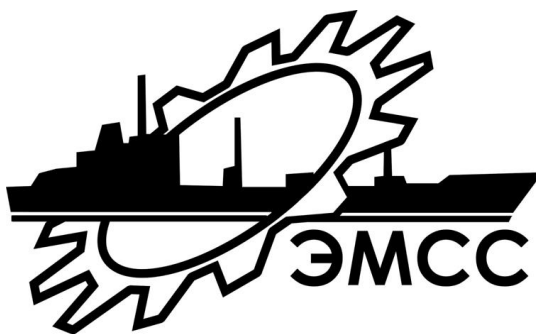


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



ГИДРОПРИВОД СУДОВЫХ ЛЮКОВЫХ ЗАКРЫТИЙ. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ.

Методические указания
к контрольной работе по дисциплине
«Судовые рулевые машины и гидроприводные механизмы»
для студентов всех форм обучения специальности
«Эксплуатация судовых энергетических установок»



Севастополь
2009

Гидропривод судовых люковых закрытий. Расчет показателей надежности. Методические указания к контрольной работе/ Сост. В.А.Очеретяный, О.Г.Лепеха, В.В.Хлыновский – Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2009.– 20 с.

Методические указания составлены на основе образовательно-профессиональной программы высшего образования по профессиональному направлению «Судовождение и энергетика судов» для специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок», утвержденной Министерством образования и науки Украины, и требований Международной конвенции ПДНВ 78/95.

Цель методических указаний – закрепление теоретического материала учебной дисциплины «Судовые рулевые машины и гидроприводные механизмы», приобретение знаний и навыков по устройству и обслуживанию гидроприводных люковых закрытий, по выполнению расчетов параметров надежности гидравлических систем.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ЭМСС, протокол № 8 от 17.03. 2009 г.

Рецензент – доцент кафедры ЭМСС Мальчиков А.И.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

	Цель практического занятия	4
1	Введение	4
2	Устройство гидропривода откидного ЛЗ	5
3	Оценка надежности гидравлической системы	13
	3.1 Характеристики надежности гидравлической системы	13
	3.2 Исходные данные к контрольной работе	16
	3.3 Порядок выполнения контрольной работы	18
4	Требования к отчету	18
5	Вопросы к контрольной работе	19
	Библиографический список	20
	Приложение А	

ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель практического занятия - ознакомление с широко применяемыми на морских судах гидроприводными люковыми закрытиями, осуществляющими защиту судна и грузовых трюмов; оценка показателей надежности гидропривода закрытий.

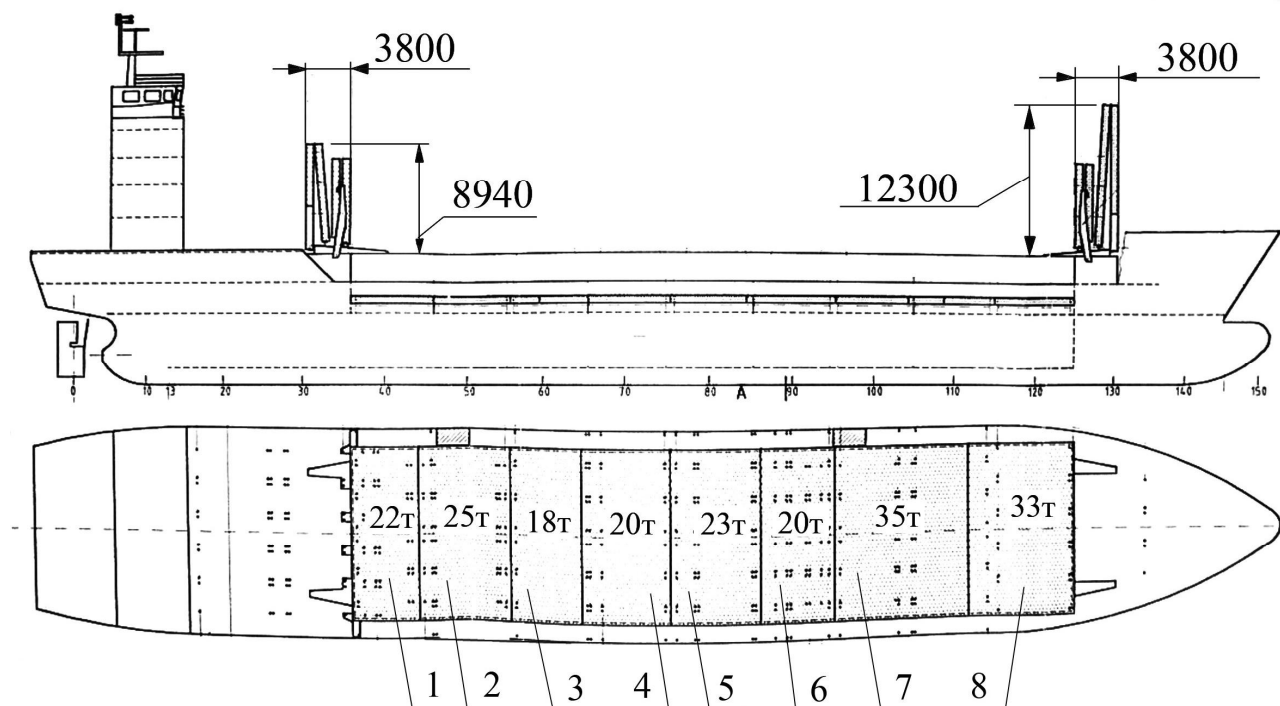
1. ВВЕДЕНИЕ

Люковые закрытия (ЛЗ) грузовых трюмов выполняют важные функции, обеспечивая сохранность перевозимого груза, являются важным элементом системы непотопляемости судна [1, 2]. Возможно также размещение груза на поверхности ЛЗ.

На морских судах широко распространены ЛЗ откидного типа. В откидных ЛЗ крышки прикреплены на петлях (шарнирах) к комингсу люка или к палубе и при открывании откидываются к поперечным (в ДП) комингсам.

Особенностью откидных крышек является то, что в вертикальном положении, когда люки открыты, они занимают мало места на палубе. На рисунке 1 показано судно с подобной системой ЛЗ [3].

Судно оснащено двумя четырехсекционными ЛЗ, открываемыми в нос и в корму. Видно, что в сложенном положении при открытых трюмах носовое ЛЗ имеет габариты: толщина набора – 3,8 м; высота более 12 м и ширина более 14 м. Выполнение требования по прочности привело к тому, массы секций ЛЗ достаточно значительны (18...33т). Высота секции в районе комингса – около 630 мм, на пролетах более 800 мм.



1, 2 – ведущие секции кормового ЛЗ; 3, 4 - ведомые секции кормового ЛЗ; 5, 6 - ведомые секции носового ЛЗ; 7, 8 - ведущие секции носового ЛЗ;

Рисунок 1 – Общий вид судна с ЛЗ откидного типа

Параметры трюма, перекрываемого рассматриваемыми ЛЗ: длина 57,8 м, ширина 13,4 м. Современные ЛЗ откидного типа имеют, в основном, гидравлический привод [4, 5].

2. УСТРОЙСТВО ГИДРОПРИВОДА ОТКИДНОГО ЛЗ

Производитель ЛЗ компания HamworthyKSE. Гидравлика ЛЗ обеспечивает рабочее давление, создаваемое аксиально-поршневыми насосами 25 МПа. Давление испытания гидропривода – 35 МПа. Имеется две рабочие насосные установки. Одна расположена в районе МКО, другая в носовой оконечности судна. Каждая насосная станция оснащена двумя электроприводными насосами, производительность каждого 25 л/мин. Мощность электродвигателей по 11 кВт. Один насос – резервный. Емкость масляного бака 840 л. Масса оборудования с маслом 1450, без – 730 кг. Трубопроводы - высокопрочная сталь стандартных размеров (для линий высокого и среднего давления - 25х4; 20х3; 14х2; 12х1,5; сливные и на всасывании насосов – 28х2; трубы бесшовные. Штоки гидроцилиндров выполнены из хромоникелевой стали.

Суммарное время открытия всего ЛЗ – 7 мин, где время открытия носовых ведущих секций – 5,0; кормовых ведущих 3,9 мин; носовых ведомых 2,0 мин; кормовых ведомых 2 мин.

Суммарное время закрытия всего ЛЗ – 5,7 мин, где время закрытия носовых ведомых секций – 2,0; кормовых ведомых 1,8 мин; носовых ведущих 2,0 мин; кормовых ведущих 2 мин.

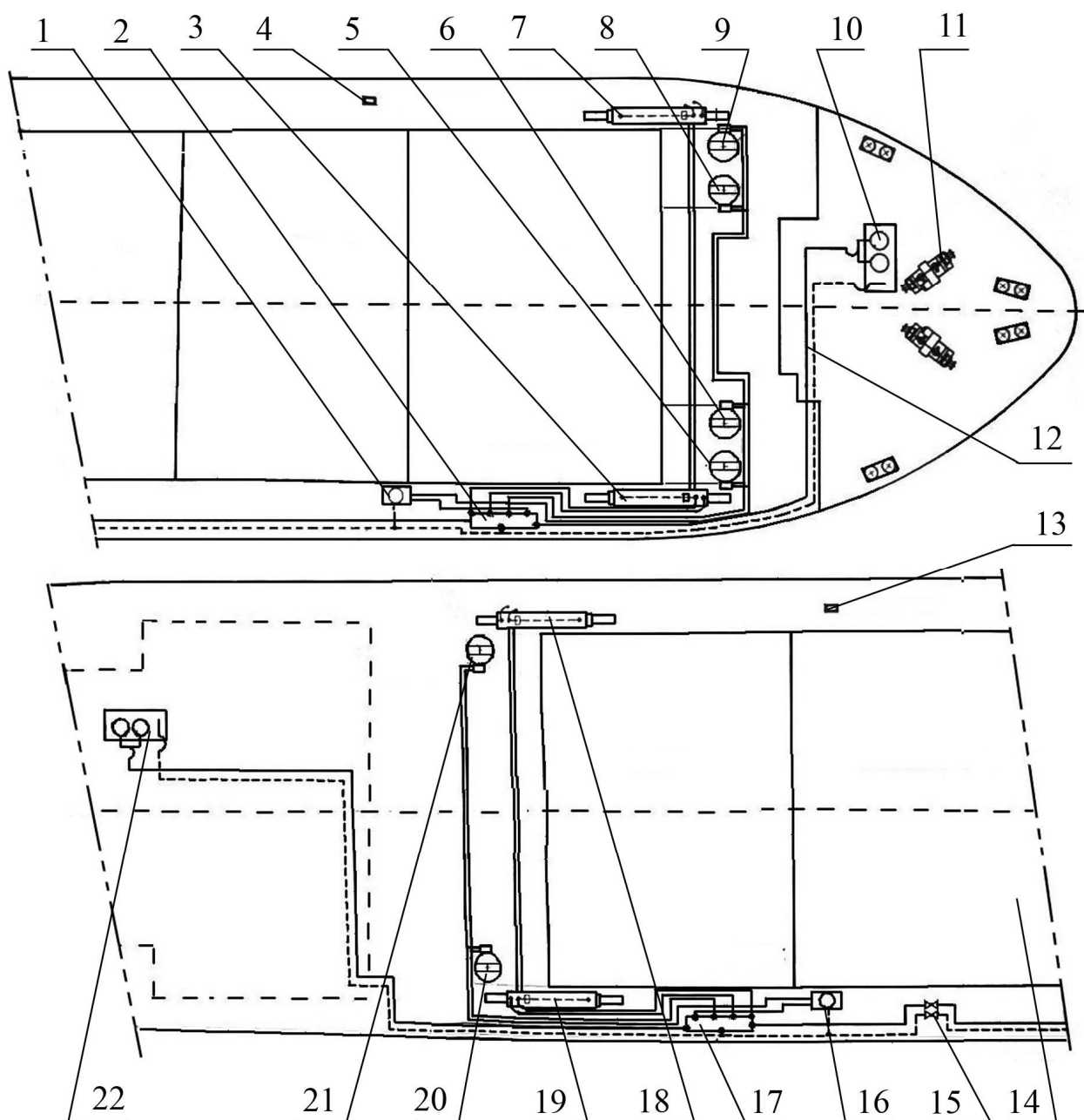
При работе насосной установки в течение 2...4 часов с температурой масла более 63°C следует отключение насосов. В зимнее время необходимо осуществлять прогрев масла в баке до температуры +25°C, прогрев масла в баке начинать за 20...24 часа до начала работу гидропривода. При достижении температуры +25°C, подогрев автоматически выключится.

Смазке подлежат следующие элементы ЛЗ: кистью – задрайки, замочные болты; шприцовкой: петли гидроцилиндров, межсекционные петли; ролики; крышки управляющей арматуры; направляющие скольжения гидроцилиндров; штоки. Для открытых деталей применяется смазка Mobilnac 81 компании Mobil Oil, для прессмасленок – Spheerol LMM компании Castrol.

На рисунке 2 представлен план расположения гидрооборудования ЛЗ судна. Работу гидропривода обеспечивает две насосные станции 10 и 22. Станция 10 – обеспечивает открытие и закрытие носового ЛЗ; станция 22 – кормового ЛЗ. Масло по трубопроводам 12 поступает на пульта управления 2 и 17. От пультов управления 2 рабочая среда подается к четырем гидроцилиндрам 5, 6, 8, 9, которые управляют ведущими секциями носового ЛЗ; к двум гидроцилиндрам 3 и 7, которые управляют ведомыми секциями носового ЛЗ. От пульта управления 17 рабочая среда подается к двум гидроцилиндрам 20 и 21, которые управляют ведущими секциями кормового ЛЗ; к двум гидроцилиндрам 18 и 19, которые управляют ведомыми секциями кормового ЛЗ.

Концевые гидровыключатели 1 и 16 служат для предотвращения работы ведущих секций при неполном закрытии ведомых секций. Запорная арматура

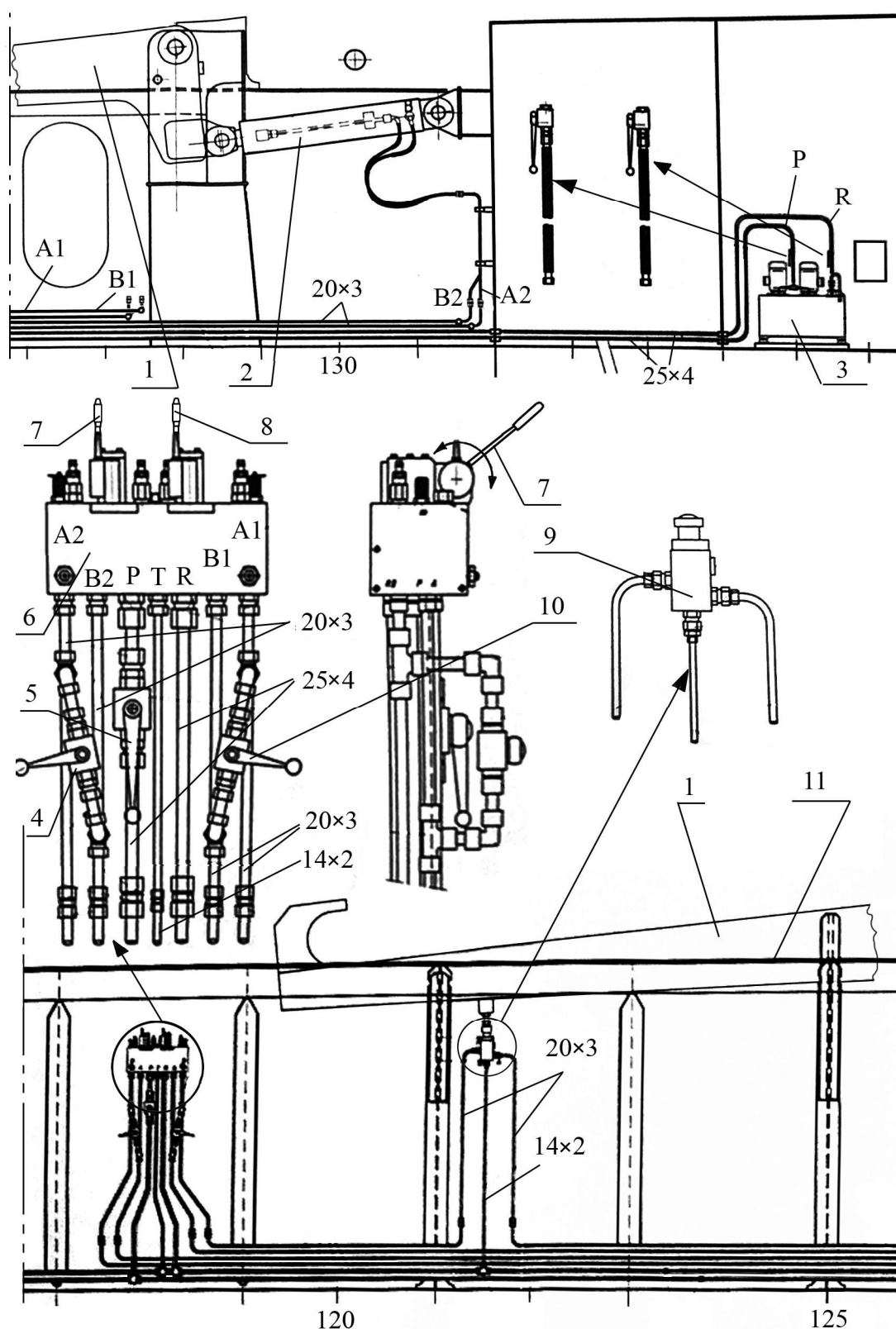
15 служит для аварийного управления в случае отказа одной насосной станции.



1, 16 – гидровыключатель; 2, 17 – пульты управления носовыми и кормовыми ЛЗ; 3, 7, 18, 19 – гидроцилиндры управления ведомыми секциями носового и кормового ЛЗ; 4, 13 – пульты аварийной остановки насосов; 5, 6, 8, 9, 20, 21 – гидроцилиндры управления ведущими секциями носового и кормового ЛЗ; 10, 22 – резервная и основная насосные станции; 11 – якорно-швартовный механизм; 12 – трубопроводы; 14 – секция ЛЗ; 15 – арматура перехода на управление ЛЗ резервной насосной станцией

Рисунок 2 – Расположение элементов гидропривода ЛЗ на судне

На рисунке 3 представлены элементы гидрооборудования ЛЗ продольного борта комингса. На рисунке указаны габариты поперечных сечений трубопроводов (наружный диаметр и толщина стенки в мм). Видно расположение трубопроводов на стенках комингсов, отмечено направление движение в них потока масла (Р, R. В1, В2, А1, А2). На рисунке 3 гидроцилиндр 2 (вместе с

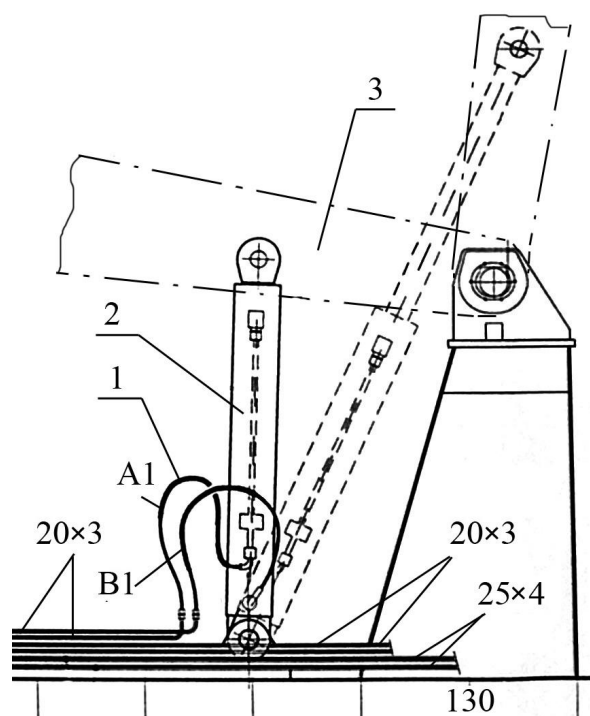
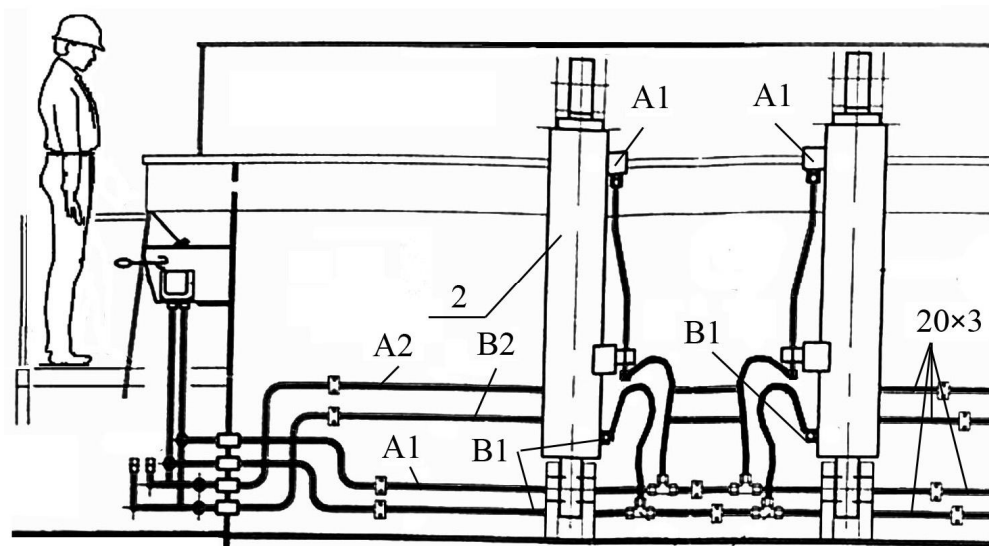


1 – тяга ведомых секций; 2 – гидроцилиндр управления тягой; 3 – насосная станция; 4, 5, 10 – арматура управления потоками рабочей среды; 6 – пульт управления; 7 – рукоятка управления работой ведомыми секциями ЛЗ; 8 – рукоятка управления работой ведущими секциями ЛЗ; 9 – конечный гидровыключатель; 11 – поверхность продольного комингса; A2 – отвод (подача) масла гидроцилиндра ведомых секций; B2 – подача (отвод) масла гидроцилиндра ведомых секций; P – подвод масла от насосной станции; T – отвод утечек; R – отвод масла в бак насосной станции; B1 – подача (отвод) масла гидроцилиндра ведущих секций; A1 – отвод (подача) масла гидроцилиндра ведущих секций

Рисунок 3 – Элементы гидрооборудования ЛЗ продольного борта комингса

парным на другом борту комингса) осуществляет подъем и опускание посредством тяги 1 ведомых секций носового ЛЗ.

На рисунке 4 представлены элементы гидрооборудования поперечного борта комингса. На рисунке 4 гидроцилиндр 2 (вместе с тремя другими) осуществляет подъем и опускание ведущих секций носового ЛЗ.



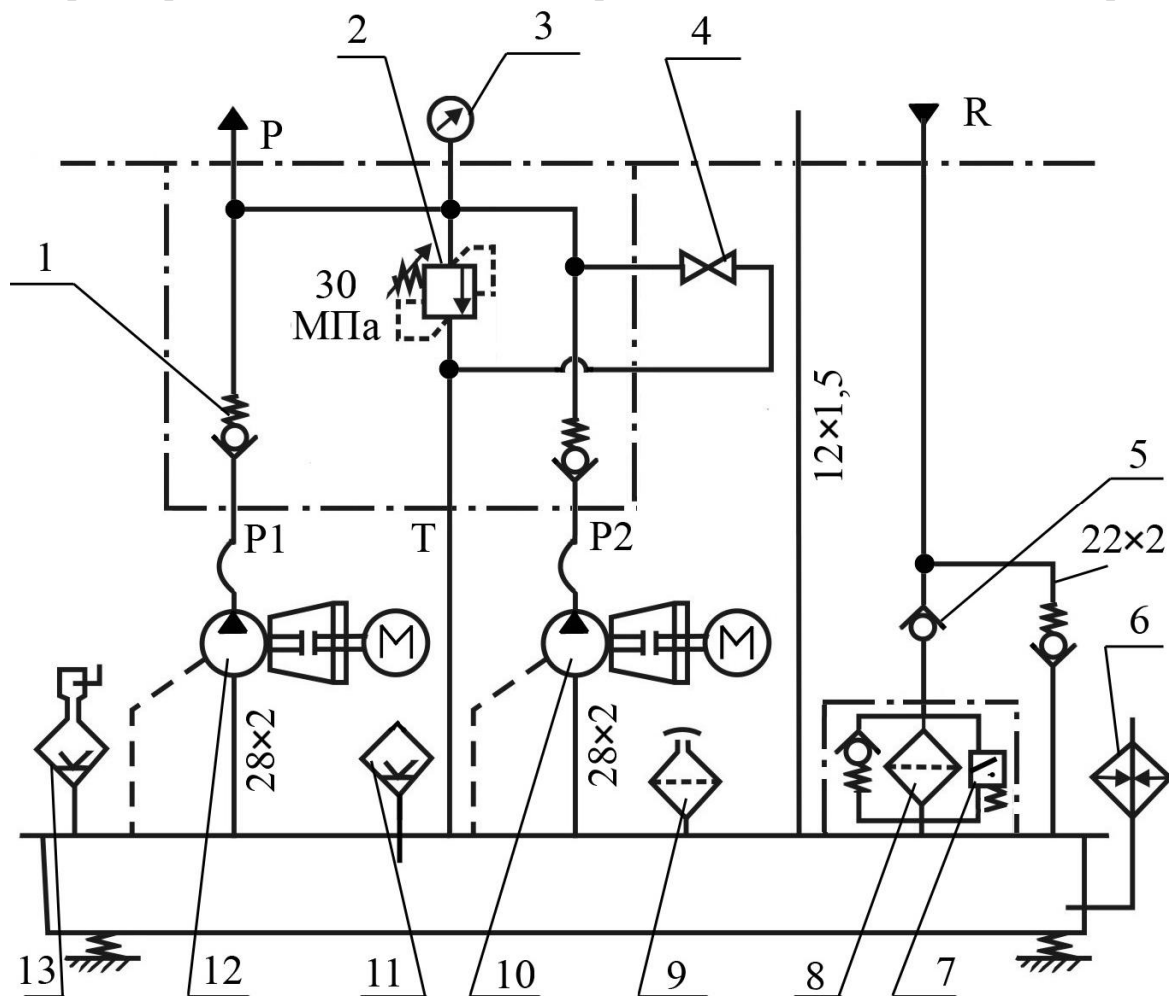
- 1 – металлорукав высокого давления;
2 – гидроцилиндр ведущих секций носового ЛЗ; 3 – петля ведущей секции носового ЛЗ; A2, B2 - подача (отвод) масла гидроцилиндра ведомых секций;
A1, B1 - подача (отвод) масла гидроцилиндра ведущих секций

Рисунок 4 - Рисунок 3 – Элементы гидрооборудования ЛЗ поперечного борта комингса

На рисунке 5 представлена принципиальная гидравлическая схема носового ЛЗ. Принципиальная гидравлическая схема кормового ЛЗ идентична, за исключением меньшего количества гидроцилиндров ведущих секций (два против четырех). Гидропривод содержит четыре гидроцилиндра 5 управления ведущими секциями и два гидроцилиндра 2 управления ведомыми секциями.

На входе в каждый гидроцилиндр установлен двухпозиционный распределитель, где в указанной позиции регулятор давления нормально открыт, при закрытии ЛЗ действует вторая позиция распределителя как дроссель (спускной тормоз). Клапаны 6 и 7 обеспечивают байпасирование потока масла. Клапан 12 обеспечивает отключение управления носовыми ЛЗ. Клапана 9 и 11 отключают потребители масла от насосной установки (например, при работе другой в аварийном режиме). Гидровыключатель 13 представляет собой двух позиционный распределитель и обеспечивает запрет на подъем ведущих секций при неполном закрытии ведомых. Клапана 14 и 15 служат для аварийного управления, в случае отказа одной насосной станции. Для аварийного отключения насосов служит кнопка 1. На схеме указаны параметры гидроцилиндра, например D225/140-1630. Для этого гидроцилиндра (5) внутренний диаметр цилиндра – 225 мм; диаметр штока – 140 мм; ход штока – 1630 мм.

На рисунке 6 представлена принципиальная гидравлическая схема насосной станции (на рисунке 5 обозначена – 10). Основной насос 12 аксиально-поршневого типа забирает масло из бака через трубопровод 28х2. Масло подается через обратный клапан 1. Для контроля давления имеется манометр 3.

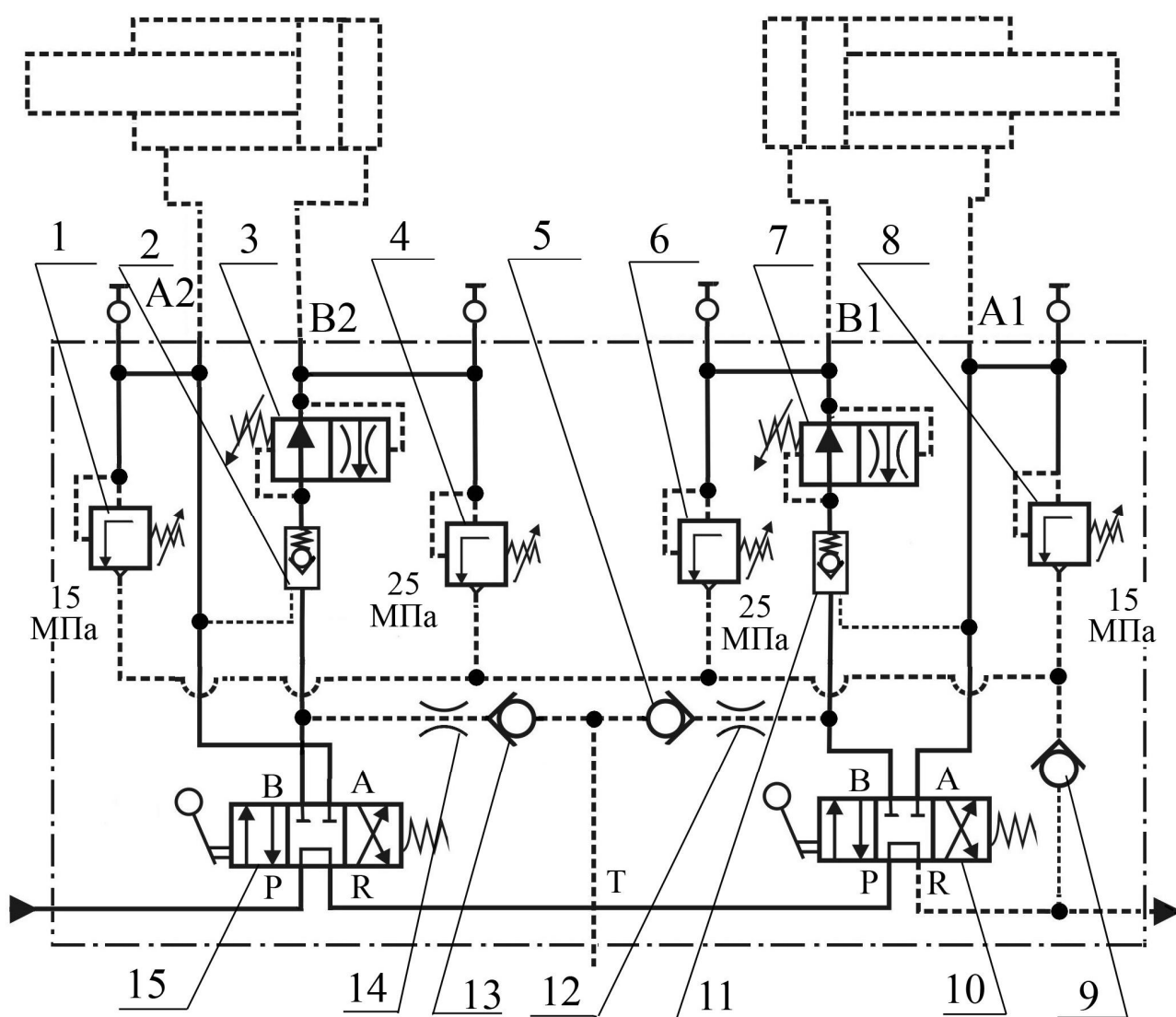


1, 5 – обратный клапан; 2 – предохранительный клапан; 3 – манометр; 4 – перепускной клапан; 6 – подогреватель; 7 – сигнализатор давления; 8, 9 – фильтр; 10, 12 – насос; 11, 13 – фильтр влагоотделитель

Рисунок 6 – Принципиальная схема насосной станции

При повышении давления до 30 МПа срабатывает предохранительный клапан 2 и масло сливается обратно в бак. Имеется перепускной клапан 4. Возврат масла осуществляется через обратный клапан 5, фильтр 8. При превышении сопротивления давления срабатывает сигнализатор 7, подрывается предохранительный клапан. Носовая насосная установка оснащена электрическим подогревателем 6.

На рисунке 7 представлена принципиальная гидравлическая схема пульта управления. Масло поступает через канал Р на трехпозиционный распределитель 15 и далее через канал R поступает на трехпозиционный распределитель 10 и далее по каналу R – на слив в цистерну.



1, 4, 6, 8 – предохранительный клапан; 2, 5, 9, 11, 13 – обратный клапан;
3, 7 – регулятор потока; 10, 15 – гидрораспределитель

Рисунок 7 – Принципиальная схема пульта управления

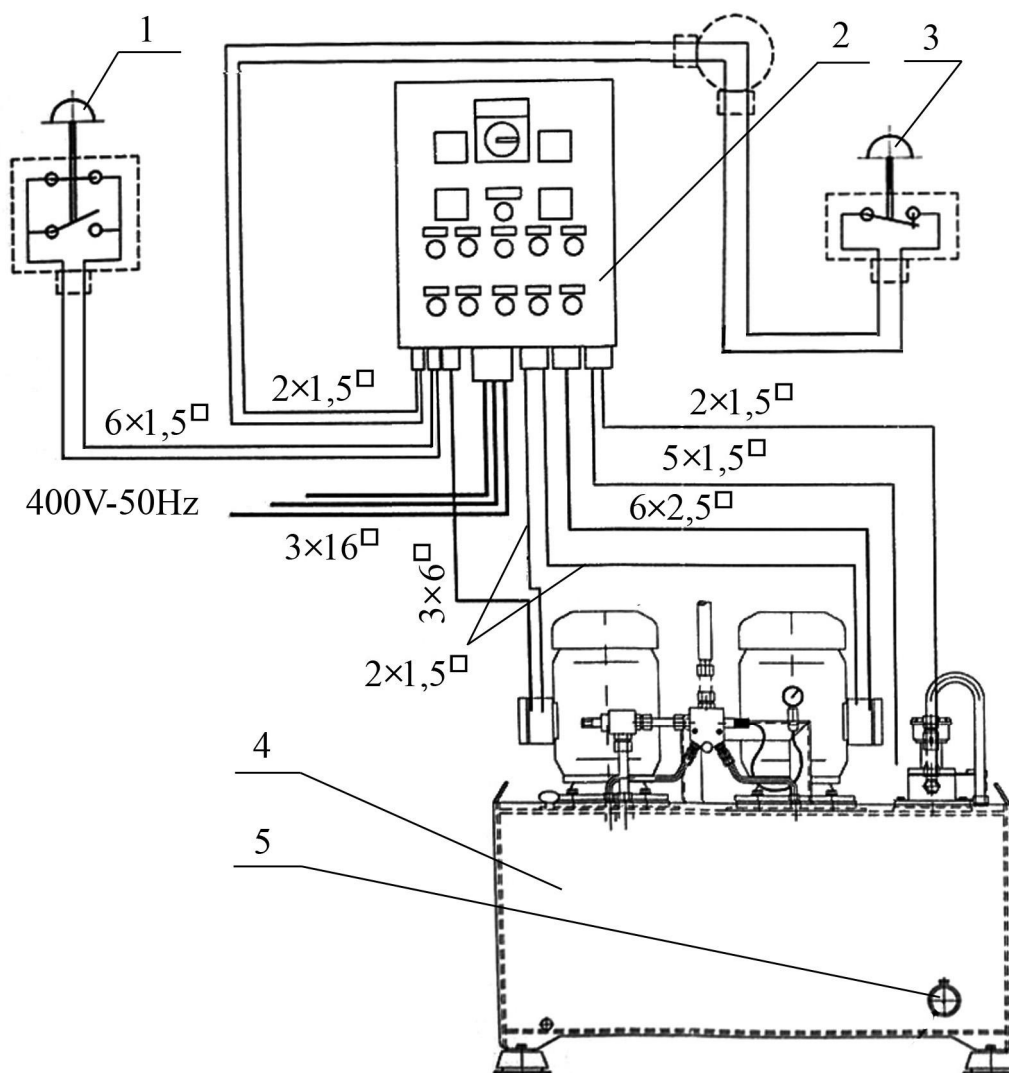
Подъем ведущих секций осуществляется распределителем 10 перемещением штока вправо. Среда идет через канал В на обратный клапан 11 и двухпозиционный распределитель 7 и далее через канал В1 к потребителям (см. рисунок 5). Рабочее давление 25 МПа создает предохранительный клапан 6. Для

компенсации динамических ударов в трубопроводе имеется дроссель 12 и обратный клапан 5. Возврат масла осуществляется по каналу А1. Предохранительный клапан 8 обеспечивает максимальное давление в этом участке – 15 МПа.

Далее осуществляется подъем ведомых секций гидрораспределителем 15. При подъеме ведомых секций работа системы аналогична.

При осуществлении опускании ведомых секций рукоятка управления распределителя 15 переводится влево. Масло движется по каналу А2, максимальное давление обеспечивает предохранительный клапан 1. Отработав масло возвращается по каналу В2. Двухпозиционный распределитель перемещается влево и работает как дроссель (спускной тормоз). По каналу (показан пунктирной линией) масло от напорной линии подрывает невозвратный клапан 2 и далее на слив.

На рисунке 8 представлена схема управления насосной установкой.



1 – кнопка запуска насосов; 2 – щит аварийно-предупредительной сигнализации; 3 – кнопка аварийной остановки насосов; 4 – масляный бак; 5 – маслоподогреватель

Рисунок 8 – Схема управления насосной станцией

Масло, применяемое в гидроприводе - HLP ISO VG 32.

Для защиты уплотнений от износа при открытии и закрытии ЛЗ компания HamworthyKSE использует систему Vacu-seal. В традиционных ЛЗ (например, реализуемых компанией MacGREGOR) для задрайки и поставки секций ЛЗ на уплотнения катки секций опускаются специальными гидродомкратами в карманы, таким образом, обеспечивая жесткий контакт секции с комингсом и упругий контакт уплотнения с буртом [3] и дальнейшую задрайку. В системе Vacu-seal используются уплотнительные элементы, имеющие в сечении балонную структуру (рисунок 9), т.е. образующую с корпусными элементами секции крышки воздушный канал. Система Vacu-seal использует вакуумную систему, в которой применяется воздушный насос, вытягивающий воздух из внутренней части уплотнения А.

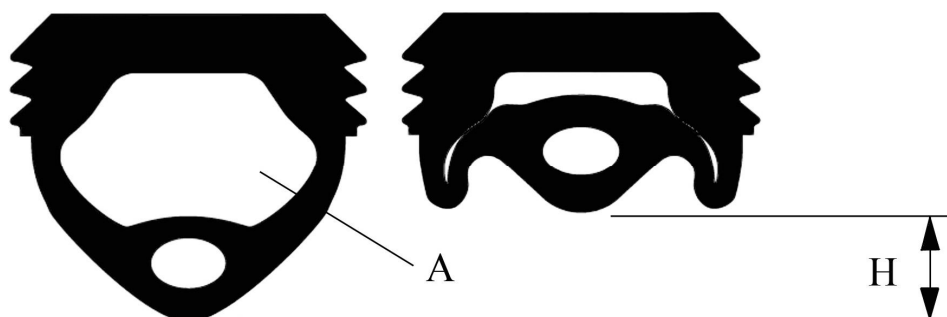


Рисунок 9 – Схема уплотнительного элемента ЛЗ

Созданное разрезание заставляет профиль уплотнения деформироваться, втягивая и отводя уплотняющую кромку от сопрягаемой поверхности, тем самым позволяя открывать и закрывать люковое закрытие без повреждения уплотнения. Ход кромки уплотнения – Н.

3. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

3.1 Характеристики надежности гидравлической системы

Под надежностью гидравлической системы ЛЗ понимают ее свойство обеспечивать работу ЛЗ с заданной скоростью, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение заданного времени. Эксплуатационные показатели – это мощность привода, КПД установки и т.п., заданные пределы – данные, указанные в технической документации. Надежность системы обуславливается ее безотказностью, ремонтопригодностью и долговечностью элементов, из которых она состоит. Элемент системы – законченная конструкции (например, насос, клапан) предназначенная для выполнения определенной задачи. Простым считают элемент, отказ которого выводит его из эксплуатации. Сложным – такой элемент, который, кроме указанного может иметь отказы, ограничивающие его работоспособность по параметрам и продолжительности. Под системой следует понимать совокупность связанных между собой и совместно действующих элементов, предназначенных для выполнения некоторых

самостоятельных функций.

Под работоспособностью системы будет понимать ее состояние, при котором она способна выполнять функции, обеспечивающие работу ЛЗ с параметрами, указанными в технической документации. Определяющими при работе системы гидропривода ЛЗ являются задачи безотказности. Безотказность системы – ее свойство сохранять работоспособность без вынужденных перерывов в течение заданного промежутка времени. Безотказность зависит от безотказности элементов и характера их соединения.

В СЭУ применяют различные схемы соединения элементов. Приведенные на рисунке 10 отражают функциональную связь между элементами с точки зрения надежности. Такие схемы называют функциональными или структурными; их строят на основании принципиальных схем установок и их систем.

В СЭУ наиболее широко используют последовательное соединение элементов. Схема такого соединения (из трех элементов) показана на рисунке 10, а. Оно отличается минимальным числом необходимых элементов. Однако при такой схеме отказ любого из них приводит к отказу того или другого класса. Для повышения надежности установок и их систем применяют резервирование отдельных ответственных элементов. На рисунке 10 б показана схема параллельной работы нескольких элементов (постоянно включенный резерв). Примером параллельной работы двух элементов служат котельные вентиляторы. Если, например, два вентилятора, подающие воздух в топку котла, работают с 50% нагрузкой, то при отказе одного из них второй вентилятор принимает на себя всю нагрузку. На рисунке 10, в показана схема резервированная замещением. В случае отказа 2 элемента включается резервный элемент 3. Например, при засорении фильтра грубой очистки масла системы смазки фильтр отключается и производится его очистка, а масло направляется по обводу через другой фильтр.

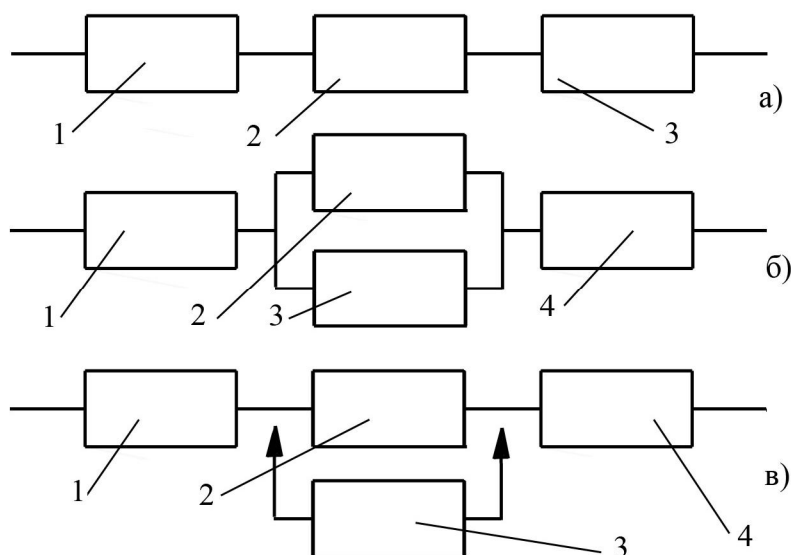


Рисунок 10 – Схемы соединения и резервирования элементов в СЭУ

По последствиям отказы классифицируются по трем группам: 1 – отказы, до устранения которых система сохраняет работоспособность, ограниченную

во времени по сравнению с первоначальной; 2 - отказы, до устранения которых система сохраняет работоспособность частично; 3 – тяжелые отказы, до устранения которых эксплуатация системы невозможна. К отказам первой группы можно отнести отказы механизмов при наличии резервных (резервный насос), второй группы – работа ЛЗ на пониженных скоростях (протечка сальника гидроцилиндра), третьей группы – порыв трубопровода.

Количественные характеристики надежности определяются типом распределения среднего времени безотказной работы и параметрами этого распределения. В случае заранее известного экспоненциального закона распределения достаточно знать опасность (интенсивность) отказов λ , обратная величина которого является средним временем безотказной работы T .

Для элемента, отказы которого классифицируются отказами третьей группы:

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t}; \quad (1)$$

Вероятность отказа;

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}; \quad (2)$$

Частота отказов:

$$a(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}; \quad (3)$$

Среднее время безотказной работы:

$$T = (\lambda)^{-1} \quad (4)$$

Для последовательно соединенных элементов, отказы которых классифицируются отказами третьей группы, когда для каждого справедлив экспоненциальный закон надежности, справедливы уравнения:

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot t} \quad (5)$$

Вероятность отказа;

$$Q(t) = 1 - e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot t} \quad (6)$$

Интенсивность отказов:

$$a(t) = \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \right) \cdot e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot t} \quad (7)$$

Среднее время безотказной работы:

$$T = \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \right)^{-1} \quad (8)$$

Для элемента, резервированного замещением (рисунок 10, в), отказы ко-

торых классифицируются отказами третьей группы, когда для каждого справедливы экспоненциальный закон надежности, справедливы уравнения:

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\lambda_{осн} \cdot t} \cdot (1 + \lambda_{осн} \cdot t) \quad (9)$$

Вероятность отказа;

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda_{осн} \cdot t} \cdot (1 + \lambda_{осн} \cdot t) \quad (10)$$

Частота отказов:

$$a(t) = \lambda_{осн}^2 \cdot t \cdot e^{-\lambda_{осн} \cdot t} \quad (11)$$

Среднее время безотказной работы:

$$T = \lambda_{осн}^{-1} + \lambda_{рез}^{-1} \quad (12)$$

3.2 Исходные данные к контрольной работе

Задание к контрольной работе выбирается студентом по двум последним цифрам зачетной книжки в соответствии с таблицами 1 и 2, или назначается преподавателем.

Таблица 1 – Подбор исследуемой схемы

Последняя цифра зачетки	Система
0	Гидропривод ведущих секций носового ЛЗ
1	Гидропривод ведомых секций носового ЛЗ
2	Гидропривод ведущих секций кормового ЛЗ
3	Гидропривод ведомых секций кормового ЛЗ
4	Гидропривод ведущих секций носового ЛЗ
5	Гидропривод ведомых секций носового ЛЗ
6	Гидропривод ведущих секций кормового ЛЗ
7	Гидропривод ведомых секций кормового ЛЗ
8	Гидропривод ведущих секций носового ЛЗ
9	Гидропривод ведомых секций носового ЛЗ

Таблица 2 – Подбор степени интенсивности отказов

Последняя цифра зачетки	Степень интенсивности отказов
0	Максимальная
1	Средняя
2	Минимальная
3	Максимальная
4	Средняя
5	Минимальная
6	Максимальная
7	Средняя
8	Минимальная
9	Максимальная

3.3 Порядок выполнения контрольной работы

Изучить настоящие указания.

Изучить схему расположения элементов гидропривода ЛЗ на судне.

Изучить функциональную схему гидропривода ЛЗ.

Изучить функциональную схему насосной станции ЛЗ.

Изучить функциональную схему пульта управления ЛЗ.

В соответствии с таблицами 1 и 2 выбрать исследуемую функциональную схему гидропривода ЛЗ и степень интенсивности отказов.

На основании изучения схем (рисунки 5, 6, 7) составляется и отображается графически структурная схема изучаемой системы. При этом считать насосную установку с двумя параллельно установленными насосами элемента как элемент, имеющий резервированного замещением. Параллельно установленные гидроцилиндры не считать постоянным резервированием, так как отказ любого из них ведет к выходу из строя всего гидропривода.

На основании статистических материалов об интенсивности отказов элементов гидропривода (приложение 1) выполнить расчеты:

- рассчитывается вероятность безотказной работы системы по формулам 5 и 9 для временных наработок 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 5000 часов.

- рассчитывается вероятность отказов работы системы по формулам 6 и 10 для временных наработок 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 5000 часов.

- рассчитывается частота отказов системы по формулам 7 и 11 для временных наработок 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 5000 часов.

- рассчитывается среднее время безотказной работы системы по формулам 8 и 12.

Результаты расчета должны быть представлены в табличном и графическом видах.

Расчеты рекомендуется выполнять с применением вычислительной техники, например в программных продуктах Microsoft Excel или Mathcad.

Сделать выводы.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

1. Отчет выполняется на листах формата А4.

2. Отчет должен содержать

- название;
- цель работы;
- функциональную гидравлическую схему исследуемой части гидропривода ЛЗ со сквозной нумерацией учитываемых элементов;
- структурную схему исследуемого гидропривода со сквозной нумерацией элементов и указанием интенсивности отказов элементов для расчета показателей надежности
- результаты расчета показателей надежности в табличном виде;
- результаты расчета показателей надежности в графическом виде;

- ВЫВОДЫ.

5. ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Перечислить типы ЛЗ, применяемые на судах.
2. Перечислить состав оборудования гидропривода ЛЗ.
3. Описать (по функциональной схеме) работу насосной установки.
4. Указать рабочие параметры элементов гидропривода.
5. Описать (по функциональной схеме) работу пульта управления ЛЗ.
6. Описать работу (по функциональной схеме) гидропривода ЛЗ.
8. Описать работу (по функциональной схеме) гидропривода ЛЗ при выходе из строя носовой насосной установки.
9. Охарактеризовать работу (по функциональной схеме) защитных элементов гидропривода ЛЗ.
10. Описать работу (по функциональной схеме) элементов при подъеме ведомых секций носового ЛЗ.
12. Описать работу (по функциональной схеме) элементов при подъеме ведущих секций носового ЛЗ.
13. Перечислить параметры работы ЛЗ при открытии и закрытии.
14. Охарактеризовать основные показатели надежности работы СЭУ.
15. Что понимают под надежностью гидравлической системы ЛЗ.
16. Что понимать под работоспособностью системы.
17. Как классифицируются отказы по последствиям.
18. Как определяются количественные характеристики надежности.
19. Как определяется вероятность безотказной работы последовательно соединенных элементов, отказы которых классифицируются отказами третьей группы.
20. Как определяется вероятность отказа последовательно соединенных элементов, отказы которых классифицируются отказами третьей группы.
21. Как определяется среднее время безотказной работы последовательно соединенных элементов, отказы которых классифицируются отказами третьей группы.
22. Как определяется вероятность безотказной работы для элемента, резервированного замещением, отказы которого классифицируются отказами третьей группы.
23. Как определяется вероятность отказа для элемента, резервированного замещением, отказы которого классифицируются отказами третьей группы.
24. Как определяется среднее время безотказной работы для элемента, резервированного замещением, отказы которого классифицируются отказами третьей группы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. Морской Регистр судоходства. – С-Пб.: Регистр России, 2001. – 843 с.
2. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Общие требования к технической эксплуатации судовых конструкций и технических средств. КНД 31.2.002-01-96. – К.: Министерство транспорта Украины, 1996.– 43 с.
3. Очеретяный В.А. Судовые люковые закрытия. Методические указания к практическим занятиям/ В.А.Очеретяный.– Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. – 24с.
4. Декин Б.Г. Машины судового объемного гидравлического привода/ Б.Г.Декин, В.Т.Писклов.-Одесса.:Фенікс, 2003.-132с.
5. Седор А.М. Судовые подъемно-транспортные машины и устройства/А.М.Седор.–Одесса.:ОГМА, 1998.–126с.
6. Судовые устройства. Справочник/Под.ред. Александрова М.Н.–Л.: Судостроение, 1987.–656с.
7. Ватипко Б.А. Техническая эксплуатация судовых палубных механизмов и закрытий/ Б.А. Ватипко, В.Г.Бригида, В.И.Ролинский. – М.:Транспорт, 1978.– 200с.
8. Камнев Г.Ф. Подъемно-транспортные машины и палубные механизмы/ Г.Ф.Камнев, Г.Р.Кипарский, В.М.Балин.–Л.:Судостроение, 1976.–312с.

Приложение А

Интенсивность отказов элементов судовых гидроприводов

№	Наименование элемента	Интенсивность отказов $10^{-6} \cdot \lambda(t), \div^{-1}$		
		наибольшая	средняя	наименьшая
1	Гидродвигатели	7,15	4,3	1,45
2	Клапаны	8,0	5,1	2,00
3	Клапаны запорные	10,2	6,5	1,98
4	Клапаны обратные	14,1	5,7	3,27
5	Клапаны переключающие	1,62	0,5	0,26
6	Клапаны перепускные	8,13	5,88	1,41
7	Клапаны предохранительные	8,94	5,7	2,24
8	Клапаны регулируемые	19,8	8,5	1,00
9	Краны трехходовые	7,41	4,6	1,87
10	Краны челночные (пилоты)	9,76	6,9	2,89
11	Насосы с гидроприводом	45,0	14,0	6,4
12	Насосы с механическим приводом	31,3	13,5	3,33
13	Насосы с электрическим приводом	27,4	13,5	2,9
14	Регуляторы давлений и расхода	5,54	2,14	0,70
15	Гидроцилиндры	0,12	0,008	0,006
16	Пневмоцилиндры	0,013	0,004	0,002
17	Баки	2,52	1,5	0,48
18	Резервуары (малые) на высокое давление	0,144	0,08	0,044
19	Резервуары (малые) на низкое давление	0,324	0,18	0,1
20	Теплообменники	18,6	15,0	2,21
21	Шланги низкого давления	3,22	2,0	0,05
22	Шланги высокого давления	5,22	3,9375	0,157
23	Электродвигатели	0,58	0,3	0,11
24	Фильтр	1,2	0,75	0,23

Заказ № _____ от «_____» _____ 200_____ Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ