

1.	<b>Автор (ПІБ курсанта)</b>	Охремов Дмитро Васильович
2.	<b>Назва роботи</b>	Звіт з практики
3.	<b>Дата написання</b>	2020
4.	<b>Мова</b>	Російська
5.	<b>Опис</b>	Група - 232з Форма навчання - заочна

Міністерство освіти і науки України  
Херсонська державна морська академія  
Факультет суднової енергетики Кафедра  
експлуатації суднових  
енергетичних установок

**ЗВІТ**  
**з плавальної практики**

Виконав: Охремов Д.В  
232-з

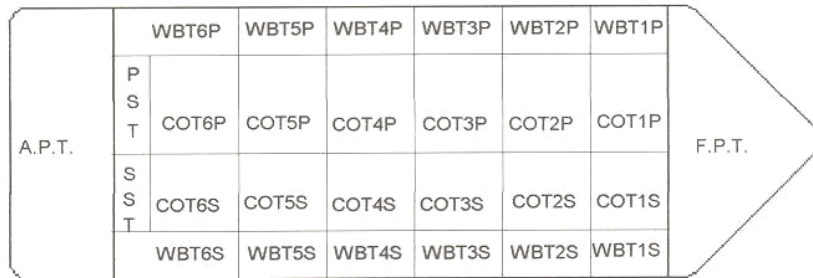
Перевірив: Манжелей В.С

Назва та тип судна, порт приписки Name and type of Ship, Port of Registry	m/v MASTER Nicos Bulkcarrier PANAMA
Судновласник Shipowner	ALEXANDRIA SHIPPING S.A. Greece Athens
Офіційний номер судна Ship's official No.	IMO No 750175X
Валова місткість судна Gross Tonnage	17 855 RTONS DWT: 28 306 TONS
Потужність ГЕУ (кВт) Propulsion Power of main propulsion machinery (kW)	B&W 7500 kW
Потужність суднового електрообладнання (тільки для електротехніків) Total ship's electrical power (for electro-technical officers only) Холодопродуктивність, кКал/год (тільки для рефрижераторів) Refrigerating plant power, kKcal/hr (for refrigerating engineers only)	5200 kW
Посада на судні Rank or rating	oiler
Дата та місце входу на судно Date and place of embarkation	26.10.2018 p. LUANDA ANGOLA West AFRICA.
Дата та місце звільнення із судна Date and place of discharge	25.05.2019 p. CABINDA ANGOLA West AFRICA.
Район плавання та порти заходження Trading area and ports of call	ATLANTIC OCEAN ANGOLA p. LUANDA - p. JEDDAH SAUDI ARABIA - ALTAMIRO MEXICO - LANGSUNG CHINA PIZAN KOREA - ROZE INDIA - SAUDI ARABIA - p. LUANDA ANGOLA - p. CABINDA ANGOLA
Ім'я, прізвище та підпис капітана, суднова печатка Full name and signature of Master, Ship's stamp	MASTER Captain Nicos Frolov
Дата заповнення Date of entry	25.05.2019

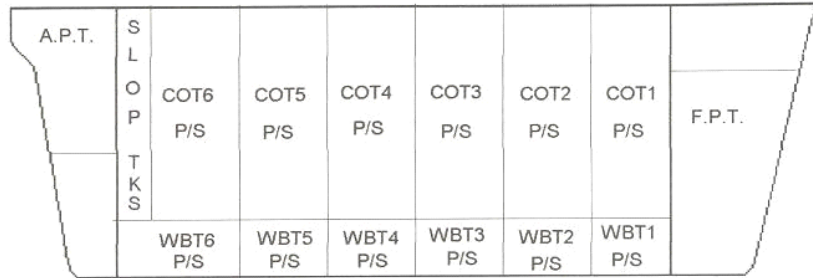
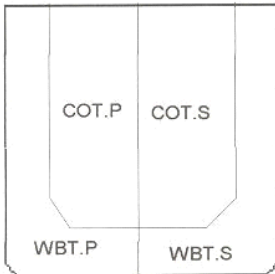
### Устройство судна

### Конструкция и основные данные судна Master Nicos

Название: MASTER NICOS  
 Флаг: Панама  
 Номер: 11642  
 Класс: Балктанер  
 Тип корпуса: 2-х корпусной  
 Главный двигатель: HSD – MAN/B&W 5S70MC-C  
 макс. скорость: 15.1/16 узлов (груз/балласт)  
 Постройщик: Daewoo Shipbuilding & marine Engineering Co., Юж. Корея  
 Дата постройки: 2 декабря 1976 г  
 Водоизмещение: 17857.1 т  
 Дедвейт: 28306т  
 Грузовые танки: 124768,6 т  
 Длина 180м  
 Ширина 25м



Tank



Грузовая и

балластная системы:

Марка главного двигателя: HSD – MAN/B&W 5S70MC-C



Основные параметры:

Двухтактный, простого действия, кривошипный с наддувом при постоянном давлении и прямоточно-клапанной продувкой .

Тип: 5S70MC-C

Число цилиндров: 5

Диаметр поршня: 700 мм

Ход поршня: 2800 мм

Максимальная мощность: 10197 л/с, 7500 кВт при 91 об/мин.

Номинальная мощность: 7070 л/с, 5200 кВт при 87.9 об/мин.

Максимальное давление: 150 бар

Охлаждение рубашки цилиндров: пресной водой

Система пуска: сжатым воздухом (max P=30 бар)

Охлаждение поршней: маслом Охлаждение холодильника продувочного воздуха: пресной водой

Порядок работы цилиндров: 1-4-3-2-5

Температура пресной воды на входе: 36 °C

Расход топлива: 126 г/л/с/ч

Нижняя энергетическая хар. топлива: 42700 кДж/кг (10200 ккал/кг)

Передний ход	обороты	Задний ход	обороты
Самый малый	30	Самый малый	30
Малый	36	Малый	36
Средний	60	Средний	60
Полный маневренный	67	Полный маневренный	67
Полный навигационный		87,9	

*Критические обороты 42 - 54*

Блокировки:

В систему управления встроены следующие блокировки:

Блокировка пуска при включенном валоповоротном механизме.

Когда включен валоповоротный механизм, задействован клапан, блокирующий подвод воздуха.

Положение воздухораспределителя:

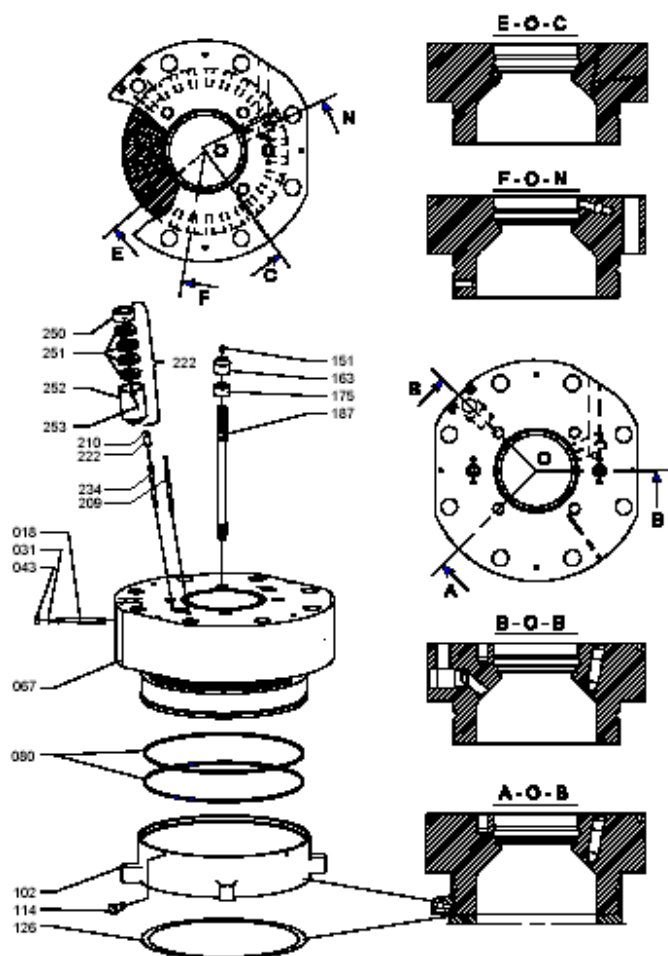
Эта блокировка гарантирует, что двигатель не может быть запущен до тех пор, пока воздухораспределитель не будет в заданном положении, т. е. ВПЕРЕД или НАЗАД.

Система защиты:

Система защиты является полностью автономной. Пневматическая часть системы защиты отделена от системы управления и снабжается воздухом через отдельный клапан. В случае защиты остановкой (Shut down) система защиты воздействует на клапан, при этом пневмосигнал подводится к перепускным клапанам каждого топливного насоса, что приводит к остановке двигателя.

Крышка цилиндра.

Крышки цилиндров, герметически закрывая сверху цилиндр, образуют камеру сгорания. Крышка цилиндра изготовлена из стали и имеет центральное отверстие для выхлопного клапана. Так же имеются отверстия для форсунки, пускового и предохранительного клапанов. Охлаждающая



рубашка сделана в нижней части крышки цилиндра. Другое охлаждающее пространство образовано вокруг седла выхлопного клапана. Эти два пространства соединены между собой большим количеством косо-радиальных охлаждающих каналов в крышке. Вода поступает от рубашки охлаждения окружающей верхнюю часть цилиндровой втулки, далее идет в рубашку охлаждения крышки цилиндра, после чего, по охлаждающим каналам поступает в охлаждающее пространство вокруг седла выхлопного клапана. Оттуда вода уходит в главный выходной патрубок охлаждающей воды. Прокладка между крышкой цилиндра и цилиндровой втулки образовано уплотнительным кольцом сделанным из мягкой стали.

018-штифт пускового клапана 043-гайка 067-крышка цилиндра 080-кольца

102-охлаждающая рубашка

114-винт

126-прокладка 151-винт

163-крышка 175-гайка

187-штифт выхлопного клапана

штифт форсунки

222-проставка

234-штифт с направляющей для форсунки

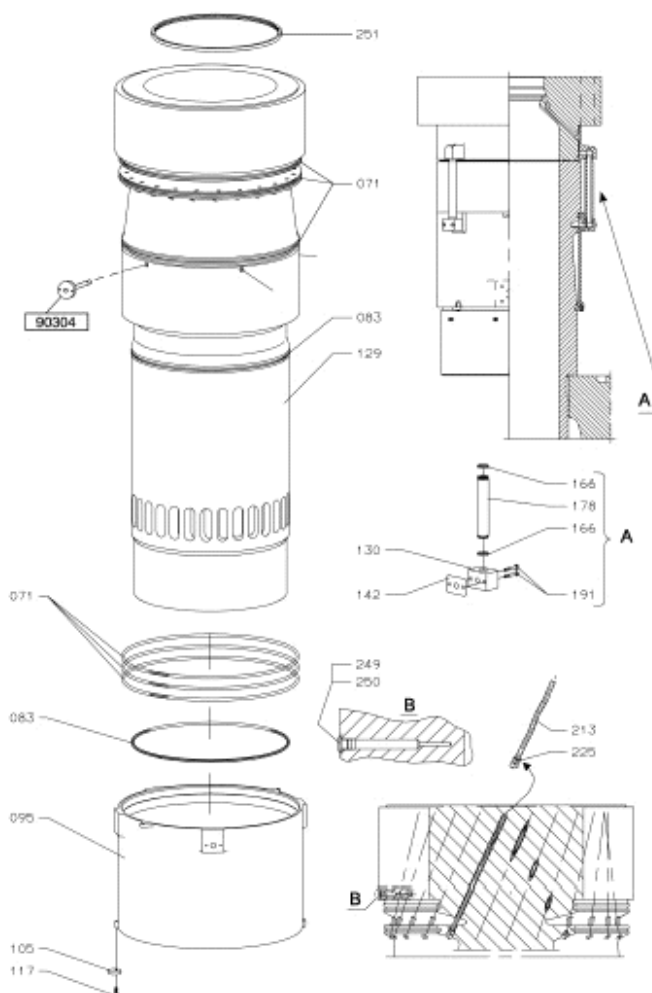
## Втулка цилиндра.

Цилиндровая втулка крепится напротив верха цилиндровой рамы у цилиндровой крышки. Это позволяет ей свободно расширяться вниз во время работы. Цилиндровая втулка окружена охлаждающей рубашкой. Резиновые кольца находящиеся в технологической канавке цилиндровой втулки образуют уплотнения охлаждающей воды. На цилиндровой втулки, со стороны пространства продувочного воздуха, имеются продувочные окна. На свободной части цилиндровой втулки, между охлаждающей рубашкой и рамой, имеются отверстия с невозвратными клапанами для подачи смазки в цилиндр. В раму цилиндра вмонтировано определенное количество лубрикаторов, которые соединены с масляными насосами передающими смазку в отверстия цилиндровой втулки. Лубрикаторы имеют привод через зубчатую передачу от конца распредвала. В ВФШ подача масла в цилиндр зависит от скорости двигателя, в ВРШ – от нагрузки двигателя.



Cylinder Liner and Cooling Jacket

Plate 90302-132



071-кольцо (O-ring) 083-кольцо(O-ring)

095-рубашка охлаждения(Cooling jacket) 105-зажим(Clamp)

117-винт(Screw)

129-втулка цилиндра(Cylinder liner) 130-порт охлаждающей воды (Cooling water connection)

142-уплотнение (Packing) 166-кольцо (O-ring)

178-патрубок (Pipe) 191-винт (Screw) 213-патрубок (Pipe)

225-пружинная шпилька (Spring pin) 249-винт (Plug screw)  
250-уплотнение (Packing) 251- Piston cleaning ring

Поршень и шток поршня.

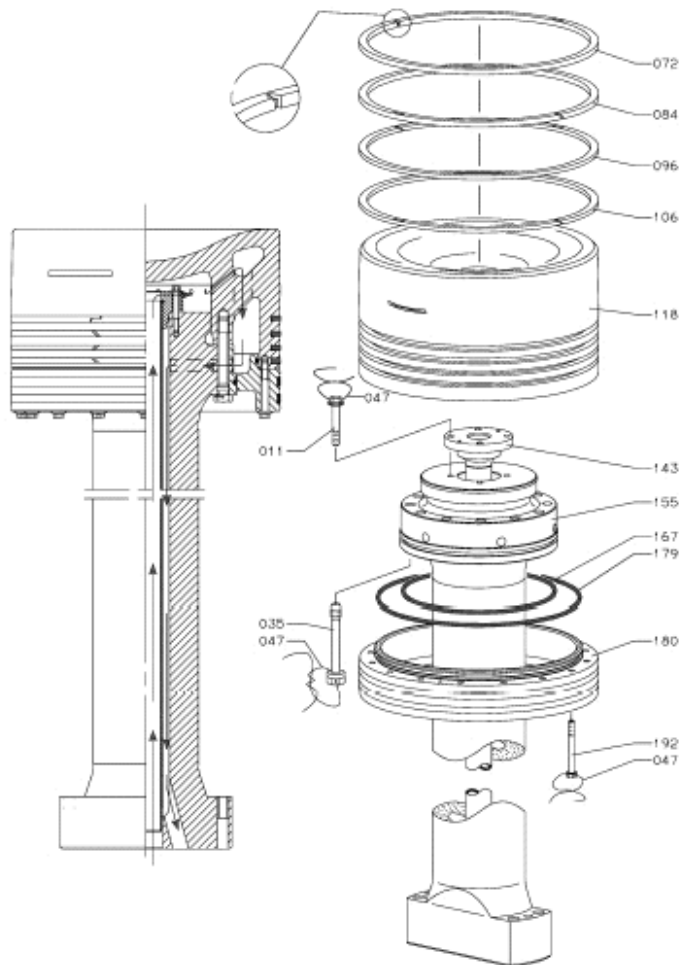
Поршень воспринимает усилие давления газов и передает его через шатун коленчатому валу.

Поршень состоит из двух основных частей: головки и юбки. Головка поршня прикрепленна к верхнему концу штока поршня посредством двух винтов. Юбка поршня прикрепленна к головки поршня с помощью фланцевых винтов.

Во избежание пропуска газов (сжатого воздуха) через зазор между цилиндром и поршнем на поршне устанавливаются кольца. Они же отводят тепло от головки к рабочей втулке. Помимо уплотнительных колец на поршне устанавливаются также 1-3 маслосъемных кольца для удаления лишнего масла со стенок цилиндра. Это уменьшает расход масла, нагарообразование и пригорание колец. Маслосъемное кольцо действует как скребок. При движении поршня вверх сила образовавшегося клина масла отжимает кольцо и оно скользит по маслу. При движении поршня вниз кольцо прижимается к втулке и соскабливает масло, которое через канавки и отверстия в поршне отводится внутрь поршня и стекает в картер.

Головка поршня имеет хромо-платиновые канавки для четырех колец. Два верхних кольца имеют уменьшенный вес. Поршневое кольцо №1- компрессионное с облицовочной внутренней поверхностью. Поршневые кольца №2, 3, 4 имеют косые срезы. Поршневое кольцо № 3 имеет правосторонний срез,





№2, 4-левосторонний срез. Шток поршня имеет отверстие для патрубка масляного охлаждения. Охлаждающее масло поступает от крейцкопфа по телескопической трубке штока к головке поршня. Шток крепится к пальцу крейцкопфа с помощью четырех винтов.

011-винт (Screw) 035-винт (Screw)

047- фиксатор ( Locking wire)

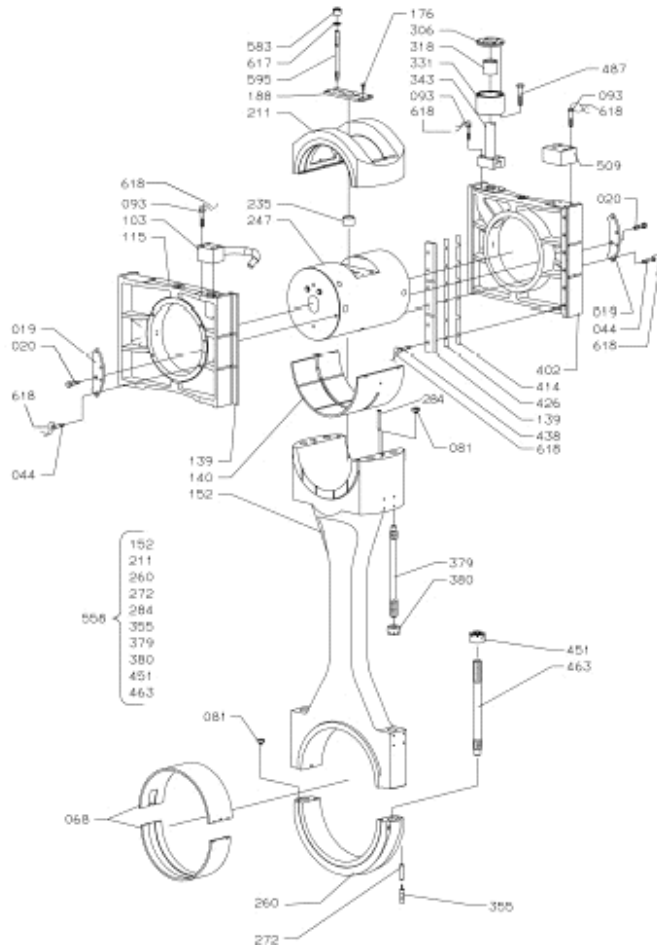
072- поршневое кольцо №1 (Piston ring, no.1 ) 084- поршневое кольцо №2 (Piston ring, no.2 ) 096- поршневое кольцо №3 (Piston ring, no.3 ) 106- поршневое кольцо №4 (Piston ring, no.4 ) 118-головка поршня (Piston crown )

143-патрубок масляного охлаждения (Cooling oil pipe )

155-шток поршня (Piston rod ) 167-вытяжное кольцо (D-ring ) 179-вытяжное кольцо (D-ring) 180-юбка поршня (Piston skirt) 192-винт (Screw)

Поршневые пальцы служат для соединения поршня с верхней головкой шатуна. Они, постоянно испытывая переменную ударную нагрузку, работают на изгиб, сжатие и срез.

Крейцкопф.



Центральная часть кресткопфа расположена в кресткопфном подшипнике. В нем имеется стальной вкладыш, покрытый титан-алюминием. Охлаждающее масло поступает в кресткопф по телескопической трубке, расположенной на верху одной из направляющих колодок. Направляющая колодка устанавливается с противовесом, для обеспечения баланса веса телескопической трубки. Выходной патрубков охлаждающего масла поршня монтируется наверху другой направляющей колодки.

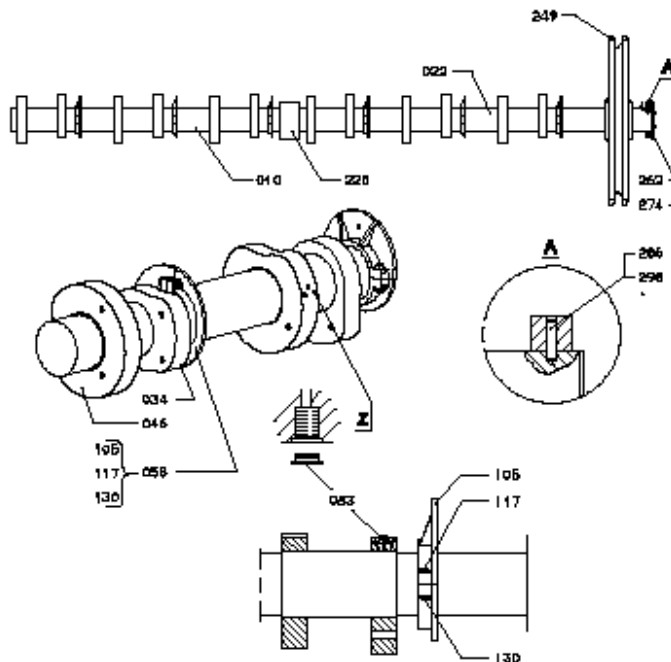
438- винт (Screw ) 451- гайка (Nut )  
 463- шпилька (Stud) 487- винт (Screw )  
 509-противовес (Counterweight)  
 558-соединительный шток (Connecting rod, complete ) 583-гайка (Nut )  
 595- шпилька (Stud)  
 617- прокладка (Washer)  
 618- упорная проволока (Locking wire )

019- пластинка (Plate ) 020- винт (Screw )  
 032- упорная проволока (Locking wire) 044- винт (Screw)  
 068- вкладыш (Crankpin bearing shell, complete ) 081- винт (Screw )  
 093- винт (Screw )  
 103- выходной патрубок (Outlet pipe)

- 115- направляющая колодка (Guide shoe, fore ) 139- направляющая (Guide strip )  
140- вкладыш (Crosshead bearing shell, lower part ) 152- соединительный шток (Connecting rod )  
176- винт (Screw)  
188- регулировочная шайба (Shim 4мм ) 211- крышка крейцкопфного подшипника (Crosshead bearing cap)  
235- направляющая шпилька (Guide pipe ) 247- крейцкопф (Crosshead )  
260- крышка мотылевого подшипника (Crankpin bearing cap )  
272- направляющая шпилька (Guide pin ) 284- направляющая шпилька (Guide pin ) 306- прокладка (Distance piece )  
318- шайба (Bushing )  
343- телескопическая трубка (Telescope pipe ) 355- винт (Screw )  
379- шпилька (Stud ) 380- гайка (Nut )  
402- направляющая (Guide shoe, aft)
- 414- регулировочная шайба (Shim, 0.1 mm, 0.15 mm, 0.3mm)  
426- регулировочная шайба (Shim, 0.5 mm, 1 mm)

#### Распределительный вал.

Распределительный вал делается одно-секционным и более, в зависимости от количества цилиндров. Секции соединены между собой фланцами, которые надеваются на вал с помощью нагрева. Для каждого цилиндра распредвал имеет: один кулачок для топливного насоса, один - для выхлопного клапана, один - для индикаторного привода. Настройка синхронизации двигателя осуществляется принудительной смазкой между кулачками, фланцами или зубчатыми колесами и валами, которое позволяет частям вращаться относительно друг друга. Частота вращения распредвала всегда зависит от частоты вращения коленвала. Когда двигатель реверсируется, позиция роликов топливного насоса изменяется в направлении кулачковых дисков, таким образом изменение синхронизации топливного насоса соответствует новому направлению вращения.



010-распред. Вал (Camshaft) 022-распред. Вал

(Camshaft)

034-выхлопной кулачок (Exhaust cam) 046-топливный кулачок (Fuel cam)

058-индикаторный кулачок (Indicator cam, complete)

083-заглушка (Plug)

105- индикаторный кулачок (Indicator cam) 117-болт (Fitted bolt)

130- самоблокирующаяся гайка (Self-locking nut)

225-фланец (Coupling flange)

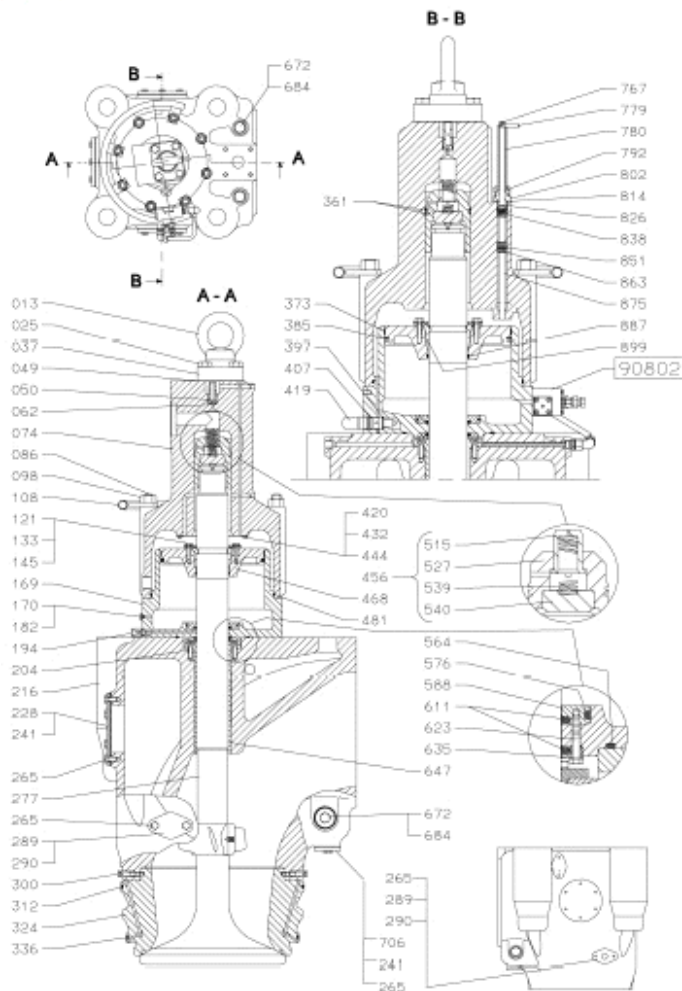
249-цепное колесо (Chain wheel) 262-зубчатое колесо (Gear wheel) 274-винт (Screw)

286-диск (Disc) 298-штифт (Pin)

Насосы высокого давления, форсунки.

От работы топливных насосов высокого давления зависит правильность протекания рабочего процесса в цилиндре. Топливные насосы высокого давления служат для подачи строго отмеренной порции топлива в определенный момент рабочего цикла двигателя. Каждый цилиндр имеет свой топливный насос высокого давления с устройством для регулирования количества подаваемого топлива. Эти насосы непосредственно нагнетают топливо в форсунки и управляют моментами начала и конца впрыскивания.

Форсунки служат для непосредственного ввода топлива в цилиндры двигателя, его распыления и равномерного смешивания с воздухом.



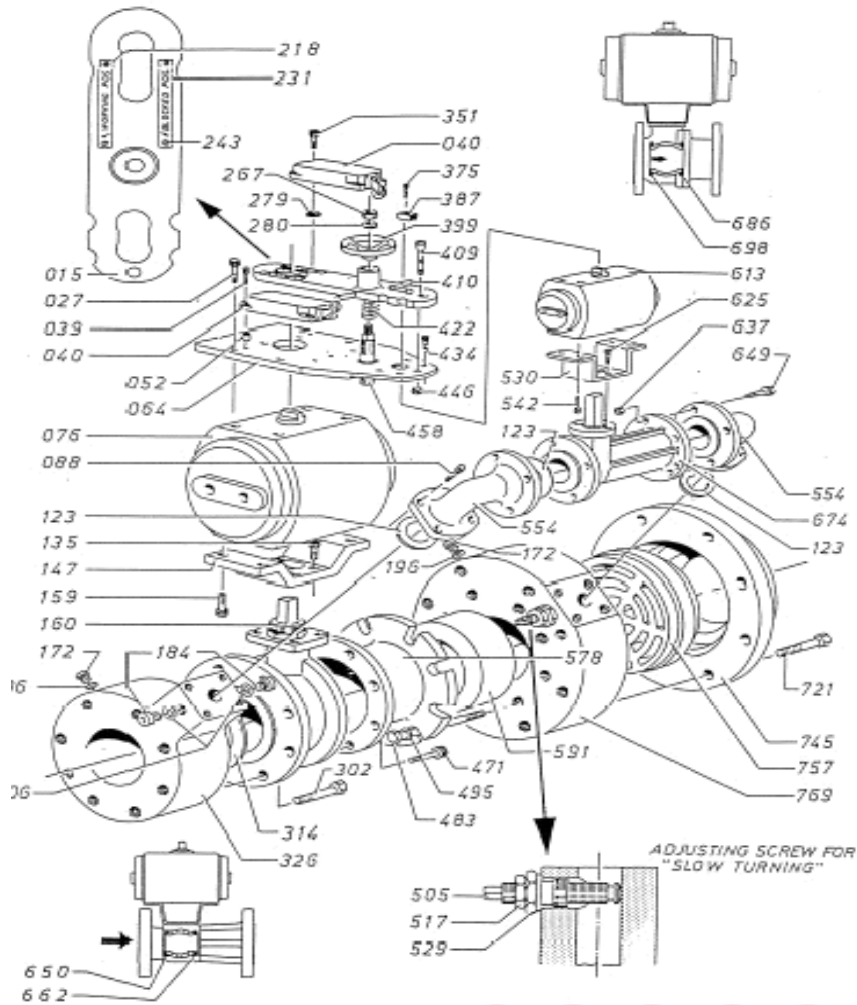
КОНСТРУКЦИЯ ВЫХЛОПНОГО КЛАПАНА

- 013 Lifting eye bolt
- 025 Screw
- 037 Lifting attachment
- Gasket
- Orifice
- 062 Gasket
- 074 Oil cylinder
- 086 Stud
- 098 Nut
- 108 Safety strap
- 121 Disc
- 133 Screw
- 145 Lock washer
- Air cylinder
- Plug screw
- 182 Gasket
- 194 Ball cock
- 204 Screw
- 216 Valve housing
- 228 Cover
- 241
- 265
- 277
- 289
- 290
- 300
- 312
- 324
- 336
- 373
- 385
- 397
- 407
- 419
- 420
- 432
- 444
- 456
- 468
- 481
- 515
- 527
- 539
- 540
- 564
- 576
- 588
- 611
- 623
- 635
- 647
- 672
- 684
- 706
- 741
- 767
- 779
- 780
- 792
- 802
- 814
- 826
- 838
- 851
- 863
- 875
- 887
- 899

241 Gasket  
 265 Screw  
 277 Valve spindle  
 Flange  
 Gasket  
 300 Stop screw  
 312 O-ring  
 324 Valve seat  
 336 O-ring  
 361 Piston ring  
 373 Guide ring  
 385 Sealing ring  
 397 Gasket  
 407 O-ring      767 Cup point screw  
 419 Safety valve      779 Pin  
 420 Disc      780 Guide  
 432 Screw      792 Union nut  
 444 Lock washer      802 Screwed connection  
 456 Piston, complete      814 Gasket  
 468 Piston      826 O-ring  
 481 Sealing ring 838 Spring  
 515 Damper piston      851 Spring retainer  
 527 Piston      863 Spring pin  
 539 Spring      875 Rotation check rod  
 540 Disc, please state height 24 or 21 mm      887 O-ring  
 564 O-ring      899 Conical ring in 2/2  
 576 O-ring      706 Flange  
 588 Flange      647 Bushing  
 611 Sealing ring 672 Gasket  
 623 Screw      684 Plug screw  
 635 Flange

Главный пусковой клапан.

ГПК встроен в главный трубопровод пускового воздуха и состоит из большого шарикового клапана и, иногда, малого шарикового клапана, который используется как байпасный для большого. Оба клапана имеют пневматический силовой привод. На малом шариковом клапане монтируется винт для регулировки малых оборотов. К тому же имеется невозвратный клапан предотвращающий заброс воздуха в случае чрезмерного повышения давления в магистрали. ГПК оборудован блокирующем устройством, состоящем из тарелки, которая с помощью зубчатого колеса может блокировать силовой привод. Шариковые клапана, невозвратный клапан, их приводы и блокирующее устройство изготавливаются целой конструкцией.



015-защитная пластина

027,039,076,088,135,159,243,302,351,375,434,

471,483,542,625,649,721- винт

040- выключатель 052-патрубок 064- пластинка

076,613- актуатор

123,196,206,314,495-прокладка

147-промежуточная часть привода 160,674- шариковый клапан 172,184-пробка

218,231-надпись 267,446,517,637-гайка

279,280 -шайба

326,530,578-промежуточная часть

387-замок 399-маховик

409,410-палец 422-пружина 458-шток

505- шток клапана

529- редукционный клапан 554-труба пускового воздуха 591-кольцо

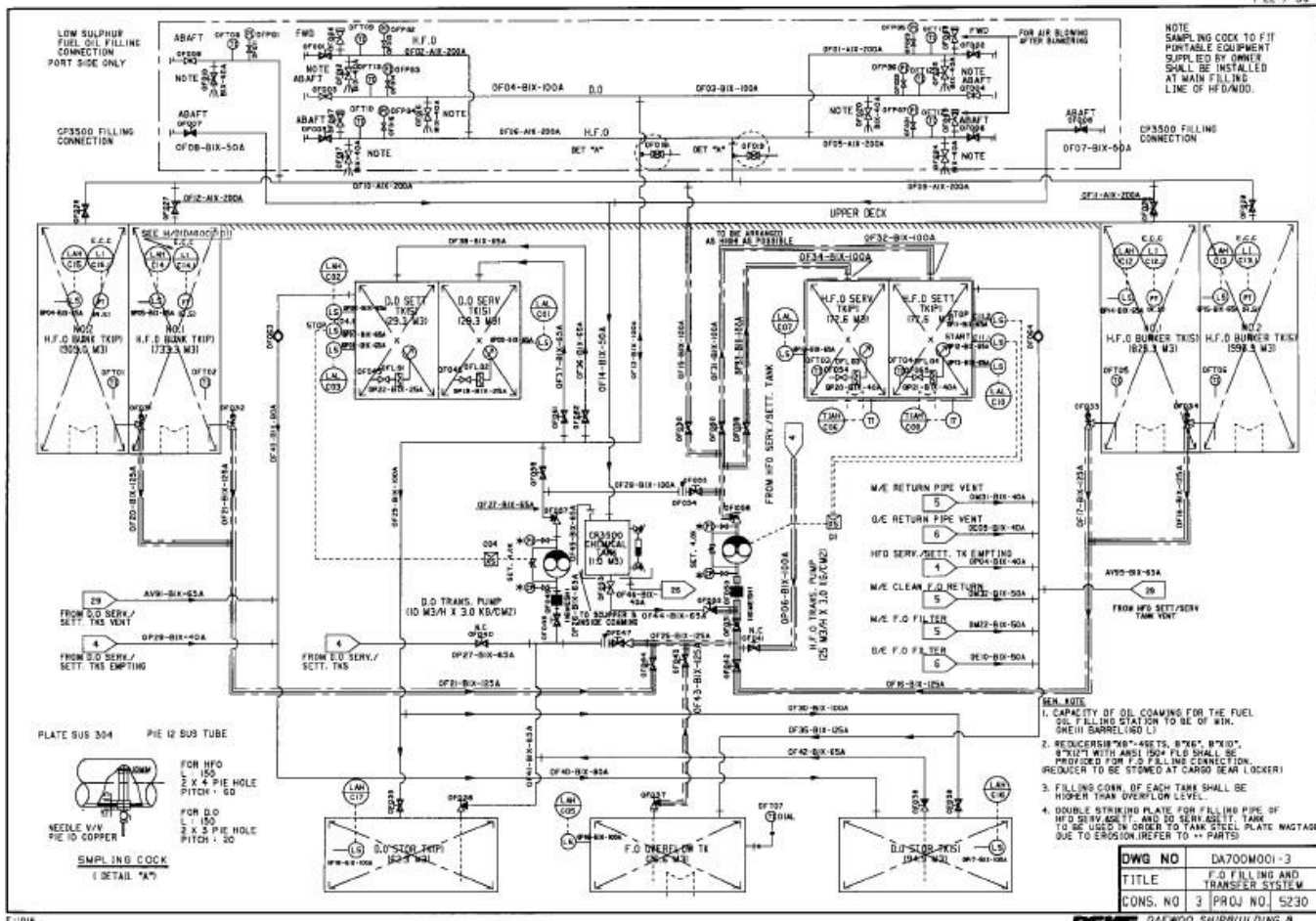
650,698-верхнее седло

662,686- нижнее седло

745,769- корпус

757- невозвратный клапан

Топливная система.



Установки, работающие на тяжелом топливе, имеют две системы: систему дизельного топлива для маневровых и аварийных целей и систему высоко- или средневязкого топлива для ГД. В таких установках для использования тяжелого топлива за топливоподкачивающими насосами (перед дизелем) устанавливают подогреватель. Вдоль всех трубопроводов тяжелого топлива прокладывают паровой трубопровод-спутник, заключенный в общую изоляцию с основным трубопроводом. Перед фильтрами тяжелое топливо подогревается.

Вместимость расходных цистерн тяжелого топлива должна обеспечивать работу двигателей в течение не менее 12 ч. При использовании дизельного топлива это время может быть уменьшено до 8 ч. В составе установки должно быть по две расходные топливные цистерны на каждый вид топлива.

Топливо от расходных цистерн к ТНВД подводится топливоподкачивающими насосами, подача которых превосходит фактический расход топлива в 2—3 раза.

В составе системы должен быть резервный топливоподкачивающий электронасос, который используется также для предпусковой прокачки топлива.

Перед подачей в расходные цистерны топливо очищается в сепараторах. Вязкость топлива при сепарировании поддерживают не более 45 мм<sup>2</sup>/с (6° ВУ), для чего его подогревают. Пропускную способность сепараторов определяют из условий необходимости очистки суточного расхода топлива за 8—12 ч, что соответствует трех- или двукратному часовому расходу топлива (в зависимости от его качества). Основной запас топлива размещают в междудонных и бортовых цистернах. Предусматривается размещение суточного запаса топлива вне двойного дна. Тяжелое топливо в запасных цистернах подогревается до 313—323 К паром давлением 0,2—0,3 МПа, проходящим через змеевики. Перекачка топлива между цистернами, подача его в отстойные цистерны и выдача на палубу производятся топливоперекачивающим насосом.



Отстаивание топлива заключается в осаждении на дне отстойных цистерн содержащихся в топливе механических примесей и воды. Эффективность отстаивания резко увеличивается при подогреве

отстойных цистерн паром. Если топливо подогревают постоянно, то тяжелое топливо отстаивается за 8—24 ч. Отстой из цистерн периодически спускают в цистерну грязного топлива.

Основной недостаток очистки топлива отстаиванием — низкая производительность.

*Фильтрация* заключается в удалении из топлива механических частиц при пропускании его через различные фильтрующие элементы фильтров.

Эксплуатация фильтров предусматривает включение их в действие, контроль за чистотой фильтрующего элемента, систематическое удаление улавливаемых фильтром частиц и очистку или замену фильтрующих элементов. В топливных системах дизелей применяют *фильтры грубой и тонкой очистки*.

Работу фильтра контролируют по показаниям манометров, установленных перед фильтром и за ним; этот контроль значительно упрощается, если вместо двух манометров установлен один — так называемый дифференциальный, т. е. показывающий перепад давлений в фильтре.

Очистка фильтра необходима, если перепад давлений превысил допустимое значение. При подаче топлива в очищенный фильтр следует держать открытым воздушный кран на крышке корпуса фильтра до тех пор, пока через этот кран не пойдет струя топлива без пузырьков воздуха.

Все фильтры имеют устройство для промывания фильтрующих элементов обратным потоком топлива. Промывку рекомендуется производить: для бумажных элементов через каждые 200—300 ч, для миткалевых элементов через 400—500 ч работы. Срок службы фильтрующего элемента составляет не менее 1500 ч.

Фильтрующий элемент металлопористого фильтра представляет собой смесь зерен железа, нержавеющей стали и бронзы, сжатых под высоким давлением. Таким образом обеспечивается пористость любого заданного значения. Фильтрующему элементу можно придать любую форму: конуса, цилиндра и др. Тонкость очистки в металлопористых фильтрах до 5 мкм.

В корпусе фильтра может быть размещено несколько фильтрующих элементов, выполненных, например, в виде стаканов. Фильтрующие элементы очищают путем промывания в керосине или дизельном топливе с последующим обдуванием сжатым воздухом или паром. Со временем элементы утрачивают свою фильтрующую способность, поэтому их необходимо периодически заменять.

*Сепарация* является наиболее распространенным способом очистки топлив от различных примесей и воды. Совершенствование средств сепарации вызвано стремлением обеспечить работу дизелей на тяжелых топливах.

Центробежные сепараторы служат основным средством очистки топлив и масел.

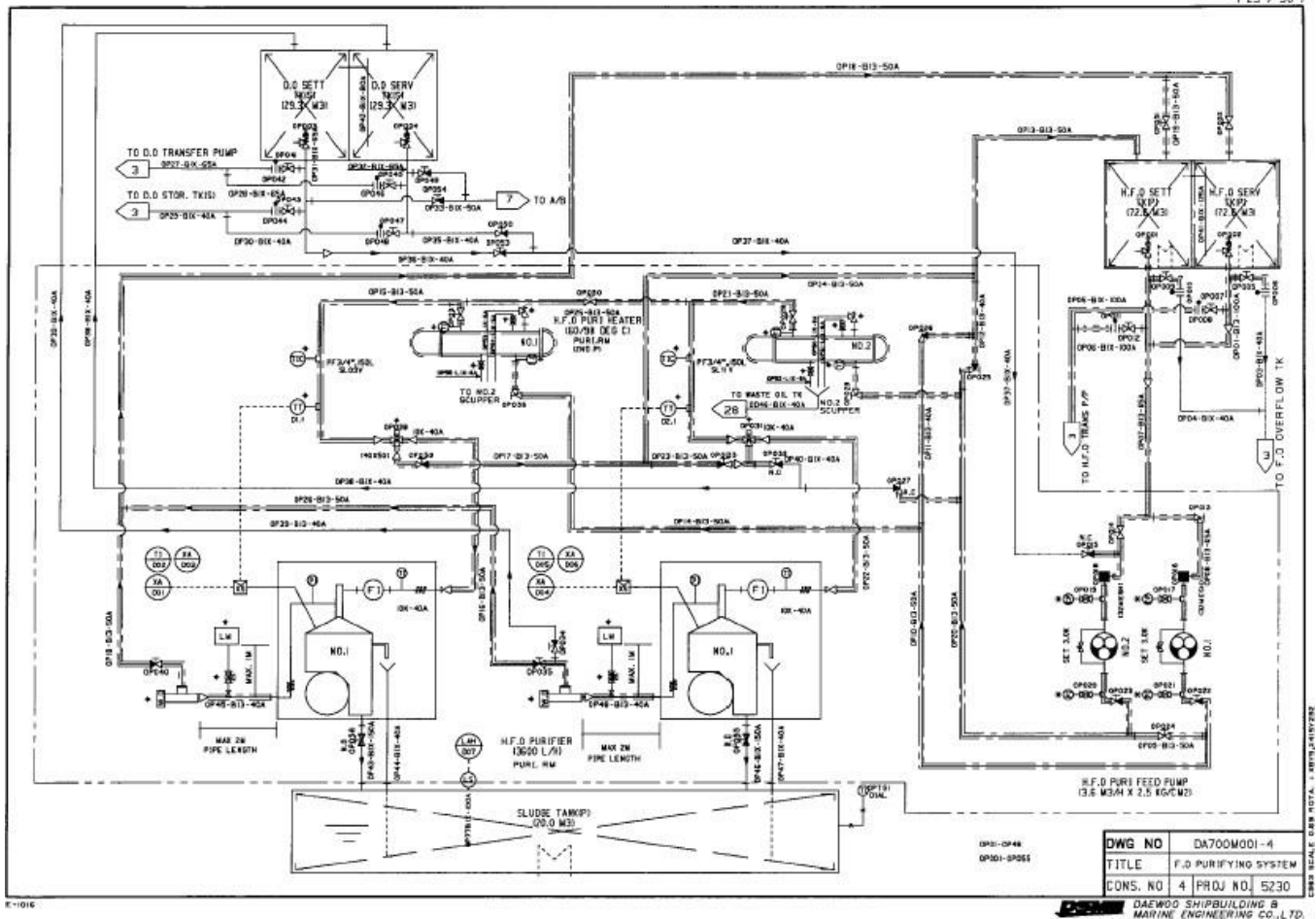
Сепараторы могут быть настроены на режим работы, при котором происходит удаление из топлива воды и механических примесей (*пурификация*), либо на такой режим, когда удаляются лишь механические примеси (*кларификация*).

Отделение от топлива механических примесей и воды происходит в барабане сепаратора. Непрерывно поступающий в барабан загрязненный нефтепродукт получает вращательное движение. Под действием центробежной силы, которая в тарельчатых сепараторах превышает в 4000—8000 раз силу тяжести, вода и механические примеси, имеющие большую плотность, чем топливо, отбрасываются к стенкам барабана, а очищенный нефтепродукт — ближе к оси вращения. Протекая между тарелками барабана, он отводится через кольцевое отверстие в верхней части барабана.

По способу очистки барабана от загрязнений различают сепараторы самоочищающиеся и с ручной очисткой. Самоочищающиеся сепараторы подразделяются на сепараторы с периодической очисткой барабана от шлама и с непрерывной очисткой. На судне установлены сепараторы с периодической очисткой барабана от шлама.

Качество очистки топлива в сепараторе в значительной мере зависит от режима сепарации. Для настройки сепаратора, зная характеристики топлива, определяют диаметр регулировочной шайбы (при

пурификации), температуру сепарации и пропускную способность сепаратора, количество и температуру пресной воды для промывания топлива и создания водяного затвора (при пурификации). В комплект барабана сепаратора входит несколько регулировочных шайб. Чем меньше разница между плотностью воды и сепарируемого топлива, чем меньше должен быть внутренний диаметр шайбы. Необходимую шайбу подбирают по специальной номограмме или по таблице. Количество промывочной воды, подаваемой в сепаратор, должно составлять 3—5% количества подаваемого топлива; температура воды должна быть примерно на 5 K выше температуры сепарируемого топлива.



### система сепарации топлива

Рекомендации по очистке топлива: чем сильнее загрязнено или обводнено топливо, тем меньше должна быть пропускная способность сепаратора; температура подогрева топлива должна быть такой, чтобы вязкость топлива, поступающего в сепаратор, не превышала 6° ВУ.

При правильно выбранном режиме сепарации из топлива должны полностью удаляться вода и 60— 70% механических примесей.

Эффективность сепарации топлив определяется не только режимом работы сепаратора, но и размерами частиц механических примесей неорганического и органического происхождения.

Механические примеси неорганического происхождения вследствие более высокой плотности удаляются из топлива с большей полнотой, чем примеси органического происхождения. Как правило, при сепарации из топлива удаляются все металлические и неметаллические частицы размером до 2—

3 мкм. Сепарация позволяет понизить содержание воды в топливе до 0,02%, а также значительно уменьшить его зольность.

При подготовке сепаратора к пуску следует проверить уровень масла в картере редуктора сепаратора. Освободив барабан сепаратора от тормоза, стопоры барабана отвертывают, а клапаны устанавливают на рециркуляцию топлива. Заполнив напорный бак водой, его разобщают от разгрузочного устройства. Затвор самоочищающегося сепаратора должен быть открыт. Включив электродвигатель, дают возможность барабану достичь полной частоты вращения, после чего в самоочищающемся сепараторе закрывают затвор путем подачи воды из напорного бака.

В режиме пурификации в барабан подают горячую воду для образования водяного затвора, о возникновении которого можно сделать вывод, наблюдая выход воды через водоотливной трубопровод. В режиме кларификации водяной затвор не нужен.

Установив расходомер на требуемую пропускную способность, открывают кран подачи сепарируемого топлива. Во время работы контролируют нагрузку на электродвигатель, частоту

вращения барабана, подачу топлива в сепаратор, температуру топлива при входе в барабан и давление на выходе из него.

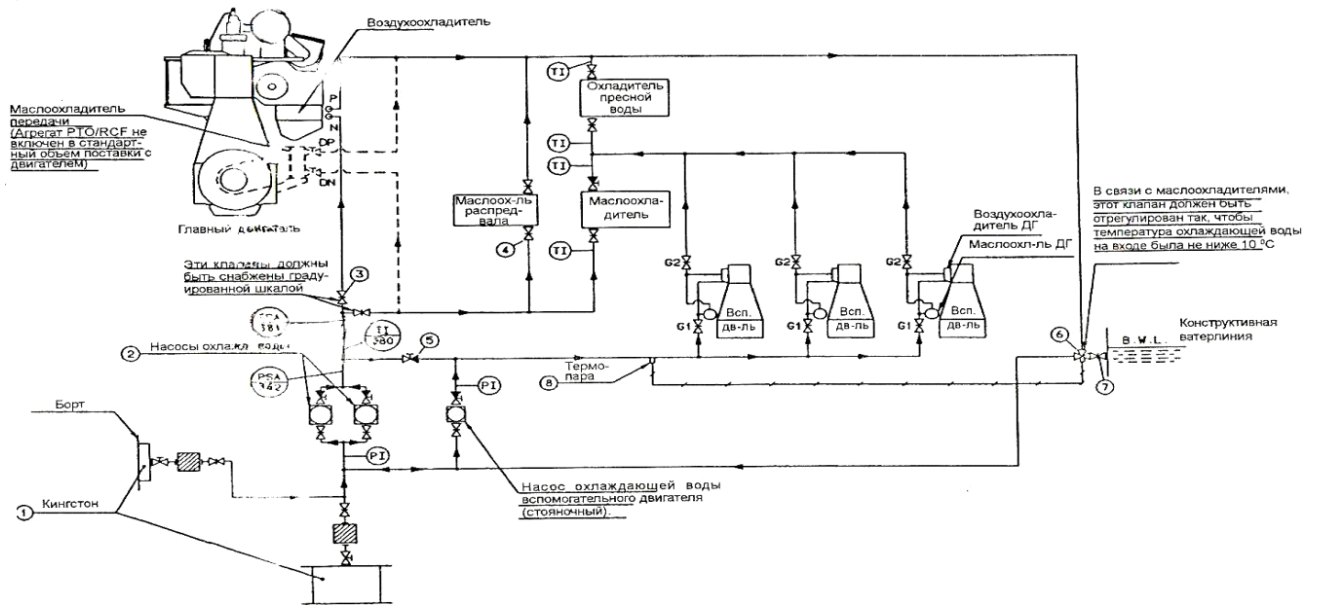
За работой сепаратора можно наблюдать по контрольным стеклам. Если пурификация протекает нормально, в стекле на водоотливной трубке наблюдается выход воды, если воды нет, то это может служить предупреждением о значительном отложении грязи в барабане. По той же причине может появиться топливо в камере переполнения, где при нормальной работе его быть не должно; поэтому в обоих случаях необходима очистка барабана. Перед остановкой сепаратора прекращают подачу сепарируемого топлива, а после вытекания из сепаратора его остатков разгружают барабан. Электродвигатель отключают в последнюю очередь.

При работе сепаратора в режиме пурификации эффективность сепарации зависит от положения «пограничного слоя», представляющего собой границу раздела между топливом и водой и обеспечивающего создание водяного затвора. Нормально «пограничный слой» должен располагаться за внешней кромкой распределительных отверстий дисков сепаратора и не проходить по отверстиям или правее их. В первом случае будет наблюдаться торможение потока топлива на входе в диски, что приведет к резкому ухудшению сепарации, во втором случае в зону очищенного топлива будет поступать вода.

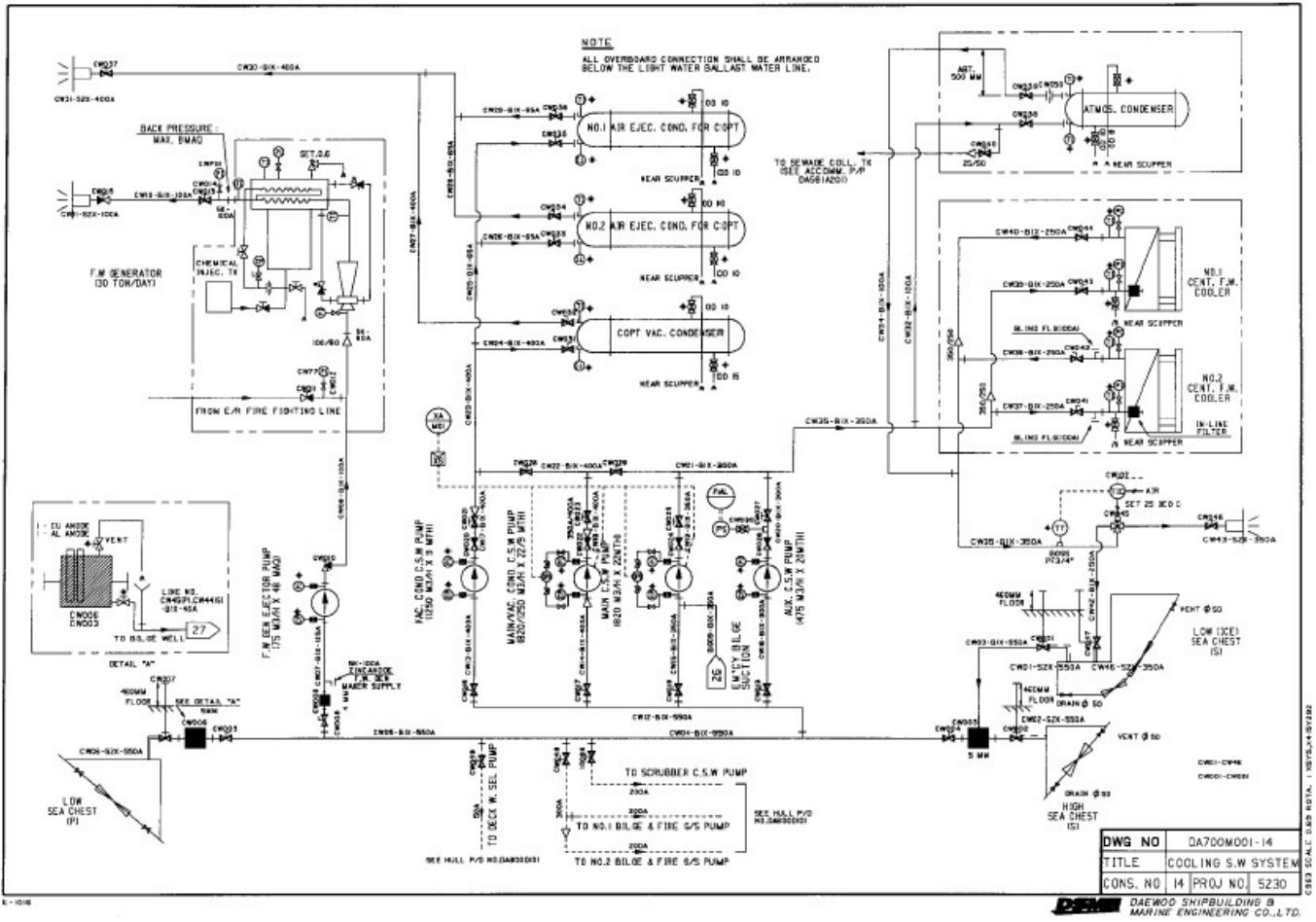
Эффективность сепарации повышается, если поверхность раздела отодвигается влево от отверстий дисков, так как в этом случае увеличивается эффективная поверхность последних. Однако при этом растет риск исчезновения (разрыва) водяного затвора и, как следствие, может произойти утечка топлива через водоотводный канал в грязевую цистерну. Положение «пограничного слоя» регулируют с помощью гравитационной шайбы, устанавливаемой в верхней части корпуса барабана и оказывающей сопротивление выходу из него воды. Если установить шайбу с меньшим диаметром отверстия, давление воды на топливо в корпусе барабана сепаратора увеличится, и «пограничный слой» переместится ближе к оси вращения. Для обеспечения необходимого равновесия между топливом и водой при подборе диаметра гравитационной шайбы необходимо руководствоваться плотностью сепарируемого топлива; для этой цели служат номограммы или таблицы, помещаемые в инструкции к сепараторам.

Система заборной охлаждающей воды.

Забортная вода принимается из кингстона насосом заборной воды, подаваемый поток разделяется на три отдельные ветви через: регулируемый клапан (3) прямо на ОХНВ главного двигателя, на маслоохладитель и охладитель пресной воды охлаждения цилиндров, невозвратный клапан (5) на вспомогательные двигатели. Заборная вода в дальнейшем вновь смешивается и затем поступает к терморегулятору с трехходовым клапаном (6) и на клапан слива воды за борт (7). Терморегулятор (6) управляется датчиком температуры (8), установленным в приемной трубе заборной воды. Терморегулятор отрегулирован так, чтобы вода в приемном патрубке насоса поддерживалась на уровне выше 10 °С в целях предотвращения загустевания смазочного масла на холодных поверхностях охлаждения. Если температура ниже установленного уровня, терморегулятор (6) осуществляет рециркуляцию воды к всасывающему трубопроводу насоса заборной воды.

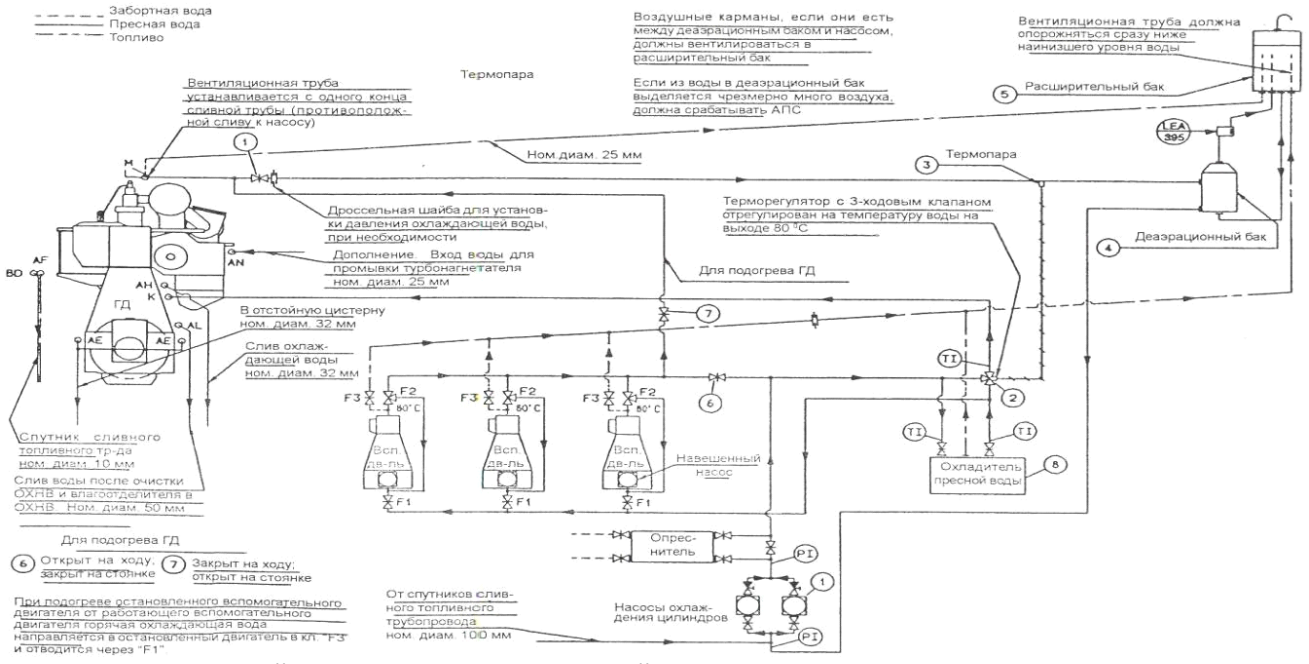


система охлаждения заборной воды

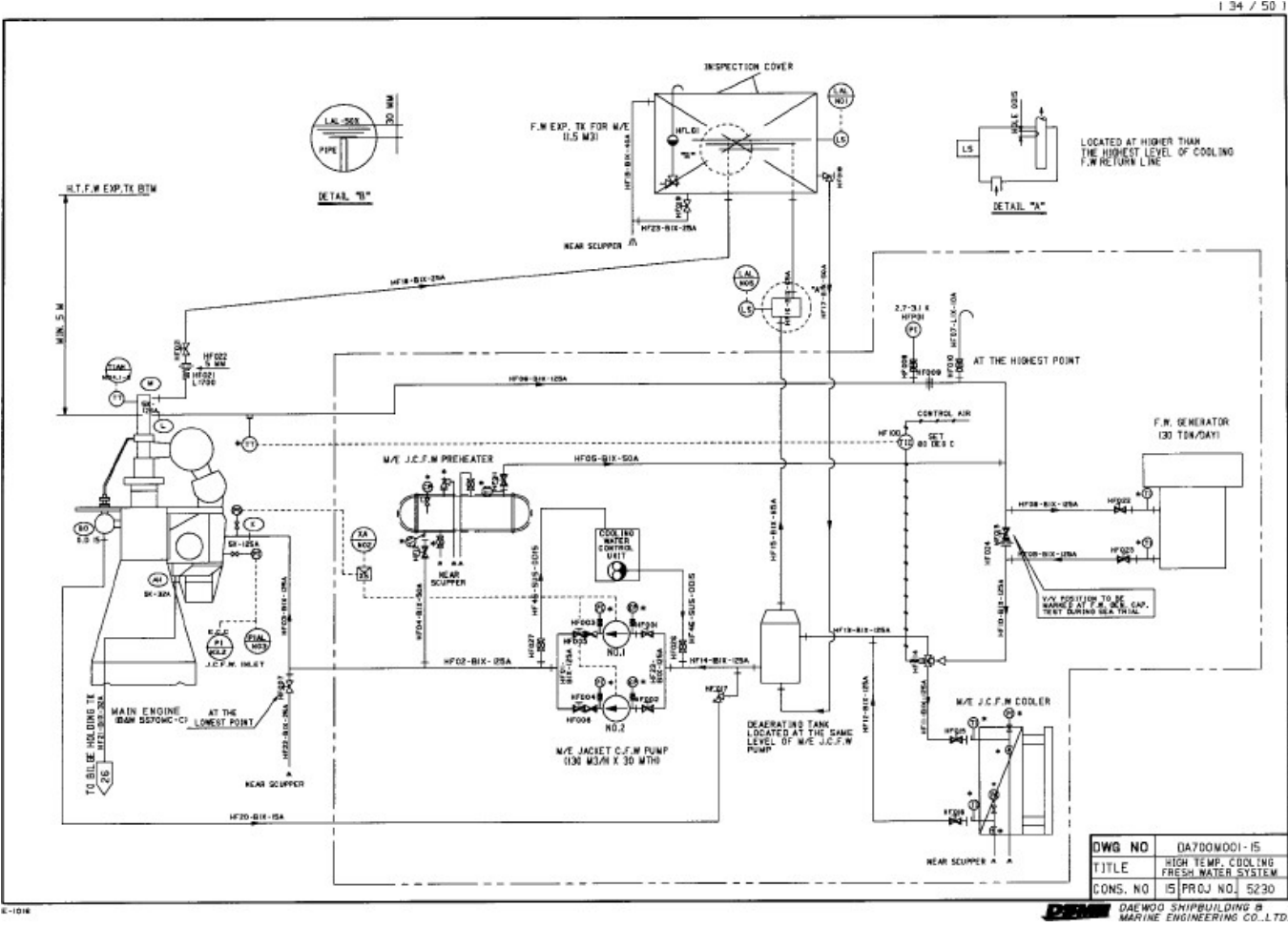


Система охлаждения цилиндров.

Пресная вода прокачивается через охладитель и цилиндры главного двигателя, терморегулятор (2) на выходе из охладителя смешивает охлажденную и неохлажденную воду в таком соотношении, чтобы температура на выходе из двигателя была около 80 оС. Для предотвращения скапливания воздуха в системе на выходном трубопроводе предусмотрен деаэрационный бачок (4). Расширительный бак(5) компенсирует разницу в объеме воды при изменении температуры.



**высокотемпературный контур охлаждения пресной воды**



Порядок приема, хранения и списания топлива и масла на судне.

Приемка топлива (бункеровка) должна производиться в строгом соответствии с Правилами технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций и с соблюдением мер противопожарной безопасности. Инструкции заводов-изготовителей дизелей требуют, чтобы соответствие принимаемого топлива стандарту было подтверждено сертификатом (паспортом) и *контрольным анализом пробы*, взятой из принятого топлива; при этом проверяется вязкость топлива, температура его вспышки и содержание механических примесей и воды. Руководствуются не только назначением топлива, соответствующим его марке, а главным образом требованиями, которым должно удовлетворять это топливо применительно к конкретному дизелю.

Для сокращения времени бункеровки необходимо уменьшить вязкость тяжелого топлива, а для этого требуется его подогрев. Температура подогрева высоковязкого топлива в открытых системах должна быть на 15 К ниже температуры его вспышки. Температуру подогрева выбирают с учетом прежде всего обеспечения заданной продолжительности бункеровки теплохода, минимальных затрат теплоты на подогрев топлива и оптимальных условий предварительной его обработки.

Для получения смеси маловязкого топлива с высоковязким температуру подогрева последнего следует поддерживать на 15 К ниже температуры вспышки маловязкого топлива.

Таким образом, для пополнения запаса топлив физическое состояние высоковязкого топлива необходимо определять с учетом верхнего предела вязкости, при котором подающий насос работоспособен, температуры застывания высоковязкого топлива, температуры вспышки высоко- и маловязкого топлива (при приготовлении топливных смесей).

Запас топлива на теплоходе складывается из основного количества, достаточного для совершения полного рейса, и аварийного запаса.

Вместимость цистерн аварийного запаса обычно составляет до 20% основного. Вместимость цистерн основного запаса определяют в зависимости от автономности плавания данного судна. Количество топлива, расположенного в танках вне двойного дна, должно составлять не менее двухсуточного расхода.

Если дизель предназначен для работы на тяжелом топливе, то количество дизельного топлива, предназначенное для работы в пусковой период и на маневрах, а также на случай неисправностей устройств для подогрева тяжелого топлива, обычно составляет до 20% общего запаса топлива для дизелей на данном теплоходе.

Порядок пуска, реверса и остановки ГД.

Подготовка к пуску.

а) Установите рукоятку на пульте управления ГД в положение "Машинное отделение". б) Проверьте и при необходимости заполните маслом:

расходную цистерну цилиндрического масла;

сточную-циркуляционную цистерну ГД;

сточную цистерну ТК;

в) Проверьте количество пресной воды в системе охлаждения. г) Проверьте чистоту фильтров: топлива, масла и воды.

д) Слейте воду из пневматических систем двигателя и смажьте все клапаны этих систем.

е) Выведите из зацепления валоповоротное устройство. Проверьте его фиксацию в положении "выключено".

ж) Включить насосы смазочного масла циркуляционной смазки ГД, турбокомпрессоров.

з) Проверьте: давление масла во всех системах, протекание масла по смотровым стеклам на сливе из поршней, из подшипников турбокомпрессоров, из напорной цистерны системы смазки турбокомпрессоров и из приводов распределительного вала. Откройте картерные щиты и проверьте сток масла от головных, мотылевых и рамовых подшипников. Закройте картерные щиты.

и) Проверьте наличие масла лубрикаторах смазки цилиндров. Лубрикаторы прокачайте вручную. м) Проверьте давление в баллонах пускового воздуха.

- н) Главный пусковой клапан в положение "работа",
- о) Включите топливоподкачивающий насос и проверьте давление.
- п) Медленно проверните двигатель на один или два оборота пусковым воздухом при открытых индикаторных кранах. Медленное проворачивание двигателя производится за 30 минут до пуска двигателя.
- р) Сообщите на мостик, что двигатель готов к пуску. Пуск и реверс.

#### Пуск

- а) Установите рычаг реверса в положение "Вперед" или "Назад" в соответствии с сигналом, полученным по телеграфу.
- б) Установите пускорегулирующую рукоятку в положение "Пуск" на первое деление сектора и после первых оборотов на пусковом воздухе переведите рукоятку дальше на деление, соответствующее количеству топлива, необходимого для поддержания заданного числа оборотов.
- в) Если при пуске двигателя вспышек не произошло, переведите рукоятку в положение "Стоп" и повторите пуск.
- г) Нагрузку на двигатель увеличивайте постепенно с доведением до полной.

Реверс осуществляется через остановку двигателя. Остановка.

- а) Перед остановкой двигателя проверьте все пусковые клапаны на плотность.
- б) Установите пусковой рычаг в положение "Стоп" и выключите топливоподкачивающий насос.
- в) После остановки двигателя проверьте нет ли зависания пусковых клапанов.
- г) Закройте клапан пускового воздуха и удалите воздух из труб.
- д) Закройте главный пусковой клапан.
- е) Проверьте сток масла от головных, мотылевых и рамовых подшипников, смазку упорного подшипника.
- ж) Перевести управление Г.Д. на мост.

Проверки во время стоянки остановленного дизеля.

#### Поток масла:

Когда насос циркуляционного масла еще работает и масло теплое, откройте картер и проверьте сток масла со всех крейцкопфных, мотылевых и рамовых подшипников. Струи масла из осевых масляных канавок нижних вкладышей крейцкопфных подшипников должны быть одинаковы по объему и направлению. Проверьте наличие потока масла охлаждения поршней через смотровые окна на сливе масла из поршней.

#### Маслянный поддон и зазоры в подшипниках:

После остановки масляного насоса проверьте днище маслянного поддона на наличие частич баббита от подшипников. Проверьте щупом зазоры в подшипниках.

#### Фильтры:

Откройте все фильтры и проверьте, чтобы не было инородных частич.

#### Осмотр через продувочные окна:

Проверьте состояние поршневых колец, втулок цилиндров и поршней. Во время этой проверки продолжайте циркуляцию охлаждающей воды и охлаждающего масла с целью обнаружения возможных утечек.

#### Турбонагнетатель:

Откройте сливные пробки на днище корпусов ТН, слейте отстой из дренажной коробки со стороны выпускных газов, для предотвращения скопления дождевой воды.



## Характеристики топлива и присадок.

К основным характеристикам топлив, регламентируемым соответствующими стандартами, относятся вязкость, плотность, фракционный состав, воспламеняемость, температура застывания, температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения, элементарный химический состав и теплота сгорания, коксуемость, зольность, кислотность, содержание серы, механических примесей и воды.

*Вязкость* — это свойство жидкого топлива (как и любого другого нефтепродукта) оказывать сопротивление перемещению его частиц под действием внешних сил. Вязкость — один из основных показателей топлива, определяющий его распыливание. Марка топлива характеризуется кинематической или (устаревшее) условной вязкостью. Единица *кинематической вязкости* —  $\text{мм}^2/\text{с}$  (вяз-

кость  $1 \text{ мм}^2/\text{с}$  имеет дистиллированная вода при 293 К). При повышении температуры вязкость топлива уменьшается, поэтому всегда указывают температуру, при которой вязкость определялась. Значения условной вязкости ( $^{\circ}\text{ВУ}$ ) следует переводить в значения кинематической вязкости.

В некоторых странах вязкость измеряют в секундах Редвуда (с R1) или Сейболта (Sv). Зависимости между применяемыми единицами вязкости приведены в табл. 12.

*Цетановое число* — показатель воспламеняемости дизельного топлива, численно равный такому процентному (по объему) содержанию цетана в смеси с альфамс-тилнафталином, при котором периоды задержки воспламенения этой смеси и испытуемого топлива одинаковы. Период задержки воспламенения измеряется временем от момента достижения температуры самовоспламенения топлива до момента воспламенения смеси его с воздухом. Для определения цетанового числа берут смесь, состоящую из цетана — легковоспламеняющегося углеводорода (его воспламеняемость оценивается индексом 100) и альфаметилнафталена — трудновоспламеняющегося углеводорода, оцениваемого индексом 0.

*Присадками* называют химические соединения, добавляемые к топливам для улучшения их свойств. Присадки способствуют уменьшению нагарообразования, улучшению процесса сгорания топлива, нейтрализации продуктов сгорания, повышению способности топлива противостоять окислению при хранении и др.

В связи с многообразием судовых дизелей, различием в конструкции их топливной аппаратуры, а также в условиях эксплуатации нефтеперерабатывающая промышленность выпускает топлива нескольких сортов с различными физико-химическими характеристиками. В зависимости от этих характеристик и от способа получения все топлива можно разбить на маловязкие (дизельные дистиллятные), средне- и высоковязкие.

Группа *маловязких* ограничивается следующими марками топлив: дизельные марок Л, А и З.

В группу *средневязких* включены следующие марки топлив: моторное марки ДТ, флотский мазут марки Ф5, газотурбинное марок ТГ, ТГВК. Среди топлив этой группы основным является топливо марки ДТ. В группу *высоковязких* включены следующие марки топлив: мазут топочный марок 40, 40В; моторное топливо марки ДМ; флотский мазут марки Ф12; экспортные мазуты марок М0,9; М1,5 и М2,0. Основным в этой группе является моторное топливо ДМ, предназначенное специально для судовых дизелей крейцкопфного и тронкового типов. В этой же группе рекомендован к применению мазут марок 40 и 40В в качестве топлива для дизелей крейцкопфного и тронкового типов, оснащенных специальными системами топливоподготовки с химической обработкой (вводом присадок), гомогенизацией и комплексной очисткой топлива.

Обе марки ДТ и ДМ занимают по показателю вязкости среднее положение между дизельными топливами и мазутом 40. По таким показателям, как содержание серы, зольность, температура застывания, топливо марки ДМ идентично мазуту 40. По содержанию механических примесей топливо марки ДМ существенно отличается от топочного мазута, что делает возможным его применение в СДУ с системами топливоподготовки, укомплектованными средствами очистки (отстойные цистерны, сепараторы и фильтры).

Плотность топлив ДТ и ДМ ограничена соответственно 0,92 и 0,97 г/см<sup>3</sup> с целью обеспечения необходимой очистки в процессе отстаивания и сепарирования.

В целях мобильности бункеровки судов и расширения доли потребления наиболее экономичных марок топлив рекомендованы следующие топливные смеси: мазут марок 40 и 40В и дизельные топлива марки Л или З с содержанием последних не более 30% для судов с системами топливоподготовки, обеспечивающими применение топлива ДМ или ДТ; экспортные мазуты марок М 0,9; М 1,5 или М 2,0 и дизельные топлива марок Л, А или З для судов с системами топливоподготовки, обеспечивающими применение топлива ДТ.

В топливе всегда присутствуют посторонние примеси, поэтому перед его использованием необходимо его очищать от твердых и жидких примесей. К твердым относятся песок, ржавчина, а к жидким пресная или забортная вода. Эти примеси могут вызвать повреждение топливных насосов, повышенный износ цилиндрической втулки, отложение на седлах выпускных клапанов. Эффективную очистку топлива можно обеспечить только сепарацией. Топливо в сепараторе должно задерживаться по возможности дольше, особенно важно, чтобы для топлив, вязкостью выше 180 сСт при 50 оС, поддерживалась максимально возможная температура подогрева 95-98 оС.

Характеристики циркуляционного и цилиндрического масел, используемые присадки к ним.

Основные характеристики масел аналогичны, за некоторым исключением, характеристикам топлив, применяемых в СДУ. К ним относятся: вязкость, индекс вязкости, кислотное число, щелочное число, содержание водорастворимых кислот и щелочей, коксуемость, зольность, коррозионность, термоокислительная стабильность, температура вспышки, температура застывания, содержание механических примесей, содержание воды, стойкость при хранении.

*Вязкость масла* должна обеспечивать надежную смазку и минимальный износ трущихся поверхностей при всех эксплуатационных режимах.

Роль вязкости неоднозначна: для обеспечения несущей способности масляного слоя, уплотнения деталей и уменьшения расхода требуется повышенная вязкость масла; в то же время очистка трущихся деталей от продуктов окисления и прочих загрязнений, охлаждение деталей лучше обеспечиваются маловязким маслом, к тому же легче фильтруемым.

Поэтому для смазки двигателей выбирают масло по возможности небольшой вязкости, но такое, которое надежно обеспечивало бы жидкостное трение в главных узлах даже при высокой температуре. При выборе масла учитывают также, в какой степени изменяется его вязкость при изменении температуры, так как от этого зависит степень отклонения фактического режима смазки от требуемого, а также возможность прокачки масла при низких температурах.

Различия в вязкостно-температурных свойствах масел зависят от их группового углеводородного состава. Наиболее пологая кривая вязкости у масел, состоящих преимущественно из алкановых углеводородов, наиболее крутая — у масел, содержащих полициклические углеводороды. Масла на основе циклановых и ароматических углеводородов занимают промежуточное положение.

С повышением вязкости вязкостно-температурные свойства масла ухудшаются при любом групповом составе. Отсюда возникает важный практический вывод: носителями хороших вязкостно-температурных свойств являются, как правило, маловязкие масла. Для оценки вязкостно-температурных характеристик масел используют так называемый *индекс вязкости*, являющийся безразмерным числом. Оценка конкретного масла по индексу вязкости основана на сравнении его

вязкостно-температурных свойств с подобными же свойствами двух групп специальных масел, принятых за эталонные. При этом индекс вязкости определяют по номограммам, имеющимся на предприятиях-изготовителях масел. У большинства современных масел, применяемых на судах для ДВС, индекс вязкости в среднем измеряется числом 90.

Очень низкие *температуры вспышки и воспламенения* характеризуют огнеопасность масел и указывают на наличие в них случайных примесей, главным образом топлива.

*Температура застывания* вместе с вязкостью характеризует поведение масел при низких температурах, про-качиваемость, коэффициент трения в момент пуска дизеля.

*Содержание золы* в маслах должно быть минимальным. Присутствие значительного количества золы указывает на плохую очистку масел, на наличие в них различных солей и минеральных механических примесей.

*Содержание механических примесей* и воды приводит к повышенному изнашиванию трущихся деталей и интенсивному нагарообразованию. Кроме того, присутствие механических примесей в масле искажает результаты анализа по определению содержания кокса и золы.

*Свободные органические кислоты*, содержащиеся в масле и определяющие его *кислотность*, вызывают коррозию металлов, особенно цветных. Разрушительное действие органических кислот усиливается при наличии воды. Кислотность рассматривается как основной показатель коррозионной агрессивности масла по отношению к металлам, поэтому начальное ее значение должно быть возможно меньшим

*Щелочное число* характеризует способность масла нейтрализовать появляющиеся в нем кислоты, предотвращая коррозию и износ смазываемых поверхностей. Щелочные свойства обеспечивают введением в масло специальных присадок. Начальное щелочное число масла подбирают с учетом возможности образования кислот в среде, где будет применяться данное масло. Наибольшие щелочные числа имеют цилиндровые масла, используемые в дизелях, работающих на сернистых топливах. В таких маслах (со щелочными присадками) наличие щелочи обусловлено характером присадки и не является признаком непригодности масла. Предельная щелочность современных масел (около 100 мг КОН на 1 г масла) достаточна для нейтрализации сернистых соединений, образующихся при сгорании топлива с содержанием серы до 4%.

Под присадками понимают специальные химические вещества, применяемые с целью придания маслам новых свойств или улучшения их физико-химических характеристик. Присадки бывают *вязкостные, антиокислительные и антикоррозионные, нейтрализующие, моющие, противозносные, антипенные и понижающие температуру застывания* масла. Наиболее распространены многофункциональные присадки, т. е. такие, которые улучшают не одну, а сразу несколько характеристик масла.

К присадкам для масел предъявляют высокие требования: они должны быть достаточно эффективными в малых количествах, сохранять стабильность при изменении рабочих температур и давлений в масляной системе, хорошо растворяться в маслах, сохранять свои качества при длительном хранении.

К цилиндровым маслам предъявляют специфические требования.

Надежная смазка цилиндров, особенно у мощных форсированных крейцкопфных дизелей с газотурбинным наддувом, работающих на тяжелых сернистых топливах, значительно затруднена, так как большие нагрузки на поршневые кольца, высокая температура деталей ЦПГ и агрессивное действие газовой среды на смазочное масло препятствуют созданию неразрушаемой масляной пленки на рабочих поверхностях цилиндров. Условия применения цилиндровых масел обуславливают следующие требования, предъявляемые к ним: возможность создания на рабочих поверхностях цилиндров масляной пленки, до минимума снижающей трение между втулкой и кольцами и их изнашивание; способность к нейтрализации коррозионного действия продуктов сгорания сернистого

топлива; способность противостоять нагарообразованию на деталях ЦПГ, образованию стойких эмульсий и выпаданию присадок при попадании в масло воды; возможность сохранения стабильности при хранении в интервале температур от 253 до 333 К.

Цилиндровые масла в отличие от циркуляционных должны обладать высокой термической стабильностью и хорошей смазывающей способностью. Они должны противостоять высоким тепловым нагрузкам и давлению поршневых колец, удерживаться на смазываемых поверхностях цилиндра и колец тонкой пленкой для обеспечения жидкостного или по крайней мере граничного трения между ними. Наряду с высокой несущей способностью масло должно также хорошо растекаться по смазываемой поверхности цилиндра.

Современные цилиндровые масла имеют вязкость 14—16 мм<sup>2</sup>/с при 373 К. Этот уровень вязкости выбран для создания лучшего сочетания несущей способности масла, прочности масляной пленки в сопряжении «поршневое кольцо — рабочая поверхность цилиндра» и скорости растекания масла по смазываемым поверхностям. Высокая вязкость, повышающая несущую способность масла, нежелательна ввиду усиления склонности такого масла к образованию отложений в выпускных окнах цилиндров и в подпоршневом пространстве. В свою очередь низкая вязкость, являющаяся следствием наличия в масле легких фракций, обуславливает его высокую летучесть, а это приводит к интенсивному испарению масла с поверхности цилиндра, уменьшению толщины масляной пленки и ее исчезновению.

Моторные свойства масел в значительной степени зависят от их молекулярной структуры и композиции используемых присадок. Этим объясняются различные результаты, получаемые при эксплуатации дизелей одной марки на маслах различных фирм, но имеющих примерно одинаковые физические показатели. Поэтому при выборе сорта цилиндрового масла исходят из накопленного опыта эксплуатации аналогичных дизелей.

В общем случае выбор цилиндрового масла базируется на уровне форсировки рабочего процесса дизеля и содержании в используемом топливе серы.

Современные цилиндровые масла по уровню щелочности делятся на два класса: среднещелочные — щелочность 30—40 мг КОН/г; высокощелочные — щелочность 60—70 мг КОН/г.

При содержании серы в топливе до 1,5—2,0% рекомендуется использовать среднещелочное масло M16E30, при большем содержании серы — масло M16E60. У этих масел последние цифры в их марке указывают щелочное число; индекс вязкости того и другого масла — 85.

Оценка режимов СЭУ, ее эксплуатационные показатели.

Режим работы дизеля характеризуется значениями его эксплуатационных параметров: мощности, частоты вращения, экономичности, тепловой и динамической напряженности и др. Главный судовой дизель практически всегда работает на переменных режимах в связи с постоянными изменениями внешних условий плавания судна. Режим работы дизеля зависит также от типа судна, конструктивных элементов его корпуса, типа движителя и СДУ, способа передачи мощности от двигателя к движителю. Знание режимов работы ГД и особенностей этих режимов — одно из условий грамотной эксплуатации СДУ.

Главные двигатели морских транспортных судов в основном работают на нагрузках, близких к полной. Переменные режимы работы и малые нагрузки составляют не более 10% и в основном связаны с плаванием судов в каналах, узкостях, во время шторма, с подходами и отходами из портов и другими условиями.

Все режимы работы дизеля можно разделить на установившиеся и неустойчивые. *Установившиеся режимы* характеризуются постоянством нагрузки, частоты вращения дизеля и

теплового состояния его деталей. Для *неустановившихся режимов* характерна нестабильность этих показаний.

Установившиеся режимы ГД могут иметь место при постоянных малых, средних и полных ходах судна вперед и назад, на перегрузочных режимах, при минимально устойчивой частоте вращения дизеля, определяющей минимальную скорость судна (при неизменных по времени условиях плавания). Неустановившиеся режимы характерны при пуске и остановке дизеля, трогании судна с места, разгоне, реверсировании, циркуляции и др. В этих случаях работа дизеля, показания его КИП и любые проявления каких-либо неполадок должны быть объектом пристального внимания обслуживающего персонала.

Кроме того, следует различать нормальные режимы работы, предусматриваемые ТУ на поставку дизеля, т. е. возможность использования его для работы на ВФШ или ВРШ, буксировки или траления и т. п., и неспецификационные режимы, например работа в условиях обрастания корпуса судна, при сильном волнении моря и ветре, на мелководье, при изменении параметров окружающей среды, крене и дифференте, превышающих допустимые значения, в аварийных режимах, на нестандартных сортах топлива и масла. Работа на неспецификационных режимах допустима с определенными ограничениями.

Графическую зависимость основных параметров дизеля от какого-либо одного из параметров, принятого за независимый переменный, называют *характеристикой дизеля*. По характеристикам можно оценить технико-экономические показатели дизеля при его работе в различных условиях эксплуатации. Характеристики дизеля подразделяются на скоростные и нагрузочные. *Характеристика* называется *скоростной*, если в качестве независимой переменной принята частота вращения дизеля. Если же независимой переменной служат  $P_e$ ,  $P_{me}$  или крутящий момент, то *характеристика* называется *нагрузочной*.

В свою очередь скоростные характеристики можно разделить на внешние и винтовые.

Характеристику, снятую для определения максимальной (предельной) мощности на всем рабочем диапазоне частот вращения (с максимальной цикловой подачей топлива), называют *внешней характеристикой предельной мощности*. Данная характеристика соответствует режимам работы дизеля с перегревом деталей ЦПГ, повышенным удельным расходом топлива и дымным выпуском газов, т. е. по этой характеристике дизель в эксплуатации не может работать длительно. Ее следует рассматривать как характеристику, расположенную за пределами эксплуатационных рабочих режимов двигателя.

Характеристику, полученную при положении органов подачи топлива, которые соответствуют  $P_{max}$  при  $n_{max}$ , называют *внешней характеристикой максимальной мощности* или ограничительной характеристикой по ТНВД,

*Винтовая характеристика* — это зависимость  $P_e$  от  $n$  при работе дизеля на гребной винт, т. е. характеристика пропульсивного комплекса «корпус судна — двигатель — гребной винт». Установлено,

что мощность, поглощаемая гребным винтом, приблизительно пропорциональна  $n^3$  и подчиняется выражению  $P_e = Cn^3$ , где  $C$  — коэффициент пропорциональности

*Нагрузочная характеристика дизеля* устанавливает зависимость некоторых показателей его работы от нагрузки при постоянной частоте вращения, что наиболее характерно для ДГ и ГД в установках с электродвижением. При работе дизеля по этой характеристике  $P_e$  меняется благодаря изменению  $p_{me}$ . При плавании судна в балласте изменяется крутизна винтовой характеристики. Она становится «облегченной», что связано с уменьшением осадки и, как следствие, снижением сопротивления воды движению судна, а также с изменением условий обтекания винта потоком воды. При плавании в балласте при  $n_{ном}$  ГД недогружается по  $p_{me}$  и  $P_e$ . Недогрузка в зависимости от типа судна и параметров гребного винта может составлять 10—20% Реном.

При работе на швартовах дизели развивают предельный крутящий момент  $Ttq$  при частоте вращения гораздо меньшей, чем пном.

Режим трогания судна с места во многом сходен с режимом работы на швартовах, и ГД на этом режиме может быть также легко перегружен по  $Ttq$ . На этом режиме увеличение скорости судна достигают увеличением частоты вращения вала ГД, а значит, увеличением подачи топлива за цикл. С ростом цикловой подачи топлива возрастает  $Ttq$ , и в период ускорения он может превысить момент сопротивления движению судна. Переходный динамический процесс сопровождается резким повышением температуры деталей ЦПГ, что может привести к заклиниванию и задирам поршней, цилиндрических втулок и др.

При переходе судна с глубокой воды на мелководье или при входе в канал, ширина которого невелика, в большом диапазоне скоростей изменяется сопротивление движению судна, а следовательно, и нагрузка на ГД по моменту возрастает из-за повышения сопротивления трения и волнового сопротивления в 2, а в отдельных случаях и в 3 раза; поэтому при переходе судна на мелко- водье рекомендуется снижать частоту вращения ГД. Если глубина под килем не превышает пятикратной осадки судна, следует двигаться только малым ходом (в этом случае сопротивление на мелководье примерно равно сопротивлению на глубокой воде). Глубокой водой, на которой возможно движение с любыми скоростями, с достаточной для практики точностью принято считать воду, в 15 раз превышающую по глубине осадку судна.

В штормовых условиях на некоторых курсах возрастает сопротивление воздуха корпусу движущегося судна, а наличие волн создает условия для работы винта, аналогичные работе при циркуляции судна, т. е. условия косо́го потока воды. При качке увеличивается тормозящее действие пера руля, которое периодически выводится из диаметральной плоскости судна для удержания его на заданном курсе. Эти явления приводят к частым изменениям крутящего момента винта. При суммировании всех факторов в условиях семибалльной штормовой погоды он может возрасти на 40—50%, а это приведет к заметной перегрузке ГД; поэтому в штормовую погоду (особенно при встречном ветре и килевой качке) приходится снижать частоту вращения дизеля.

В практике эксплуатации дизелей важно знать, при каких внешних условиях эксплуатации может наступить перегрузка дизеля, и вовремя ее предупредить.

В условиях эксплуатации судна меняется состояние подводной части корпуса судна, она обрастает и загрязняется, увеличивается ее шероховатость из-за коррозии, гофр и вмятин. Это обуславливает увеличение сопротивления трения корпуса судна, которое непрерывно возрастает и практически не восстанавливается до первоначальной величины при доковании и покраске. Повреждаются кромки и поверхности гребного винта. Изменяются характеристики работы и ГД вследствие износа топливной аппаратуры, деталей ЦПГ, органов газообмена, загрязнения полостей охлаждения втулок, цилиндрических крышек, охладителя продувочного воздуха и др.

Влияние параметров окружающей среды на основные показатели главного двигателя.

Мощность дизеля и удельный расход топлива гарантируются только при определенных внешних условиях, к которым относятся температура, барометрическое давление, влажность воздуха. Судна и установленные на них дизели работают как в северных, так и в южных широтах, при меняющемся барометрическом давлении и влажности, доходящей до 90% и более. При этом температура забортной воды колеблется от 275 К (в северных морях) до 313К (в тропиках). Изменение метеорологических условия в определенной степени отражается на работе дизеля - влияет на его мощность и экономичность.

При повышении температуры воздуха, поступающего в цилиндры дизеля, уменьшается плотность воздушного заряда, а следовательно, и коэффициент избытка воздуха при сгорании (при неизменной

порции впрыскиваемого топлива). Это приводит к ухудшению сгорания топлива и повышению его удельного расхода. При неизменном положении органов управления топливоподачей будет снижаться

величина  $pm_i$ , а значит, и мощность дизеля. Температура выпускных газов из-за повышения температуры заряда и ухудшения сгорания топлива возрастет, в результате чего увеличатся средняя температура цикла и теплонапряженность дизеля.

Для приведения температуры выпускных газов к нормальному значению, приходится уменьшать подачу топлива на цикл, что вызывает падение величины  $pm_i$ , а для дизеля, работающего на винт, — заметное снижение частоты вращения.

Сказанное в полной мере может быть распространено лишь на дизели без наддува. В дизелях с наддувом влияние температуры окружающего воздуха на их энергоэкономические параметры ощущается в меньшей степени, так как благодаря наличию воздухоохладителя можно поддерживать температуру воздуха перед подачей в цилиндры примерно на одном уровне. Эта возможность часто ограничивается температурой прокачиваемой через воздухоохладитель забортной воды, которая, как правило, тем больше, чем выше температура наружного воздуха.

Снижению температуры наддувочного воздуха препятствует также его влажность. Иногда необходимую температуру воздуха невозможно поддерживать потому, что при охлаждении влажного воздуха до точки росы происходит выпадение из него влаги, которая затем поступает в цилиндры дизеля вместе с воздухом. Так как удельный расход воздуха в современных дизелях составляет 8,5—9,5 кг/(кВт·ч), то в цилиндр мощностью 1300 кВт в каждом рабочем цикле при определенных внешних условиях может попадать до 25 г воды.

При работе дизеля на режиме полной нагрузки такое количество воды сразу же испаряется и проходит весь выпускной тракт, включая ГТН и утилизационный котел, не конденсируясь. Однако на частичных нагрузках наличие конденсата в наддувочном воздухе приводит к кислотной коррозии стенок втулки цилиндра и поршневых колец, особенно при работе на топливе с содержанием серы более 1 %.

Во избежание выпадения в воздухоохладителях влаги ряд дизелестроительных заводов рекомендует ограничить температуру охлаждения воздуха пределом, лежащим несколько выше температуры конденсации влаги в данных условиях. Эта температура зависит от давления воздуха и его относительной влажности; ее определяют по специальным таблицам, прилагаемым к инструкции по эксплуатации дизеля.

Барометрическое давление влияет как на плотность воздуха, поступающего в цилиндры дизеля без наддува, так и на режим работы ГТН дизеля с наддувом. Так как с уменьшением барометрического давления плотность воздуха снижается, то одновременно уменьшается давление газов перед ГТН и за ним. Совместное влияние этих факторов приводит к некоторому падению мощности дизеля и увеличению  $be$ , причем в дизелях с наддувом из-за более высокого давления воздуха перед цилиндрами влияние барометрического давления сказывается несколько меньше, чем в дизелях без наддува.

В условиях эксплуатации влагосодержание окружающего воздуха изменяется весьма существенно. При зарядке цилиндров дизеля влажным воздухом уменьшается содержание сухого воздуха и кислорода в цилиндрах. При постоянном положении органов управления топливоподачей коэффициент избытка воздуха снижается пропорционально изменившемуся объему влаги в воздухе. В результате ухудшаются условия сгорания топлива, а это ведет к уменьшению  $pm_i$  и мощности дизеля. Температура выпускных газов несколько возрастет, что может вызвать перегрузку дизеля.

Совместное влияние температуры и влажности окружающего воздуха на мощность судового дизеля, работающего по винтовой характеристике, при постоянной температуре выпускных газов таково, что при температуре воздуха 318 К и относительной влажности 100% может быть использовано только 83% мощности дизеля во избежание повышения его теплонапряженности. Это свидетельствует о том, насколько важно учитывать метеорологические факторы при эксплуатации судовых дизелей.

Используемые на судне методы проверки технического состояния топливных форсунок. Испытание форсунки под давлением

Новые и вновь перебранные форсунки должны быть подвергнуты функциональным испытаниям непосредственно перед установкой в крышку цилиндра.

Рекомендуется демонтированную с двигателя форсунку перед испытанием разобрать, очистить, осмотреть и собрать.

Требования к оборудованию

Насос для испытания под давлением:

Должен соответствовать спецификации MAN B&W.

Насос высокого давления следует периодически проверять в соответствии с инструкцией поставщика.

Предписываемое масло:

Гидравлическое масло (антикоррозионное) с вязкостью 7-10 сСт при 50 °С. Корпус пружины Чтобы избежать чрезмерной затяжки проверить, чтобы стопорный штифт/указательный штифт не были погнуты или поломаны. В случае чрезмерной затяжки заменить корпус пружины новым.

Установка форсунки

Поместить форсунку в устройство для испытаний и закрепить ее пружинными корпусами и гайками. Затягивать гайки до тех пор, пока верхняя поверхность упорного седла на головке форсунки не встанет вровень с верхней поверхностью корпуса пружины.

Нижеследующие позиции, которые должны выполняться в указанной последовательности, делятся на следующие 4 группы:

- A. Цель
- B. Операция
- C. Критерии приемки
- D. Причина неполадок.

Промывка и проверка направления струй

A. Удалить воздух из системы и проверьте направление струй. B. Рукоятка управления должна быть в положении Открыто.

Медленно увеличивать рабочее давление, пока из сопловых отверстий не будут выбрасываться прямые струи топлива (без распыливания).

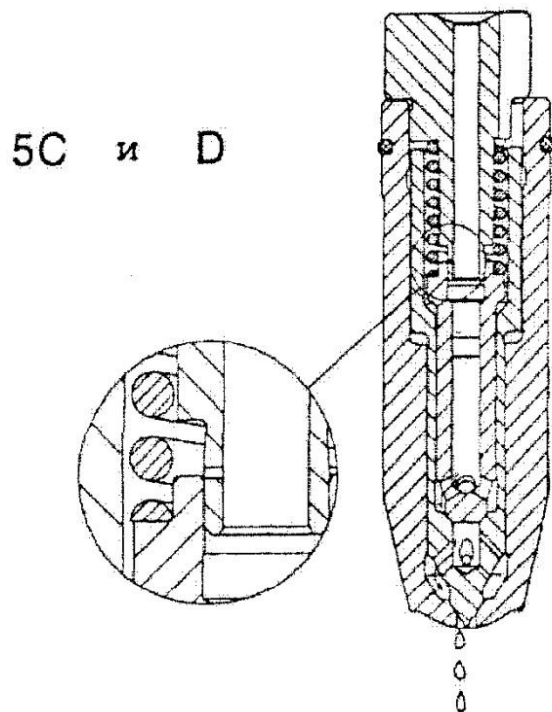
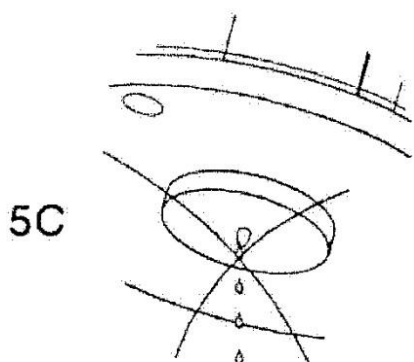
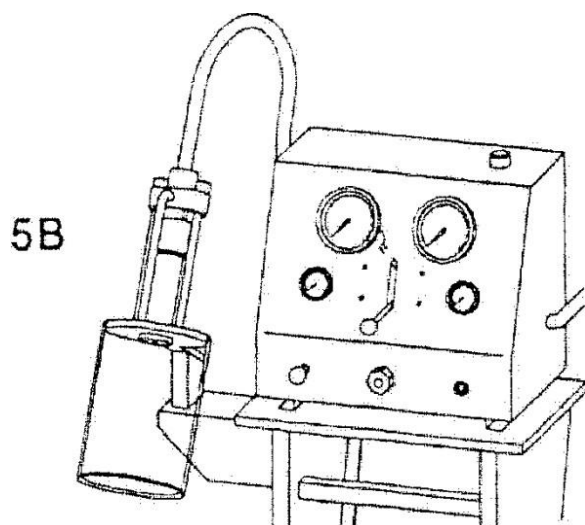
C. Должен иметь место постоянный поток топлива через сопловые отверстия. Прямые струи топлива должны иметь направление, показанное на пластмассовом щитке.

D. Если струи не соответствуют требованиям пункта C, причиной могут быть:

Грязь в сопловых отверстиях.

Сопло не зафиксировано направляющим штифтом.





Проверка распыливания

А. Убедиться, что распыливание нормальное.

В. Рукоятка управления должна быть в положении Закрыто.

Поднять рабочее давление до максимальной величины. Задействовать рукоятку полного хода поршня. Быстро перевести рукоятку управления в положение Открыто. Повторить процедуру 5-10 раз с уменьшением рабочего давления до 600 бар.

С. Распыливание, сопровождаемое потрескиванием, должно быть видимым при всех давлениях от максимального до 600 бар. За счет «мертвого пространства» в сопле допускается появление 1-2 капель на кончике сопла.

Д. Причиной неудовлетворительного распыливания может быть:

Неисправный упорный шпindel и/или дефектные уплотнительные поверхности.

Дефектный распылитель или дефектные уплотнительные поверхности.

Давление открытия

А. Проверить давление открытия.

В. Рукоятка управления должна быть в положении Открыто.

Увеличивать давление топлива до установления постоянного потока топлива через сопловые отверстия. С. Проверить соответствие давления открытия спецификационному D3 по манометру давления открытия.

Д. Если давление открытия выше спецификационного D3, причиной может быть использование непригодной пружины - заменить пружину на упорном шпинделе, при необходимости заменить упорный шпindel в сборе.

Если давление открытия ниже спецификационного D3, причиной может быть то, что пружина села - заменить пружину или добавить специальную шайбу на упорный шпindel, эта шайба увеличит давление на 30 бар. Специальная шайба с маркировкой «30 бар» должна устанавливаться в дополнение к первоначально установленной шайбе.

Повторение испытания на распыливание

А. Удалить масляную пленку между седлами (на посадочных поверхностях). Повторить пункты В-Д позиции 3.

Проверка уплотнения и функции золотника

А. Проверить седло игольчатого клапана на плотность и золотник на правильность закрытия. В. Рукоятка управления должна быть в положении Открыто.

Медленно поднимать давление топлива до значения давления открытия ниже примерно на 50 бар.

Поддерживать установленное давление передвижением рукоятки управления в положение Закрыто.

Повторить эту операцию два-три раза.

С. Топливо не должно входить в сопловые отверстия.

Давление падает относительно медленно до примерно 15 бар, после чего оно быстро падает до 0 (золотник прижимается к коническому седлу и открывает отверстие для циркуляции топлива). Топливо вытекает из отверстия сливного топлива после того, как форсунка заполнится топливом.

Испытание уплотнения

Если топливо вытекает из сопловых отверстий, причиной может быть:

Дефектное седло иглы или заедание иглы распылителя. Осмотреть и/или заменить распылитель.

Слишком быстрое падение давления.

Зазор между подвижными деталями распылителя слишком велик, или

Седло между упором и золотником форсунки повреждено. Осмотреть и/или заменить распылитель.

Технология обработки охлаждающей воды, используемые присадки.

Показатели, характеризующие качество воды, применяемой в системах охлаждения дизелей: общее солесодержание, жесткость, содержание хлоридов, растворенных газов, органических веществ и механических примесей (взвешенных частиц). К числу критериев качества охлаждающей воды относятся также щелочность и так называемый водородный показатель.

*Общее солесодержание* определяется суммарным содержанием всех растворенных в воде минеральных веществ и измеряется в миллиграммах на литр. В зависимости от общего солесодержания вода может быть высокоминерализованной (морская, океанская) и со средней и малой минерализацией (пресная, речная). Чем выше общее солесодержание, тем больше опасность коррозионного воздействия воды на металлы.

*Жесткость* воды определяется содержанием в ней растворенных солей кальция и магния и измеряется в миллиграмм-эквивалентах на литр. Жесткость в 1 мг-экв/л соответствует содержанию 20,0 мг/л кальция или 12,2 мг/л магния. Соли кальция и магния являются веществами, непосредственно образующими накипь на поверхностях охлаждения дизелей.

Общая жесткость воды равна сумме карбонатной и некарбонатной жесткостей и при заливке воды в систему охлаждения должна находиться в пределах 1,5— 3,0 мг-экв/л. Если в воду добавляют антикоррозионное масло, то применение более мягкой воды способствует коррозии металла и образованию пены; более жесткая вода вызывает разрушение масляной эмульсии с выделением слизистых известковых мыл, загрязняющих полости охлаждения.

Карбонатная жесткость — главная причина образования накипи.

*Хлориды* (хлористые соли) являются одной из составных частей общего солесодержания. Их содержание измеряют в миллиграммах хлор-иона, растворенного в 1 л воды. Эти соли наиболее активно вызывают коррозию, усиливают процесс огафичивания чугуна, разрушают защитные пленки, образовавшиеся на металлических поверхностях под действием ингибиторов (замедлителей) коррозии. Содержание хлоридов позволяет оценить агрессивные свойства воды; оно не должно превышать 200 мг/л.

*Щелочность (щелочное число)* характеризует наличие в воде соединений гидроокиси натрия, фосфата натрия и карбоната натрия. Численно щелочность соответствует количеству щелочей, эквивалентному содержанию в таком же количестве воды едкого натра (мг/л).

Если щелочность воды нулевая, в ней может появиться кислотность, которая способствует коррозии металла и разрушает защитную пленку, образуемую присадкой антикоррозионного масла. Поэтому предпочтительнее, чтобы вода обладала слабощелочной реакцией.

*Водородный показатель воды* (обозначается pH) характеризует концентрацию в ней ионов водорода. Значение pH показывает, какую реакцию может дать вода — кислую или щелочную. При pH = 7 вода обладает нейтральными свойствами; при более низких значениях pH вода склонна к кислой реакции, а при более высоких — к щелочной. Рекомендуется, чтобы находящаяся в системе охлаждения вода имела pH = 7-8 (при 293 К).

Обработка воды в судовых условиях включает следующие операции: дистилляцию, т. е. полное обессоливание; кипячение с целью выделения в осадок солей карбонатной жесткости, удаляемых отстаиванием или фильтрацией; химическую обработку щелочами и фосфатами с целью выделения в осадок солей «жесткости» (кальция и магния).

Для повышения жесткости слишком мягкой пресной воды, предназначенной для использования в системах охлаждения, ее смешивают с более жесткой водой. После предварительной обработки воды к ней добавляют специальные присадки, существенно уменьшающие кавитационно-коррозионные разрушения металла в полостях охлаждения деталей дизеля и препятствующие накипобразованию. По составу и характеру действия присадки бывают эмульсионные и химические.

В качестве *эмульсионных присадок* применяют специальные антикоррозионные масла. Эти масла при введении в воду образуют устойчивую эмульсию, которая создает на охлаждаемых поверхностях деталей тончайшую пленку, не препятствующую теплообмену, но предотвращающую разрушение металла и отложение твердой накипи.

Эффективную защиту от коррозии обеспечивают химические присадки. Имеются различные типы ингибиторов, но рекомендуются только ингибиторы на нитритно-боратной основе.

*Химические присадки* создают на поверхностях охлаждения тонкие и прочные окисные пленки, защищающие металл от коррозии, а также способствуют переводу в шлам накипеобразователей и нейтрализации кислотности воды.

Применение химических присадок требует минимальных значений жесткости и соленосодержания воды (допускаются содержание хлоридов не более 10 мг/л и жесткость не выше 0,3 мг-экв./л). Высокая жесткость воды приводит к обильному выпаданию шлама вследствие реакции солей жесткости с вводимыми щелочами. Выпавший шлам может закупорить проходные сечения каналов, соединяющих полости охлаждения. Наличие во вводимом растворе едкого натра или кальцинированной соды требует удаления цинковых протекторов, если таковые имеются.

Перед введением присадок в охлаждающую воду сначала приготавливают их концентрированные растворы (бихроматы разводят в 20-кратном количестве воды, а соду — в 10-кратном), после чего эти растворы вводят в охлаждающую воду.

В процессе эксплуатации необходимо тщательно следить за концентрацией присадки в системе, уменьшающейся в результате периодических доливок свежей воды. Снижение концентрации бихромата допускается до 0,1%. Снижение концентрации ниже минимальных значений приводит к разрушению защитной пленки на поверхности металла и усилению коррозионного разрушения его на оголенном участке.

Массовое содержание бихромата определяют, сравнивая по цвету отобранную в пробирке пробу воды с эталонными пробами; содержание щелочи можно определить с помощью раствора фенолфталеина. Повышение концентрации бихромата, как и снижение, приводит к усилению коррозии металла.

Периодичность контроля охлаждающей воды, обработанной химическими присадками, такая же, как и при использовании антикоррозионных масел.

Современные виды технического обслуживания и ремонта СЭУ.

Оценка технико-эксплуатационных показателей ДВС производится по их характеристикам и внешним показателям работы (отсутствию перегрева деталей, стуков, дымности, вибрации и т.д.). Характеристики показывают связь мощности, частоты вращения, расхода топлива и смазки, и т.д. с факторами, влияющими на работу двигателей в различных условиях. При нарушении регулировки, увеличении износов или поломках деталей двигателей характеристики отклоняются от нормы.

Износ любой детали заключается в нарушении ее первоначальной формы и размеров. В основном детали двигателя подвергаются механическому износу. Износ и повреждения двигателей бывают естественные (износ возрастает медленно в ходе нормальной эксплуатации при выработке установленного моторесурса) и аварийные, которые возникают вследствие недоброкачественного изготовления, ремонта или монтажа деталей, а также нарушения правил эксплуатации двигателя, нарастают быстро и приводят к аварии.

При достижении величин предельно допустимых износов детали и узлы двигателя подлежат замене или ремонту. Для обеспечения правильной эксплуатации и установления сроков ремонта двигателей износ деталей относят к единице времени.

Для обеспечения нормальной эксплуатации двигателей проводятся периодические планово-предупредительные осмотры, вскрытия, проверки, ремонты и испытания, которые имеют целью:

А) поддержание двигателей в состоянии, обеспечивающем их длительную работу с необходимым запасом моторесурса;

Б) предупреждение аварийного износа деталей и узлов;

В) обнаружение и устранение неисправностей двигателей;

Г) проверку и приведение в исправное состояние приборов и предохранительных устройств двигателя;

Д) сбор и анализ материалов, характеризующих износ и надежность деталей и узлов двигателей.

Периодические осмотры предусматривают внешний осмотр двигателей, частичные вскрытия и разборку их узлов, очистку, ремонт, замену масла, замеры зазоров, обмеры для выяснения степени износа деталей и узлов.

В зависимости от степени износа или повреждений двигателя проводятся плановые навигационный, текущий, средний, капитальный ремонты. Для устранения аварийных повреждений выполняется аварийный ремонт.

Восстановление технико-эксплуатационных качеств двигателей внутреннего сгорания возможно заменой дефектных деталей новыми, обработкой дефектных деталей до ремонтных размеров и восстановлением их до номинальных размеров.

Обеспечение безопасности при ремонтных работах.

При обслуживании СДУ необходимо выполнять следующие требования безопасности труда.

Главные двигатели, паровые котлы, вспомогательные механизмы и устройства должны эксплуатироваться в строгом соответствии с действующими инструкциями по безопасности труда. Запрещается работать на машинах и механизмах при неисправных устройствах автоматической защиты и аварийно-предупредительной сигнализации.

При проведении окрасочных работ в МО и машинной шахте должны выполняться требования безопасности труда при проведении забортных работ и работ на высокорасположенных местах.

На рабочих местах в МО неавтоматизированных су. дов должны быть вывешены инструкции по безопасности труда, а на посту управления — схемы балластной, осушительной, топливной системы с пронумерованными вентилями.

Решетки, трапы и плиты настила МО должны быть постоянно чистыми и сухими. Пролитые на них масло и топливо следует немедленно убирать. Плиты настилов всегда должны быть на месте и закреплены, вырезы на них — тщательно закрыты. Все прутки решеток, стойки и поручни должны быть на

своих местах и прочно закреплены. Запрещается устанавливать незакрепленные ограждения, создающие лишь видимость защиты или опоры.

Необходимо следить за тем, чтобы все отверстия топливных цистерн (в том числе горловины), а также трубопроводы для наполнения цистерн были закрыты во время эксплуатации и не имели пропусков.

Вскрывать и осматривать топливные цистерны следует только после пропаривания. При открытии топливных цистерн и разборке топливных трубопроводов должны соблюдаться меры взрыво- и пожаробезопасности.

Под всеми разбираемыми частями топливных и масляных трубопроводов (фланцевыми соединениями, муфтами и т. д.) необходимо устанавливать переносные поддоны или ведра, которые должны быть очищены сразу же после окончания работ.

Маховики клапанов на распределительных коллекторах парового отопления должны быть оклетневаны. Трубки и грелки должны быть оборудованы прочными кожухами, предохраняющими работающих от ожогов.

Не реже двух раз в год необходимо проверять: исправность всех вентилях, клапанов, задвижек и надеж-

ность их открытия и закрытия; состояние огнезащитных предохранителей на газоотводных трубах из цистерн нефтепродуктов и искрогасителей на дымовых и выпускных трубах; самозакрывающиеся приспособления мерительных труб топливных бункеров.

Запрещается быстро открывать стопорные и запорные клапаны пусковых баллонов, паровых и воздушных магистралей.

Паровые магистрали перед вводом в действие должны быть продуты и прогреты в порядке, установленном инструкцией по эксплуатации.

До начала разборки трубопроводов, вентилях, вскрытия горловин и других работ на оборудовании, которое находилось под давлением, следует принять меры, исключающие возможность поступления к месту работы рабочего агента (пар, вода, топливо и т. д.). Для этого следует закрыть соответствующие запорные устройства и принять меры, чтобы не допустить их случайного открытия: запереть на замок, установить заглушки, вывесить предупредительные знаки или таблички. Необходимо также открыть клапаны, краны или другие устройства для стравливания давления. Если стравить давление этим способом не представляется возможным, следует немного ослабить болты на фланце со стороны, противоположной месту работы, применяя при этом защитные средства (рукавицы, очки, щитки и т. д.). Дальнейшую разборку производить после падения давления до атмосферного и полного осушения трубопроводов.

До полного стравливания давления рабочей среды в трубопроводах и их осушения снимать гайки с резьбы не разрешается, так как при вскрытии может неожиданно выходить пар и конденсат, скопившиеся в трубопроводе. По окончании ремонта, перед сборкой участков трубопроводов и систем открытые части их следует тщательно осмотреть и убедиться в отсутствии внутри посторонних предметов (ключей, болтов, гаек, ветоши и т. д.), а также механических повреждений фланцев.

Если высота картера главного двигателя более 1800 мм, необходимо при работе в картере использовать специально устроенные и хорошо закрепленные леса (упоры).

При переборке главных и вспомогательных механизмов не разрешается размещать на деталях КШМ инструменты, болты, гайки и т. д. Окончив сборку, следует тщательно осмотреть, не осталось ли случайно на деталях КШМ и вблизи них посторонних предметов; осторожно повернуть механизм, после этого разобщить валопово-ротное устройство.

Запрещается производить чеканку, рубку и другие работы на трубопроводах, арматуре и резервуарах, находящихся под давлением.

В соответствии с правилами содержания станций углекислотного тушения пожаров и ухода за ними необходимо регулярно проверять, нет ли утечек углекислоты и скопления ее в воздухе отсеков в опасных концентрациях.

Вскрывать горловины топливных танков можно только с разрешения и по распоряжению старшего (главного) механика, а горловины водяных танков — старшего помощника капитана. Работы в цистернах и танках производятся в соответствии с требованиями безопасности труда при подготовке топливных, водяных цистерн и танков к ремонту.

Запрещается заdraивать горловины танков и других отсеков без их предварительного осмотра. Горловины должны заdraивать на все штатные гайки. Об осмотре делается соответствующая запись в машинном и судовом журналах, в которых отмечают также, кем произведены осмотр и заdraивание горловин.

Необходимо следить за тем, чтобы газоотводные устройства в хранилищах жидкого топлива не заглашались, а сетки их не закрашивались.

Топливные трубопроводы и шланги должны соединять инструментом, не дающим искр.

Принимать топливо разрешается только при наличии в топливном сертификате указания о температуре вспышки.

Во время приема топлива запрещается курение и производство любых работ с открытым огнем. У приемных топливных шлангов должно постоянно находиться специально назначенное лицо.

В случае если нет возможности немедленно устранить неплотности, дающие капельную протечку топлива, для сбора вытекающего топлива должны быть установлены поддоны.

По окончании приема топлива патрубки приемных трубопроводов немедленно герметически закрывают.

Обтирочный материал должен приниматься на судно только в сухом виде; хранить его следует в сухих и безопасных от огня помещениях.

Запрещается хранение бензина и керосина в МО.

При работе в машинном отделении личный состав должен носить хорошо подогнанную спецодежду, чтобы на ней не было свободных концов завязок. Ношение рубашек с закатанными рукавами, галстуков, шейных платков запрещается. Спецобувь должна быть на кожаной подошве и без металлических гвоздей.

Запрещается допускать в МО посторонних лиц без разрешения старшего (главного) или вахтенного механика.

На входах в МО автоматизированных судов должен быть нанесен предупреждающий знак с надписью: «Внимание! Механизмы пускаются автоматически, соблюдайте осторожность!».

## Дизельгенератор

Основные параметры дизельгенератора.

STX – MAN B&W 6L23/30H

Дизель: вертикальный, 4-х тактный, простого действия, тронковый с газотурбонагнетателем и воздушным холодильником.

Модель – 6L23/30H;

Диаметр цилиндра – 225 мм;

Ход поршня – 300 мм;

Мощность – 801 кВт;

Кол-во оборотов – 720 об/м;

Среднее эффективное давление – 18.5 бар;

Скорость поршня – 7.2 м/с;

Давление сгорания – 133.5 бар;

Порядок работы цилиндров – 1-4-2-6-3-5;

Давление пускового воздуха – 25-30 бар;

Вес – 14.3 тонн;

Степень сжатия – 13;

Охлаждение: Пресной водой - рубашка цилиндра;

головка цилиндра ;

воздушный холодильник ;

масляный холодильник;

Маслом - поршень;

Принцип наддува: Система постоянного давления с внутренним охлаждением;

Давление пускового воздуха: Нормальное – 25-30 бар;

Минимальное – 7 бар;

регулятор - UG8D, 24 v

Генератор: Переменного тока, синхронный, 3-х фазный, бесщеточный с внутренним воздушным охлаждением.

Модель – HYNDAY HFC6 506-14E;

Мощность – 750 кВт;

Напряжение – 450 В;

Сила тока – 1202.81 А;

Частота – 60 Гц;

5) КПД – 96%;

6) COS - 0.8 ;

Основные части ДГ: Втулка цилиндра, крышка цилиндра, поршень, соединительный шток, крейцкопфный подшипник, форсунка, ТНВД, коленчатый вал, впускные клапана, выпускные клапана и их приводы, ГТН и система наддува, кулачковый вал с приводом, воздушный холодильник, датчики.

Допустимые монтажные зазоры.

В главном подшипнике: 0.20 – 0.30 мм;

В опорном подшипнике (осевом ): 0.15 – 0.44 мм;

Между коленвалом и уплотнительным кольцом: 0.30 – 0.40 мм;

Поршневое кольцо и поршневая канавка (вертикальный): 0.45 мм;

Втулка соединительного штока и палец поршня: 0.15 – 0.20 мм;

Впускной клапан (холодный): 0.40 – 0.50 мм;

Выпускной клапан (холодный): 0.90 – 1.0 мм;

Система защиты.

Данный двигатель имеет несколько систем защиты по температуре, давлению и превышению оборотов коленвала. Защита срабатывает при следующих сигналах:

Автоматическая остановка двигателя:

Низкое давление смазывающего масла (на входе в двигатель): 3.5 бар;

Повышенная температура высокотемпературного контура охлаждения пресной воды (на выходе): 95 °С;

Высокие обороты двигателя: Механическая защита – 825 об/м;

Электрическая защита – 815 об/м;

Сигнализация:

Протечки топлива:

Низкое давление смазывающего масла (на входе в двигатель): 4 бар;

Температура масла (на выходе): 90 °С;

Температура масла (на входе): 75 °С;

Давление топлива после фильтра: HFO – 4 бар;

MDO – 1.5 бар;

Большой перепад давления в масляном фильтре: 1.5 бар;

Повышенная температура высокотемпературного контура охлаждения пресной воды (на выходе): 90 °С;

Температура выхлопных газов: Перед ГТН – 550 °С;

После ГТН – 500 °С;

Температура продувочного воздуха после охладителя: 65 °С;

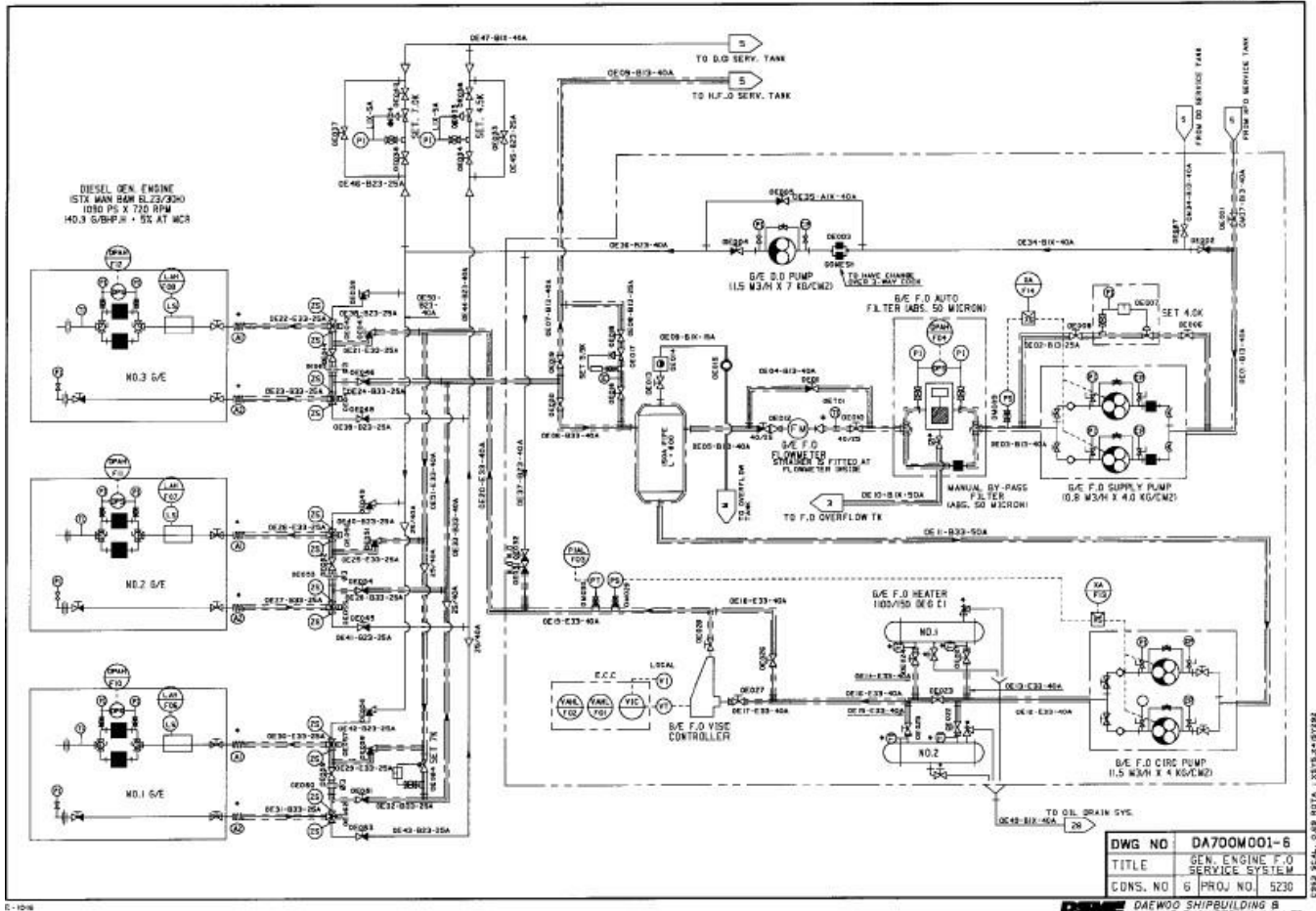
Высокие обороты двигателя: 815 об/м;



Низкое давление пускового воздуха: 7 бар;

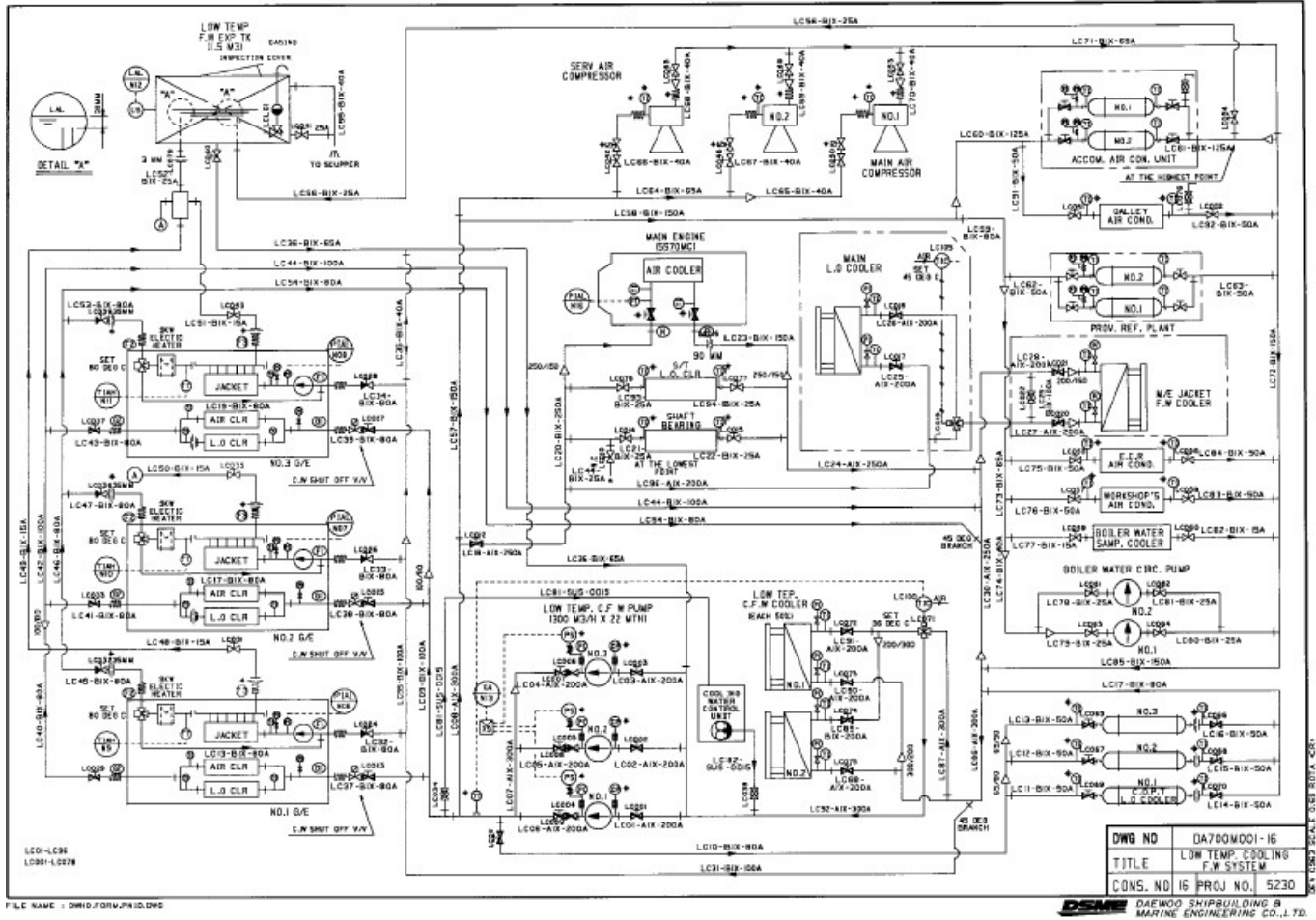
Принципиальные схемы:

-топливоподготовки;



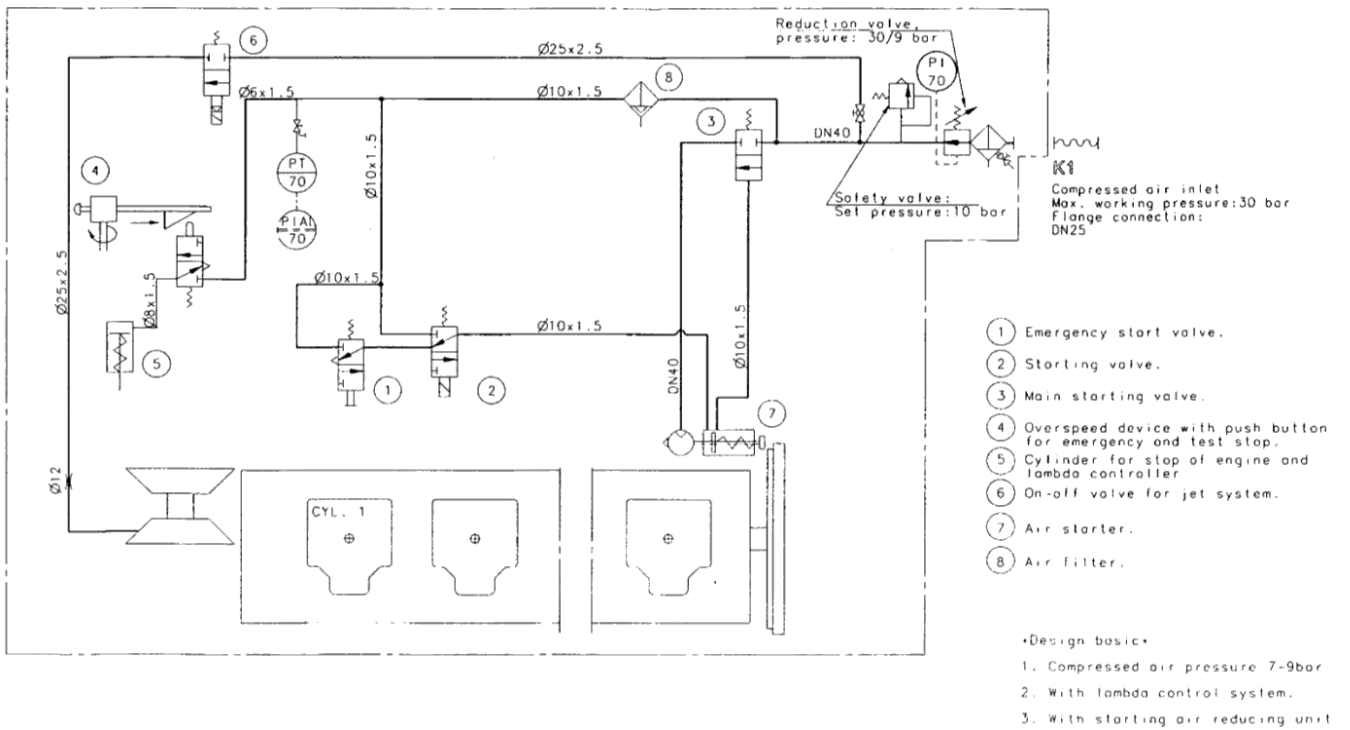
-системы охлаждения пресной и заборной воды;

низкотемпературный контур охлаждения пресной воды

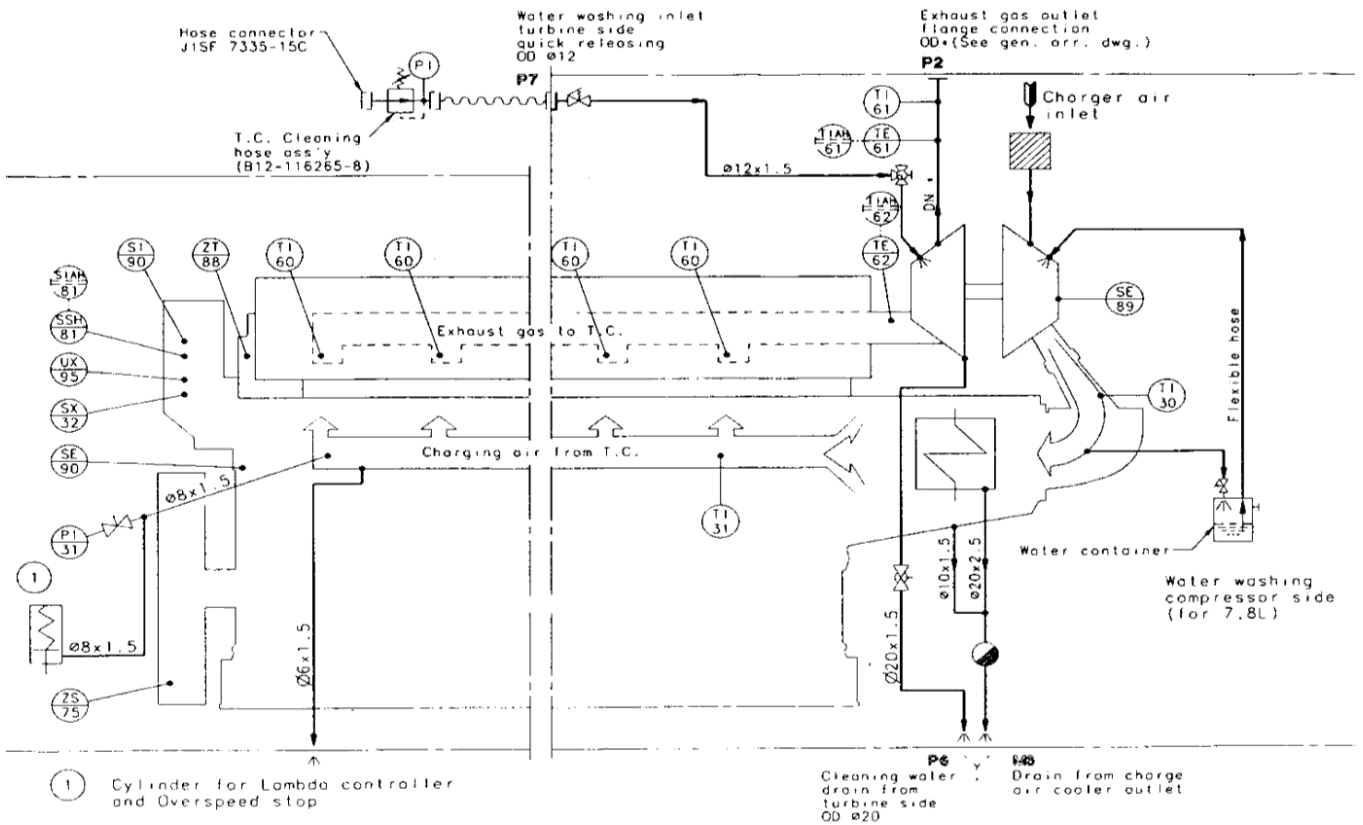


топливной системы высокого давления;





-воздухоснабжения;



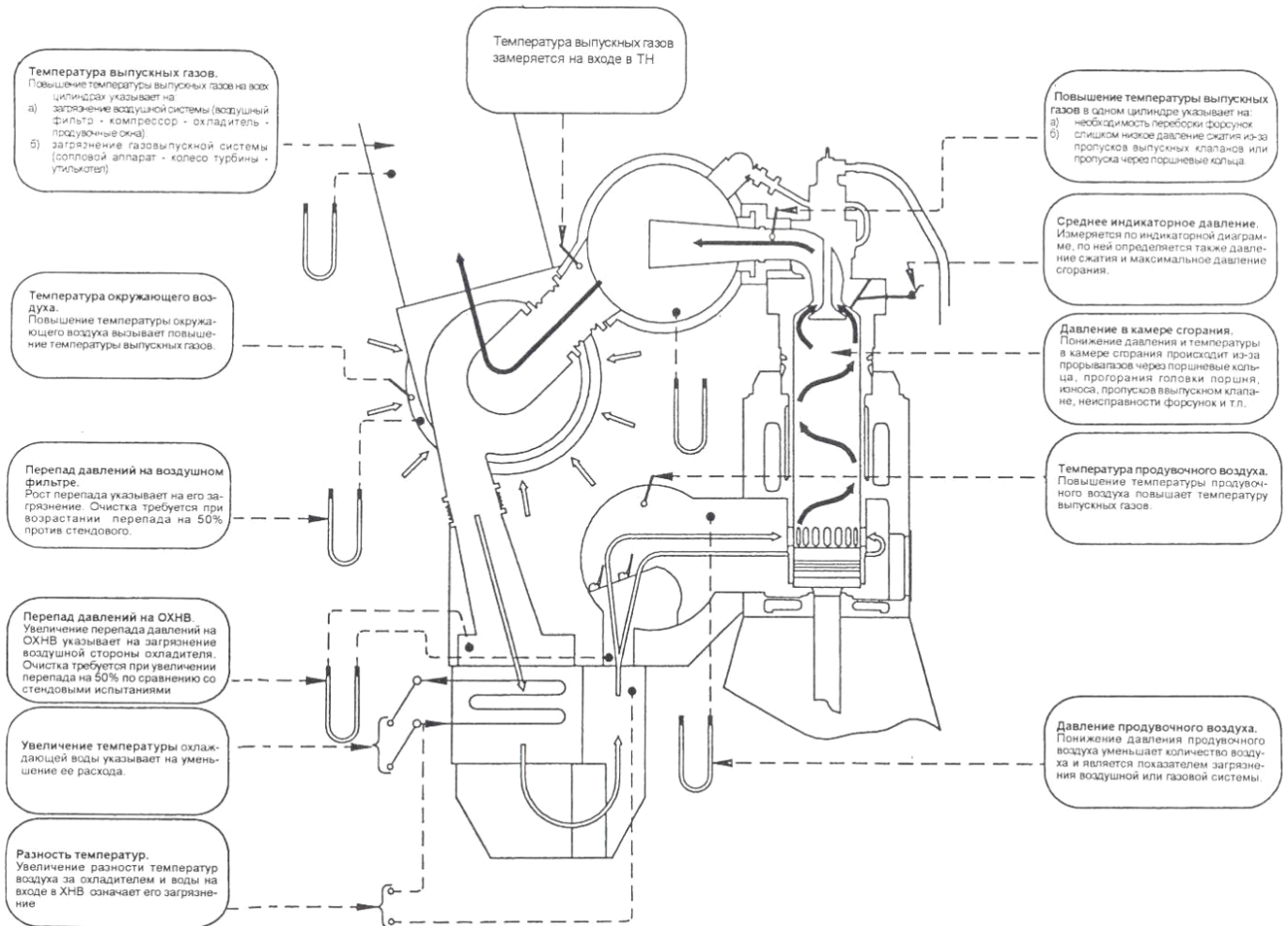
Основные параметры ДГ на различных режимах эксплуатации.

Наименование измеряемого параметра	Значения измеряемых параметров
	Нагрузка, %

	25	50	75	100	110
Сила тока, вырабатываемая дизельгенератором (ГРЦ), I	241	481	722	962	1058
Расход топлива**кг/ч	48.6	84.3	118.8	159.6	176.4
Температура воздуха в машинном отделении, t <sub>мо</sub>	32				
Температура уходящих газов t <sub>уг</sub> по цилиндрам,%					
1	210	230	255		
2	215	230	250	310	340
3	225	235	255	300	330
4	220	235	255	300	330
5	210	225	250	305	335
6	215	230	250	300	335
				310	340
Средняя температура уходящих газов	215.8	230.8	254.2	304.2	335.0
Давление сжатия в цилиндрах ( при отключенном топливном насосе высокого давления ) p c					
1	35				
2	35				
3	35				
4	35				
5	35				
6	35				
	35				
Давление сгорания в цилиндре					
1					
2	63	89	113	136	143
3	63	91	113	136	143
4	63	89	113	136	144
5	63	89	113	135	143
6	63	89	113	136	143
	62	90	113	136	143
Давление охлаждающей воды за циркуляционным насосом системы охлаждения ДГ, P2					
	3,2	3,3	3,6	3,8	3,9
Давление охлаждающей воды на всасывании циркуляционного насоса P1					
	2	2,2	2,7	3,1	3,3
Напор, создаваемый насосом, H=P2-P1					
	1,2	1,1	0,9	0,7	0,6
Расход охлаждающей воды G <sub>ох</sub> =f(H)					
	0,7	1,8	3,8	5,4	6
Температура охлаждающей воды на входе в охладитель ДГ, t <sub>1</sub>					
	74	74	74	74	74

Температура воды на водоохладителе ДГ, t2	охлаждающей воды на выходе из	72	71	71	71	72
---	-------------------------------	----	----	----	----	----

### Оценка технического состояния ДГ по данным замеров



Газотурбоагрегат дизель – генератора.

Модель – NR15/R;

Изготовитель – ENPACO-MAN B&W;

Максимальные обороты – 53000 об/м;

Максимальная температура перед турбиной – 550 °С;

Давление смазывающего масла – 1,5 бар;

Расход смазывающего масла – 500 л / ч;

Максимально-допустимая температура масла: На входе – 75 °С;

На выходе – 105 °С;

Вес (полный) – 423 кг;

Газотурбоагрегат дизеля имеет одну радиально-проточную ступень турбины и такую же компрессорную ступень. Ротор монтируется на двух плавающих вкладышах подшипников встроенных в

корпус. Компрессор имеет один выхлопной патрубок. Воздух подаётся через фильтр-глушитель. Смазка подшипников включается в систему смазки двигателя. Водяное охлаждение отсутствует.

Допустимые зазоры.

Рабочее колесо компрессора – корпус: 0.50-0.60 мм (радиальный);

Рабочее колесо компрессора – корпус: 0.30-0.90 мм (осевой);

Ротор турбины – газовый корпус: 0.50-0.57 мм (радиальный);

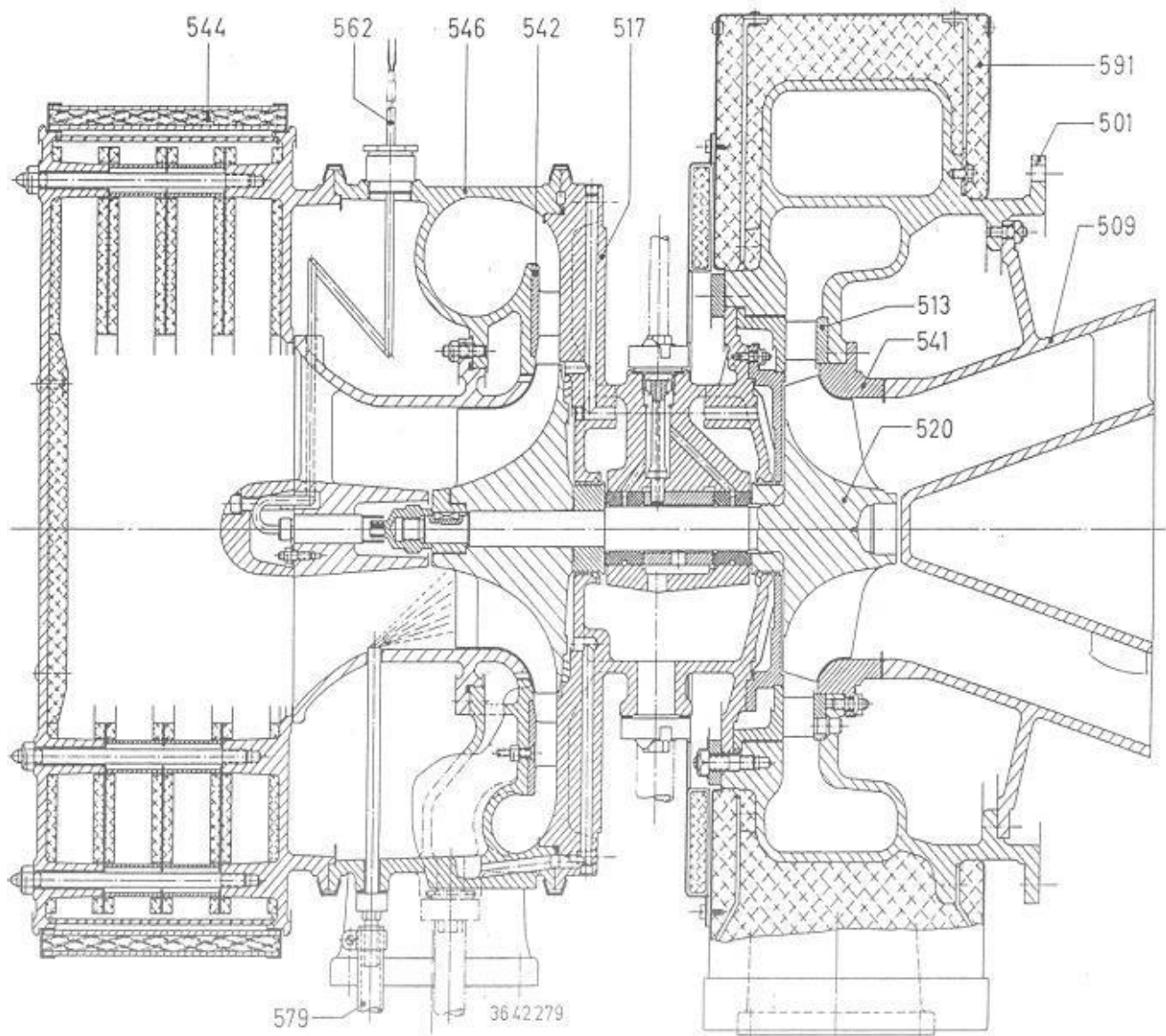
Ротор турбины – газовый корпус: 0. 5-0,9 мм(осевой);

Втулка подшипника – лабиринтовое уплотнение: 0.2-0.27 мм;

Допустимое отклонение от плоскости вращения рабочего колеса: 0.06 мм;

Система смазки

Газотурбонагнетатель дизель – генератора.



NR15/R

501 – Газо- входной корпус; 544 – Фильтр-глушитель;

509 – Газовый диффузор;      546 – Корпус компрессора;  
513 – Сопловое кольцо турбины;      562 – Счётчик оборотов (электронный);  
517 – Корпус подшипника;      579 – Система чистки компрессора;  
520 – Ротор;      542 – Заключительный диффузор;  
541 – Вставка;

#### Паровые котлы

Основные технические данные парокотельной установки.

Морской вспомогательный водотрубный котёл AALBORG MISSION-OL 25000

Морской вспомогательный водотрубный котёл AALBORG с естественной циркуляцией состоит из каркаса, корпуса, парового и водяного барабанов соединённых генерирующими трубами, низходящими трубами, топливной аппаратурой и др.

Продукты сгорания (газы) движутся вертикально от топки, через пучки труб к газоводу в верхней точки котла. В основании топки трубы имеют жаропрочную защиту от перегрева. Конвективная часть котла состоит из мульти-генерирующих труб и находится между паровым и водяным барабанами. Парообразование начинается мгновенно при пуске котла и быстро изменяется при изменении нагрузки. В паровом барабане устанавливаются элементы скрубера для сепарации пара от воды, что гарантирует достаточную сухость пара при подаче к паровым турбинам.

Основные технические данные:

Паропроизводительность – 25000 кг/ч;

Количество котлов на судне – 2 шт

Давление пара – 16/7 кг/см<sup>2</sup>;

Температура питательной воды – 60 °С;

Температура воздуха – 47,5 °С;

Расход топлива – 190/1900 кг/ч;

Коэффициент избытка воздуха при 100% нагр, – 1,15;

Пар насыщенный;

Содержание кислорода – 3 %;

Расход воздуха – 29420 кг/ч;

Проток газов – 31319 кг/ч;

Давление сгорания топлива – 19 кг/см<sup>2</sup>;

Топливо – мазут с максимальной вязкостью 600 Сст/50 °С;

Классификация – ABS;

Осмотреть внутренние части парового и водяного барабанов можно через лючки. Топку можно осмотреть через дверь доступа. После чистки можно инспектировать 100% всей поверхности нагрева.

Мойка горячей водой: Применяется для удаления липких остатков по газовой стороне с использованием сажеобдувочных устройств. Рекомендуемая температура горячей воды около 80 °С.

Кислотная чистка: Применяется для удаления накипи на водяной стороне котла. Применяется гидрохлористая кислота.

Система защиты.

Сигнализации:

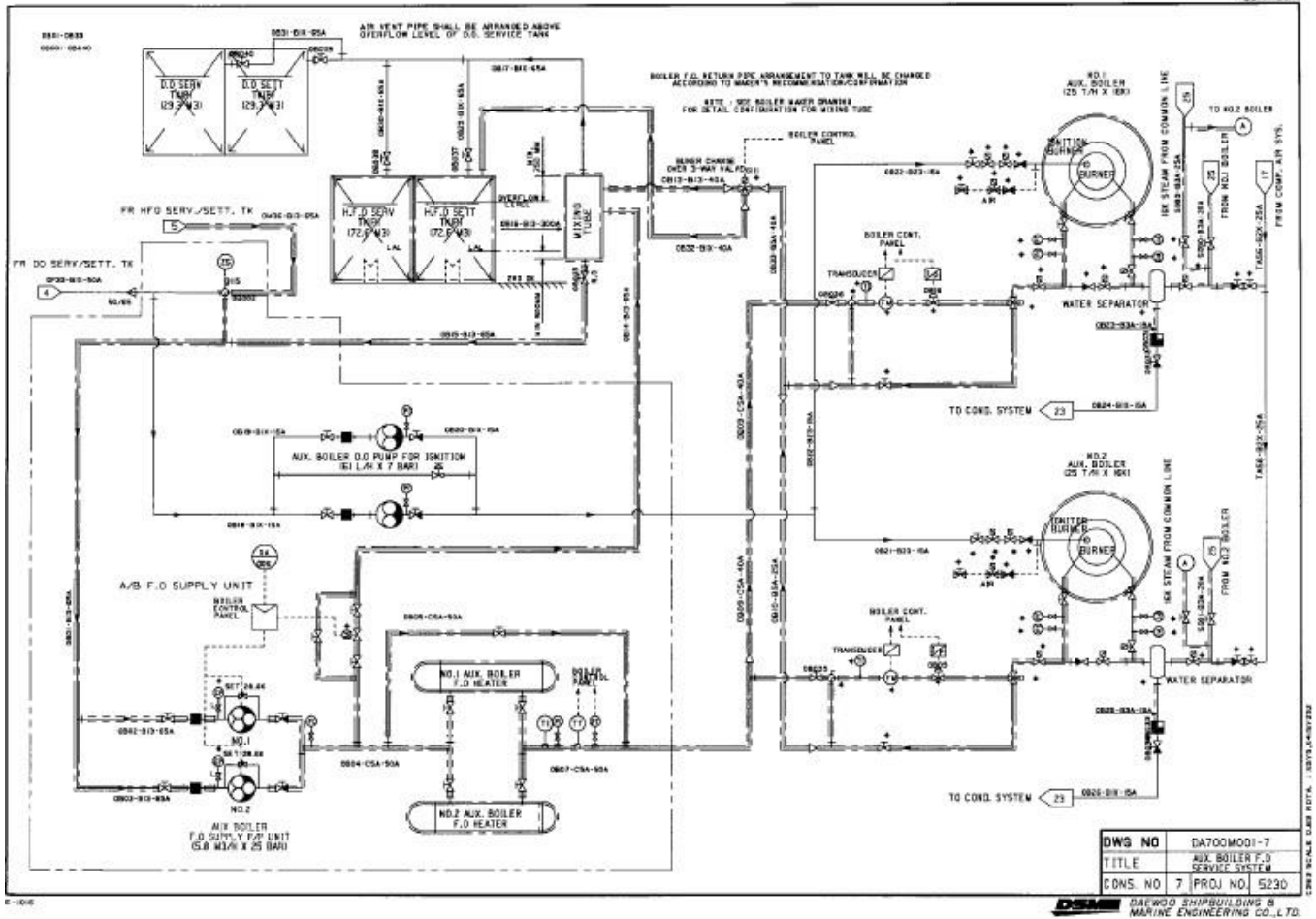
низкое давление топлива – 7,0 кг/см<sup>2</sup>;



высокое давление пара – 17,0 кг/см<sup>2</sup>;  
 высокая температура топлива – 145 °С;  
 низкое давление топлива на распыл – 1,8 кг/см<sup>2</sup>;  
 высокий уровень воды 150 мм;  
 низкий уровень воды (-)100 мм;  
 неудача воспламенения  
 провал пламени  
 давление подрыва предохранит. клапана – 18,5 кг/см<sup>2</sup>;  
 высокая температура топлива – 150 °С;  
 низкое давление топлива – 6,0 кг/см<sup>2</sup>;  
 высокий уровень воды 250 мм;  
 низкий уровень воды (-)150 мм;  
 высокое давление пара – 10/18 кг/см<sup>2</sup>;

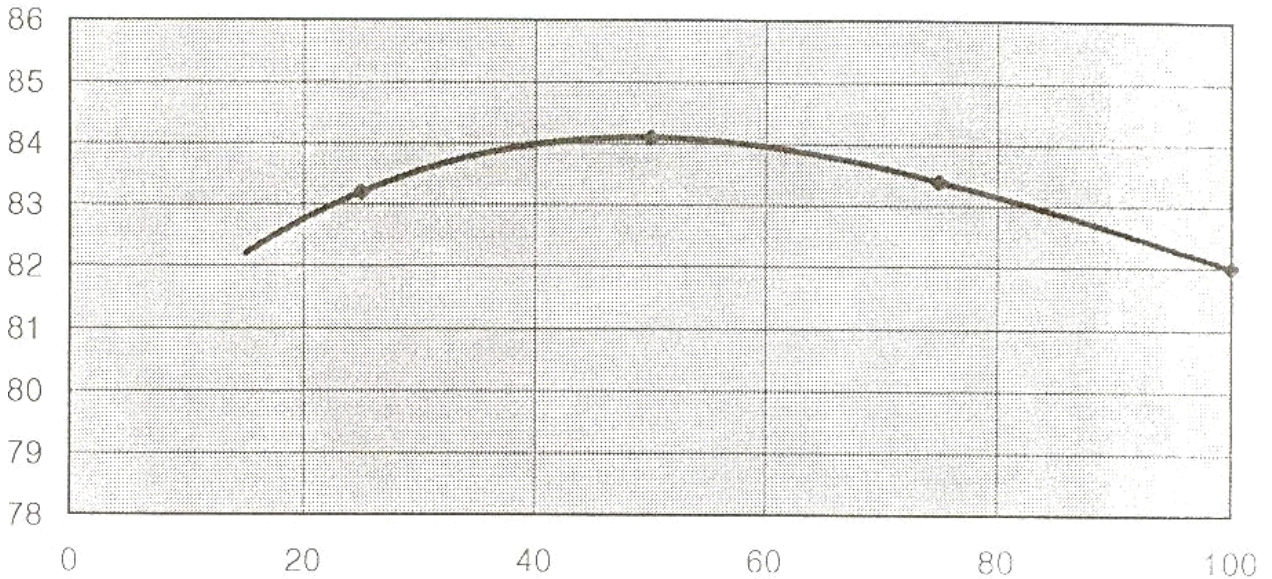
#### Параметры работы парового котла

Наименование измеряемого параметра	Значение параметров			
Нагрузка котла, %	25	50	75	100
Давление пара в котле, кг/см <sup>2</sup>	16	16	16	16
Расход топлива, кг/ч	480	933	1410	1900
Температура питательной воды, °С	60	60	60	60
Напор создаваемый питательным насосом, м	265	260	240	225
Давление топлива перед форсунками, кг/см <sup>2</sup>	4,2	7,8	12,4	19
Напор создаваемый циркуляционным насосом, м	50	47	38	33



топливная система вспомогательного котла

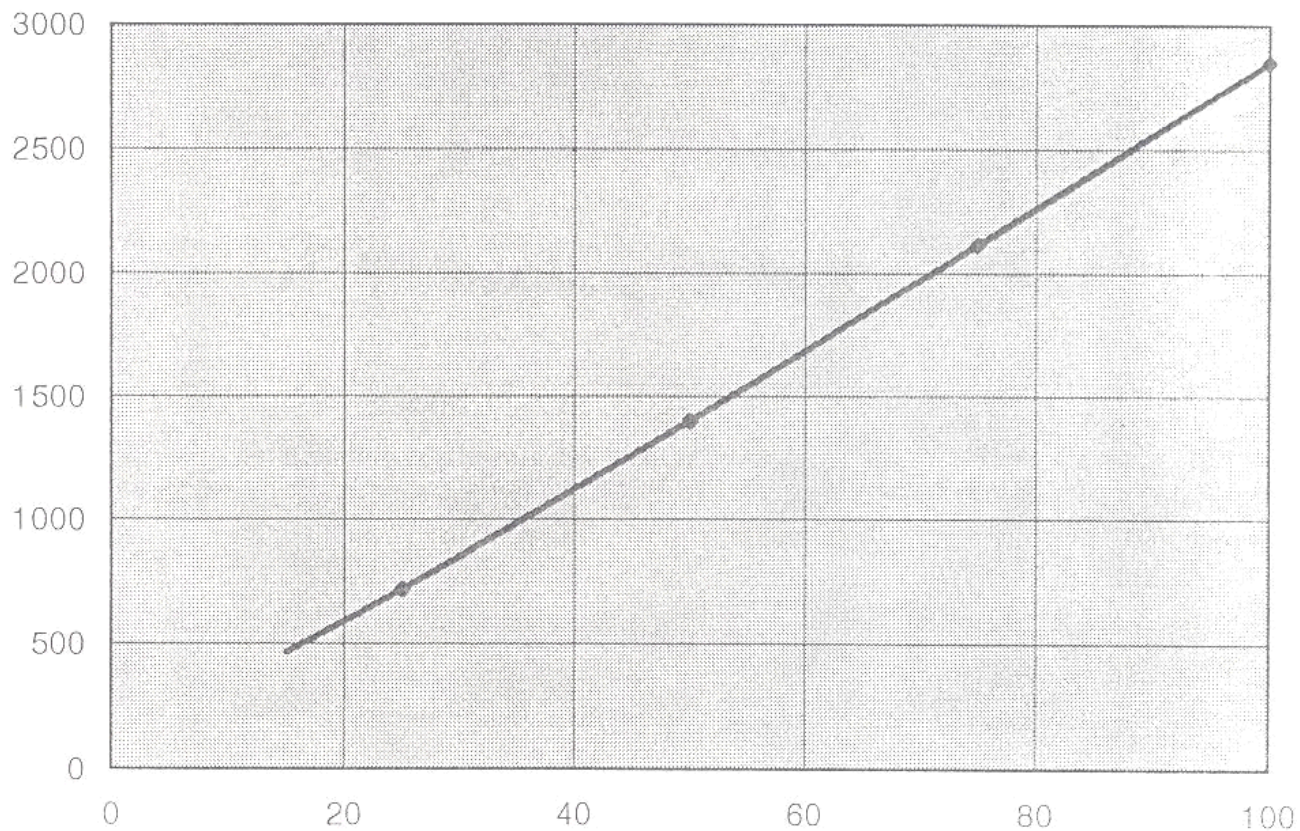
Основные графические зависимости котла (AALBORG MISSION-OL 25000).



Зависимость эффективности котла (%) от нагрузки (%)  
нагрузка котла (%)

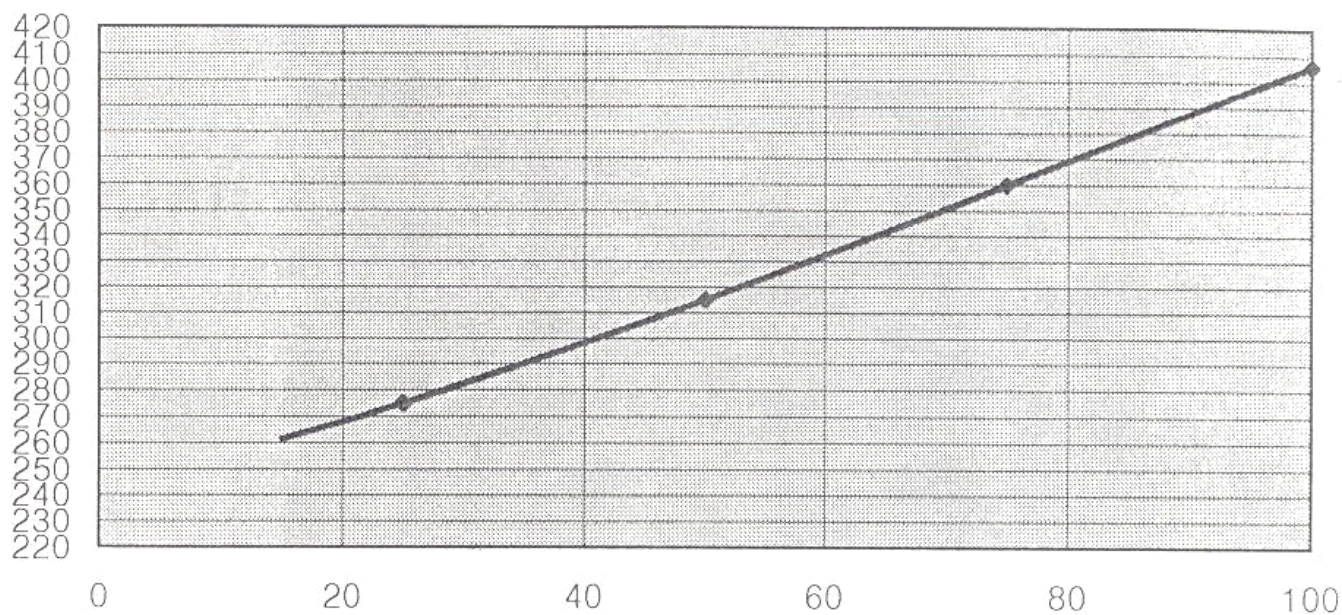


Зависимость расхода топлива (кг/ч) от нагрузки (%)



нагрузка котла (%)

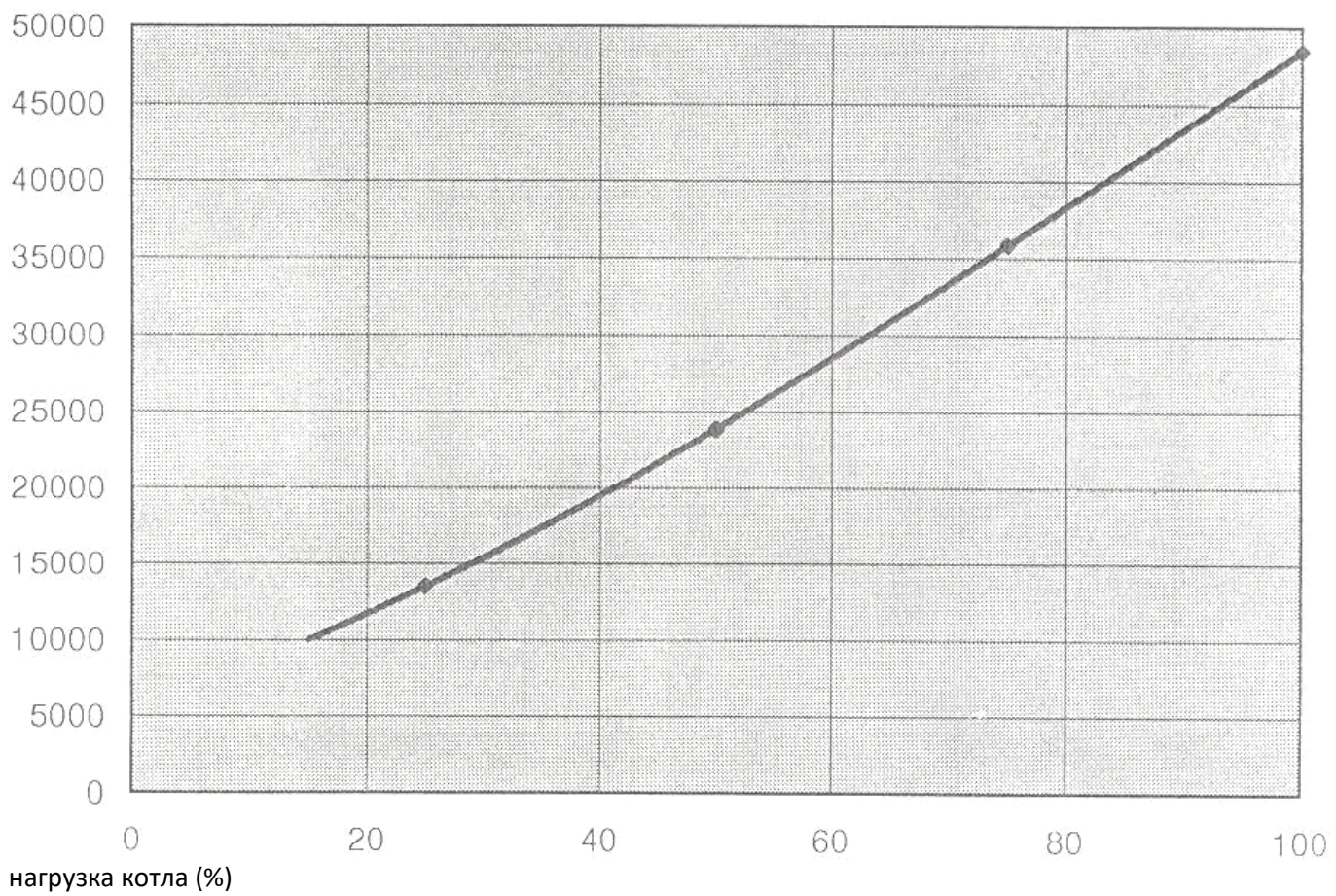
Зависимость температуры выхлопных газов (°C) от нагрузки (%)



нагрузка котла (%)

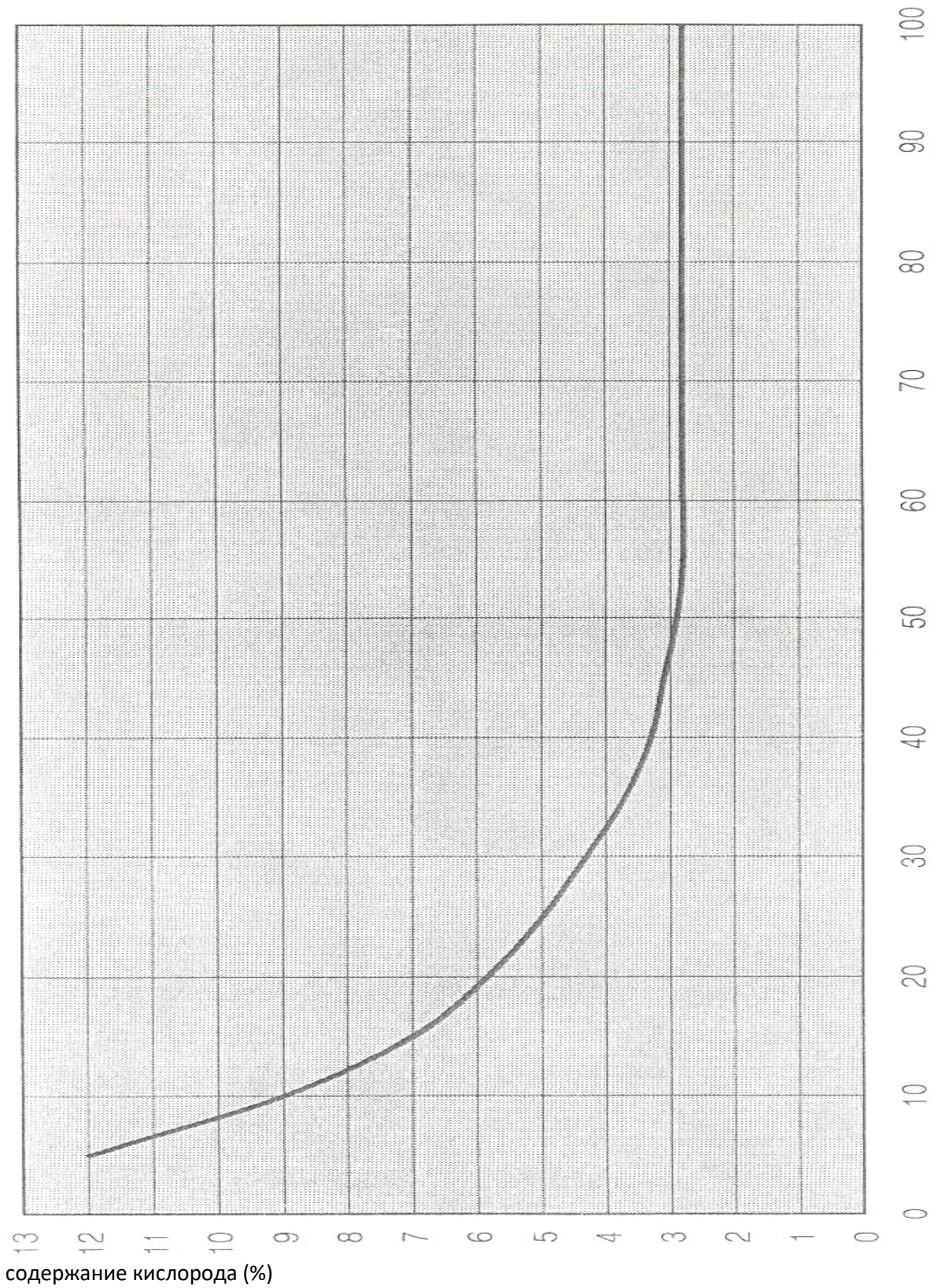
Зависимость расхода выхлопных газов (°C) от нагрузки (%)





Зависимость содержания кислорода (%) от нагрузки (%)





содержание кислорода (%)

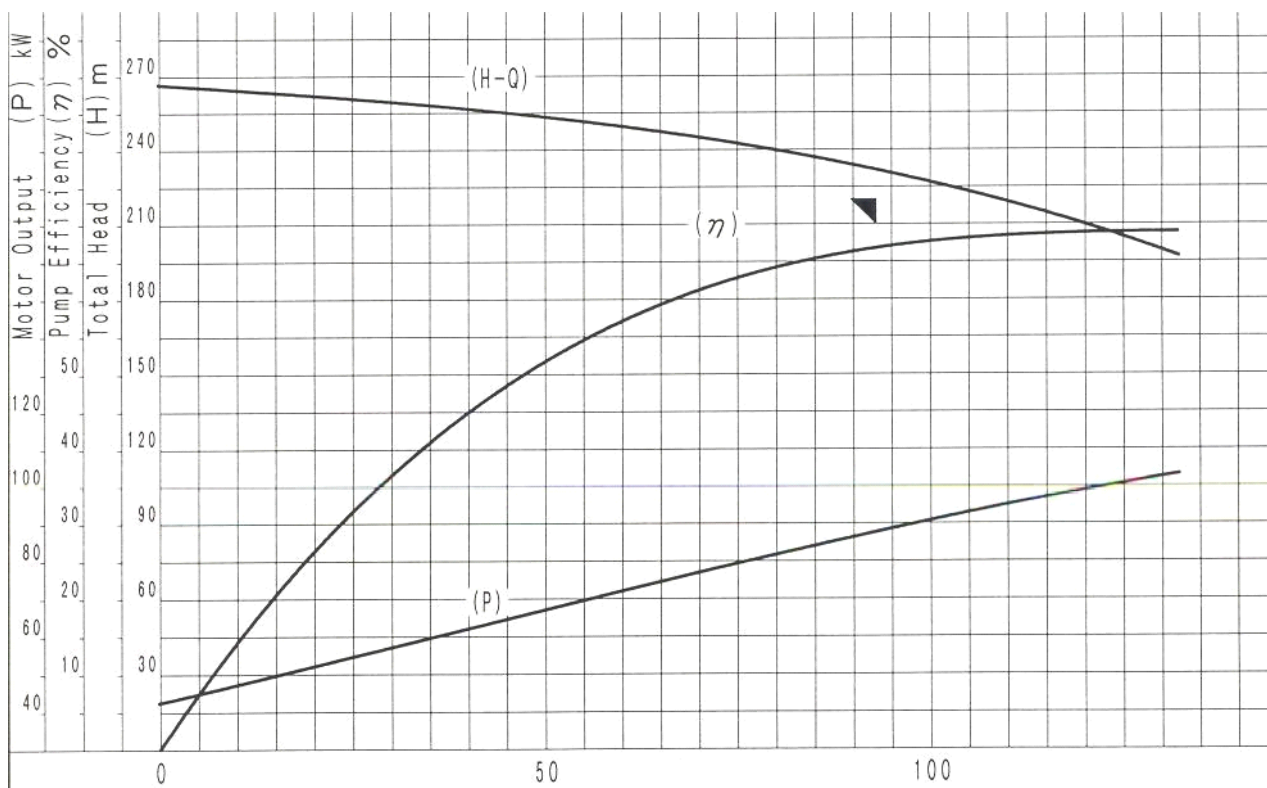
Котловой насос питательной воды.

Модель – GHQ 100-2M;



Производительность – 93 м<sup>3</sup>/ч;  
 Общий напор – 220 м;  
 Кол-во оборотов – 3500 об/м;  
 Кол-во ступеней – 2;  
 Тип – центробежный;  
 Кол-во на судне – 2;  
 Привод – электрический;

Основные зависимости:

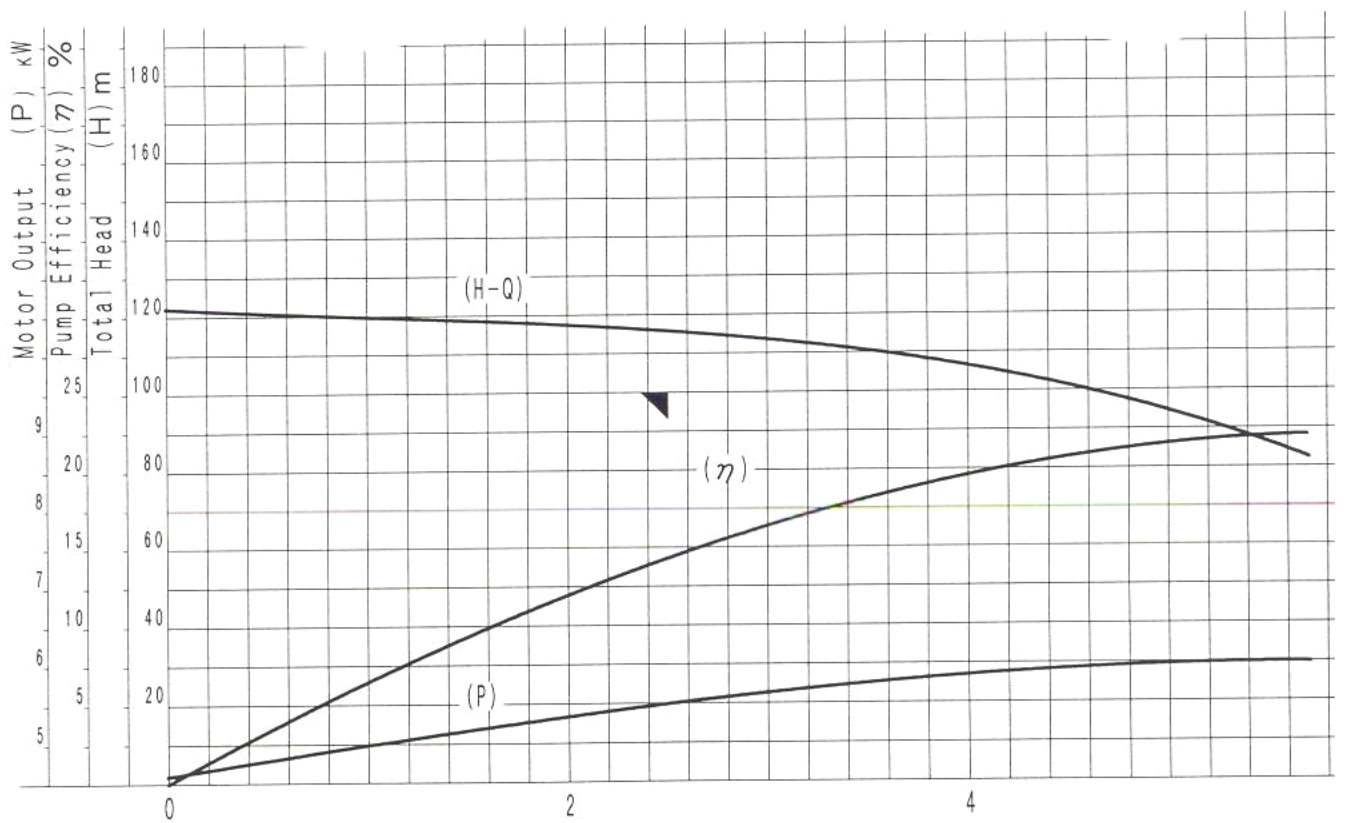


Производительность (Q) м<sup>3</sup>/ч

Вспомогательный насос питательной воды.

Модель – SHQ50M;  
 Производительность – 2,5 м<sup>3</sup>/ч;  
 Общий напор – 100 м;  
 Напор на всасывание – -5 м;  
 Кол-во оборотов – 3500 об/м;  
 Кол-во ступеней – 2;  
 Тип – центробежный;  
 Кол-во на судне – 2;  
 Привод – электрический;

Основные зависимости:



Производительность (Q) м³/ч

Циркуляционный котловой насос.

Модель – ВТ 40-5

Производительность – 9,6 м³/ч;

Общий напор – 40 м;

Напор на всасывание – 160 м;

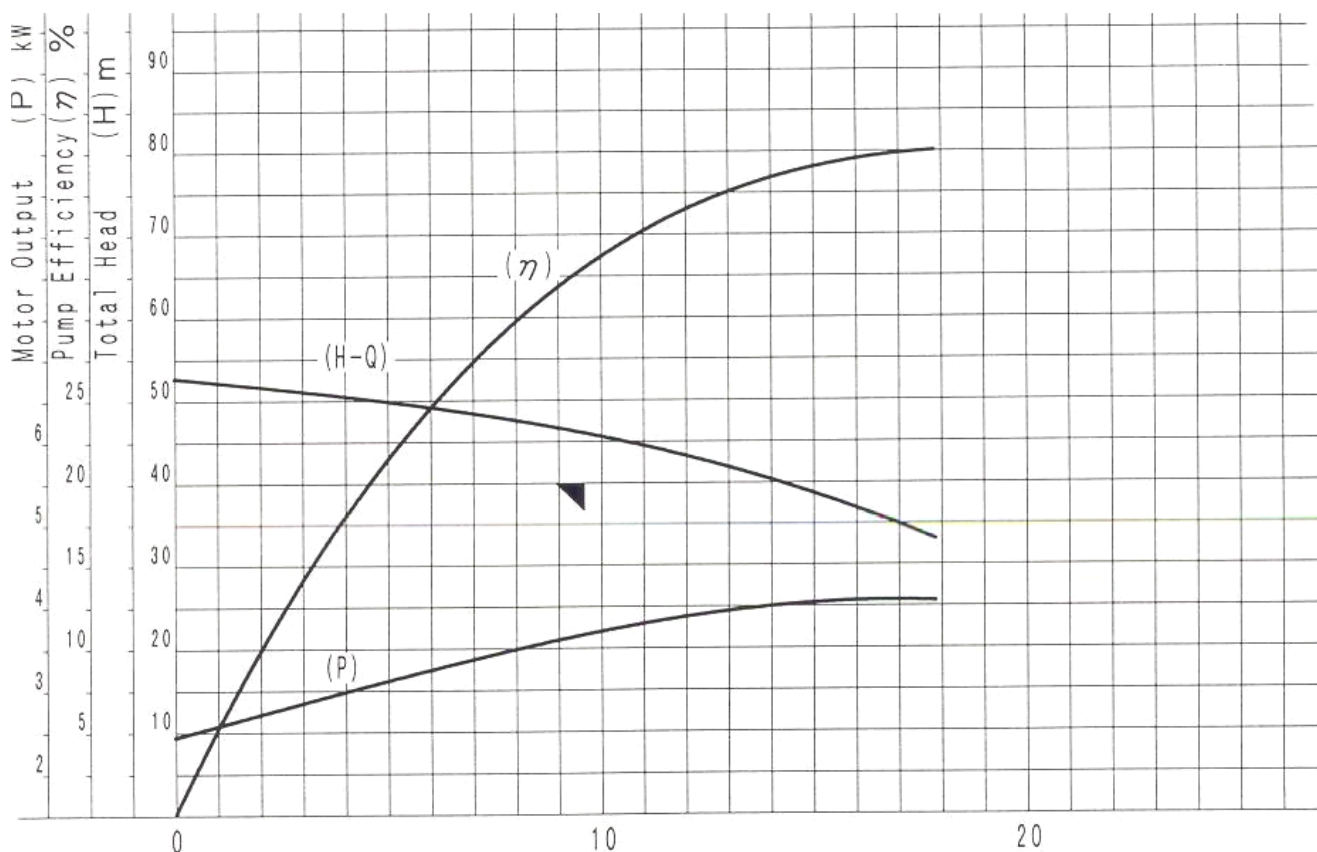
Кол-во оборотов – 3500 об/м;

Кол-во ступеней – 1;

Тип – центробежный;

Кол-во на судне – 2;

Привод – электрический;



Утилизационный котел.

Технические параметры:

Производитель: AALBORG Industries co.,ltd.

Тип AV-6N

Номер 11758

Паропроизводительность 1500 кг/ч

Рабочее давление 7,0 кг/см<sup>2</sup>

Максимальное давление 22 кг/см<sup>2</sup> Температура питательной воды 60 ос Окружающая

температура 45 ос Количество газа при 90% нагр ГД 133000 кг/ч Температура газа на входе

232 ос Температура газа на выходе 205ос

Вес котла 8.1 т

Котел предназначен для отбора тепла у выхлопных газов, и может работать как самостоятельно, так и вместе с паровыми котлами. Он состоит из: пучка труб, корпуса и парового пространства. Котел газотрубный, сварной конструкции. Он устанавливается на твердый фундамент и крепится посредством болтов, расположенных в отверстиях ступни. Питательная вода поступает из водяных барабанов вспомогательных паровых котлов, при помощи циркуляционных насосов (9,6 м<sup>3</sup>/ч), а насыщенный пар поступает паро-водяные коллекторы. Регулирование подачи выхлопного газа производится с помощью байпасного демпфера, расположенного в выхлопном трубопроводе с передней стороны котла.

Параметры выхлопного газа.



Параметр	Значение				
	Макс.	Макс.	Норм.	Макс.	Норм.
Нагрузка двигателя	Макс.	Макс.	Норм.	Макс.	Норм.
Условия	Умеренный климат	север	север	тропики	тропики
Количество газа, (кг/ч)	176400	187600	170400	165600	150600
Паропроизводительность, (кг/ч)	1370	1100	980	1985	1800
Температура газа на входе, (°C)	230	215,3	213	262,5	260,2
Температура газа на выходе, (°C)	211,9	201,5	199,5	235	232,9

Чистка котла.

Если питательная вода циркулирует должным образом, загрязнение водяной и паровой сторон котла будет минимальным. Чистка водяной поверхности труб производится вручную. Чистка газовой поверхности производится с помощью водяного копия, этот способ чистки довольно прост и весьма эффективен. Когда гл. двигатель остановлен - производим чистку котла:

Убедитесь, что гл. двигатель остановлен полностью.

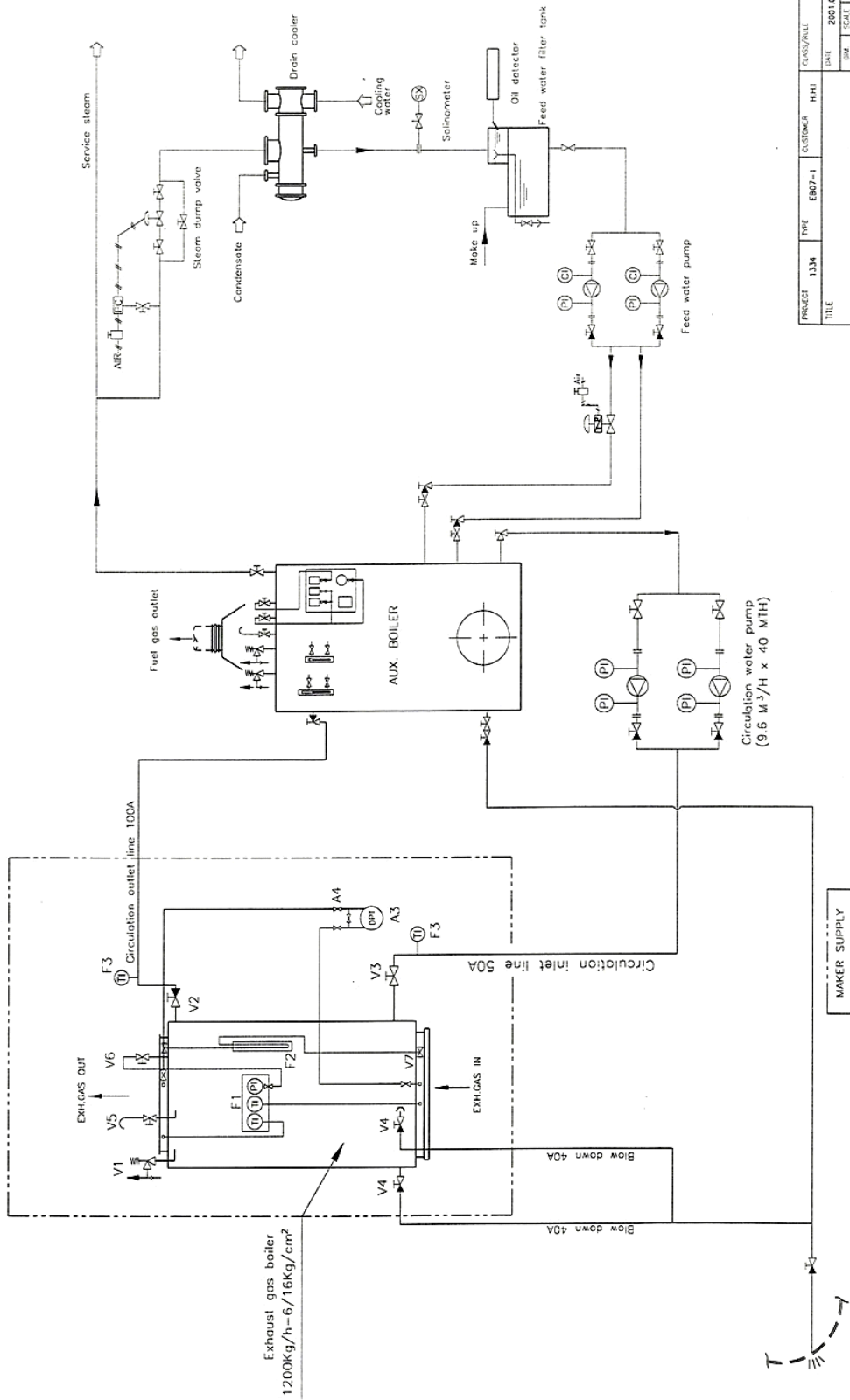
Открыть инспекционный люк в корпусе котла.

Настроить давление моющей воды (4-7 кг/см<sup>2</sup>)

Расход воды не должен превышать 10 литров на 1 м<sup>2</sup> греющей поверхности.

Моющее сопла копия направить перпендикулярно очищаемой поверхности, для обеспечения наилучшего качества чистки.

Когда один цикл чистки будет завершен, осмотреть греющие поверхности и при необходимости повторить чистку.



PROJECT	TYPE	CUSTOMER	CLASS/RULE
1334	EB07-1	N.M.T.	ABS
DATE		2001.04.29	
DIM		SCALE	PROJECTION
		mm	N/S
N/D NO.		EB0204003	
REV		NO.	
EB07-1-01		/0	
<b>KANGRIM INDUSTRIES CO., LTD.</b>			

MAKER SUPPLY  
 - PIPING & CABLE ARE NOT SUPPLIED.

Турбогрузовые насосы

## Основные технические данные турбины.

Турбинный привод грузового и балластного насосов типа RX.

Модели RX паровых турбин являются вертикальными, одноступенчатыми с редуктором.

Основные характеристики:

RX1

Мощность - 1240 кВт;

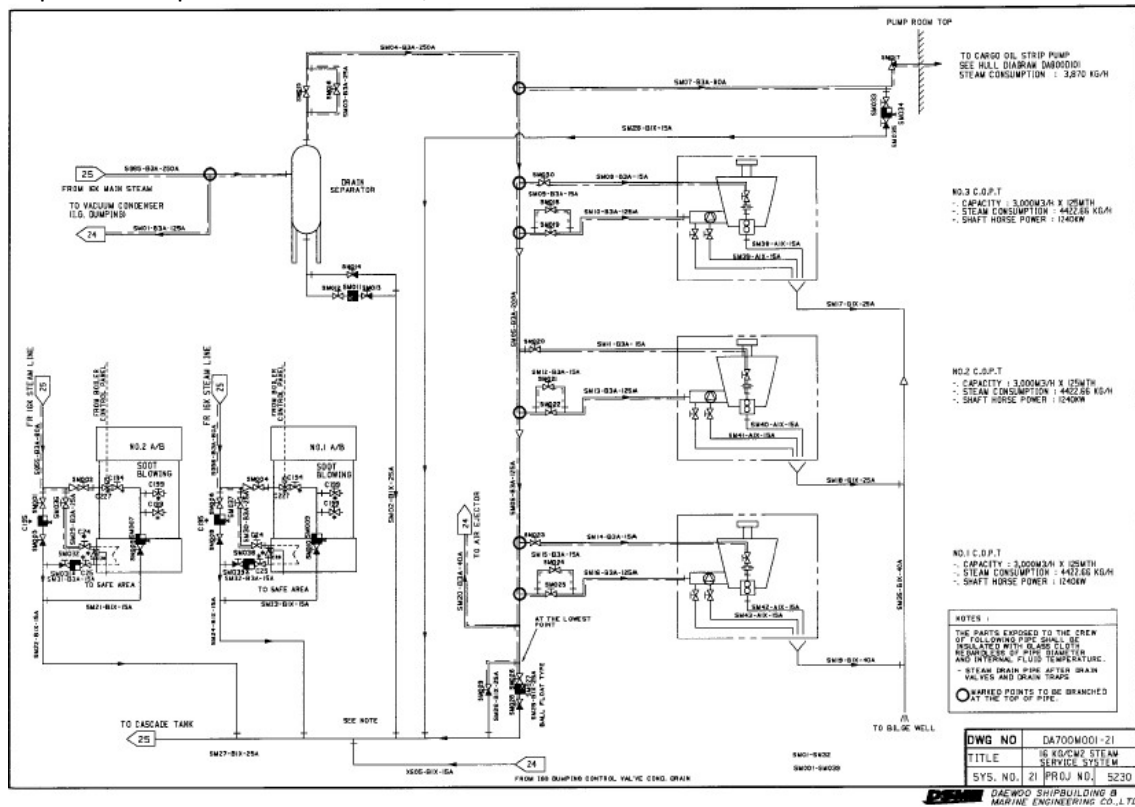
Давление пара на входе - 15 кг/см<sup>2</sup>

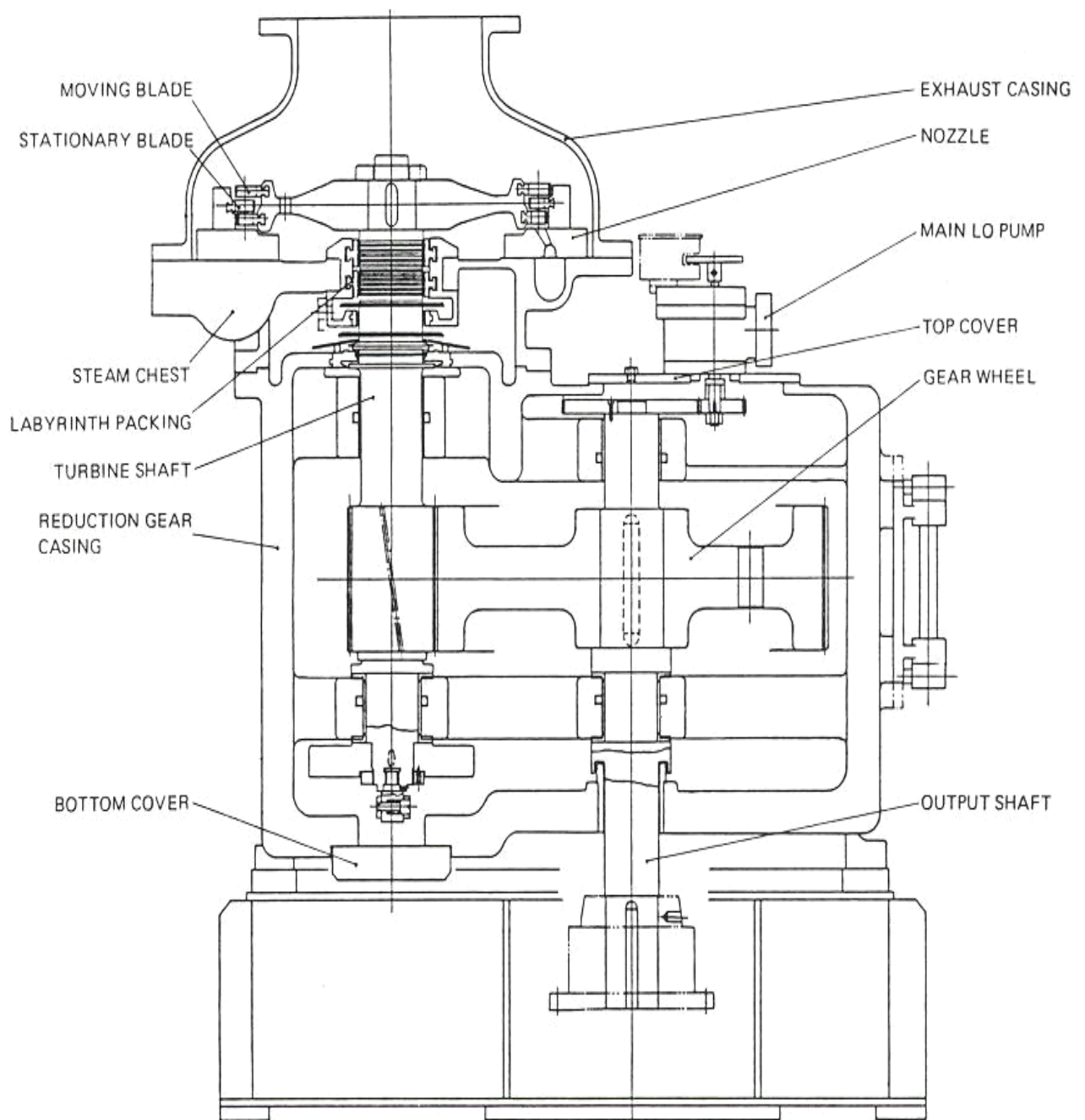
Обороты вала турбины - 7081 об/м; Обороты вала турбины после редуктора - 1310 об/м;

Температура охлаждающей воды - 36 °C;

Производ. масляного насоса - 8 м<sup>3</sup>/ч

Сервисная паровая система 16 кг/см<sup>2</sup>





#### Пуск турбины:

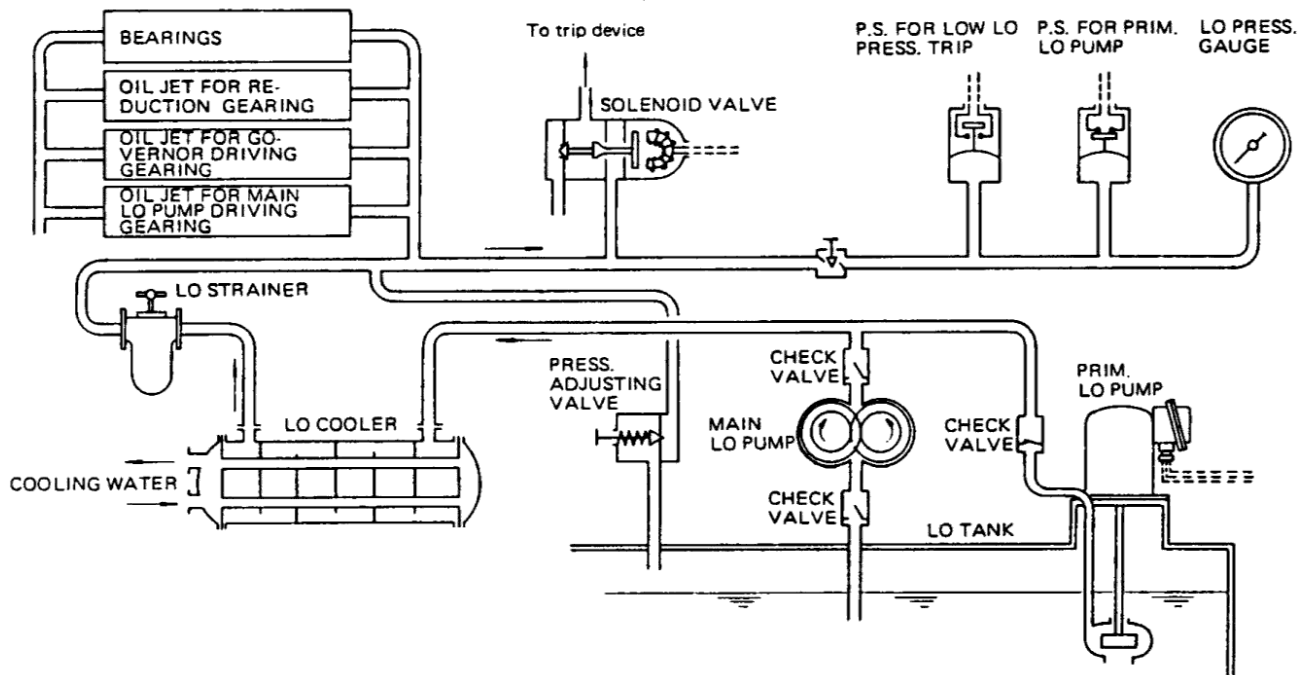
- Открыть клапан на масляное охлаждение турбин.
- Открыть байпасный клапан подачи пара к турбинам и прогреть их;
- Закреть дренажные клапана.
- Открыть клапан подачи пара на эжектор;
- Закреть байпасный и открыть главный клапан подачи пара к турбинам;
- Перевести котёл на 16 кг-мовый режим работы;
- Запустить турбины и вывести на номинальный режим;

#### Остановка турбин:

- Закреть клапан подачи пара к турбинам;
- Перевести котёл на 6 кг-мовый режим работы;
- Закреть клапан подачи пара на эжектор;
- Открыть дренажные клапана;

Система смазки.

Применена система принудительной смазки с использованием привода насоса от турбины. После регулирования топлива до уровня 1.0-1.5 кг/см<sup>2</sup> при помощи регулировочного клапана, масло подается к подшипникам, редукционной передаче, и т.д. через масляный холодильник и фильтр. Часть масла подается на соленоидный клапан, привод защит и работает как рабочее масло для различных устройств защиты. Для безопасной работы турбины предусмотрен дополнительный насос с электроприводом. До тех пор, пока давление масла в системе не достигнет 0.2 кг/см<sup>2</sup>, защита не допустит запуска турбины, даже при открытии главного парового клапана.



ENGINE CONTROL ROOM ECC

CARGO CONTROL ROOM

ENGINE ROOM

ENGINE CONTROL ROOM ECC

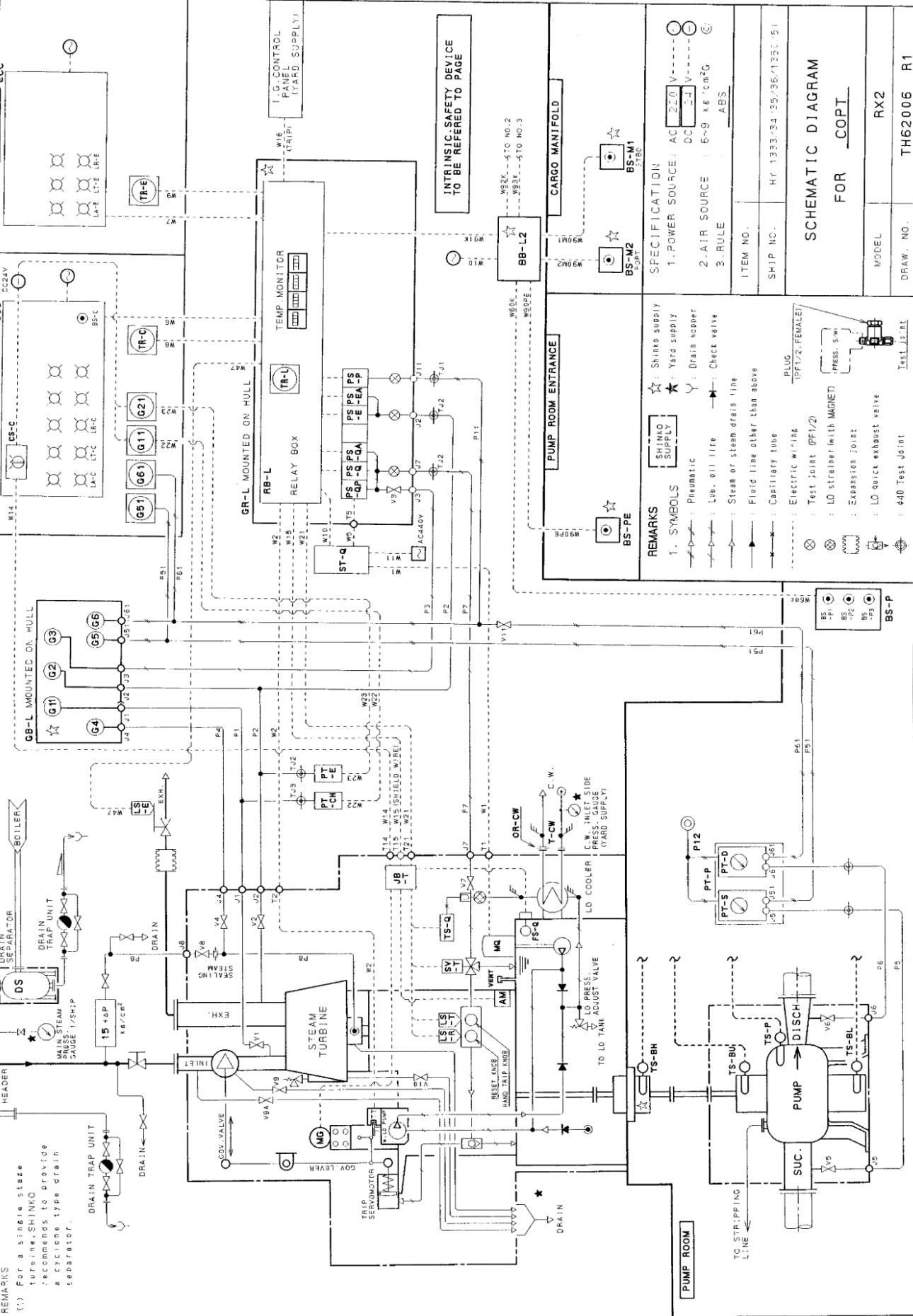
CARGO CONTROL ROOM

ENGINE ROOM

ENGINE CONTROL ROOM ECC

CARGO CONTROL ROOM

ENGINE ROOM



REMARKS  
 (1) For a single stage turbine, SHINKO recommends to provide a cyclone type drain separator.

INTRINSIC SAFETY DEVICE TO BE REFERED TO PAGE

CARGO MANIFOLD

PUMP ROOM ENTRANCE

SPECIFICATION	
1. POWER SOURCE	AC 220 V
2. AIR SOURCE	5~9 kg/cm <sup>2</sup> G
3. RULE	ABS
ITEM NO.	
SHIP NO.	HR 1333/34 25.36.1251 51

REMARKS	
☆	Shinko supply
★	Yard supply
Y	Drain tapper
—	Pneumatic
—	Lub. oil line
—	Steam or steam drain line
—	Fluid line other than above
—	Capillary tube
—	Electric wiring
—	Test Joint (PFI/2)
—	LO strainer with MAGNET
—	Expansion Joint
—	LO Quick exhaust valve
—	440 Test Joint

SYMBOLS	
☆	Shinko supply
★	Yard supply
Y	Drain tapper
—	Pneumatic
—	Lub. oil line
—	Steam or steam drain line
—	Fluid line other than above
—	Capillary tube
—	Electric wiring
—	Test Joint (PFI/2)
—	LO strainer with MAGNET
—	Expansion Joint
—	LO Quick exhaust valve
—	440 Test Joint

PLUG	
—	LEFT/FEMALE
—	RIGHT/MALE

SCHEMATIC DIAGRAM FOR COPT	
MODEL	RX2
DRAW. NO.	TH62006 R1

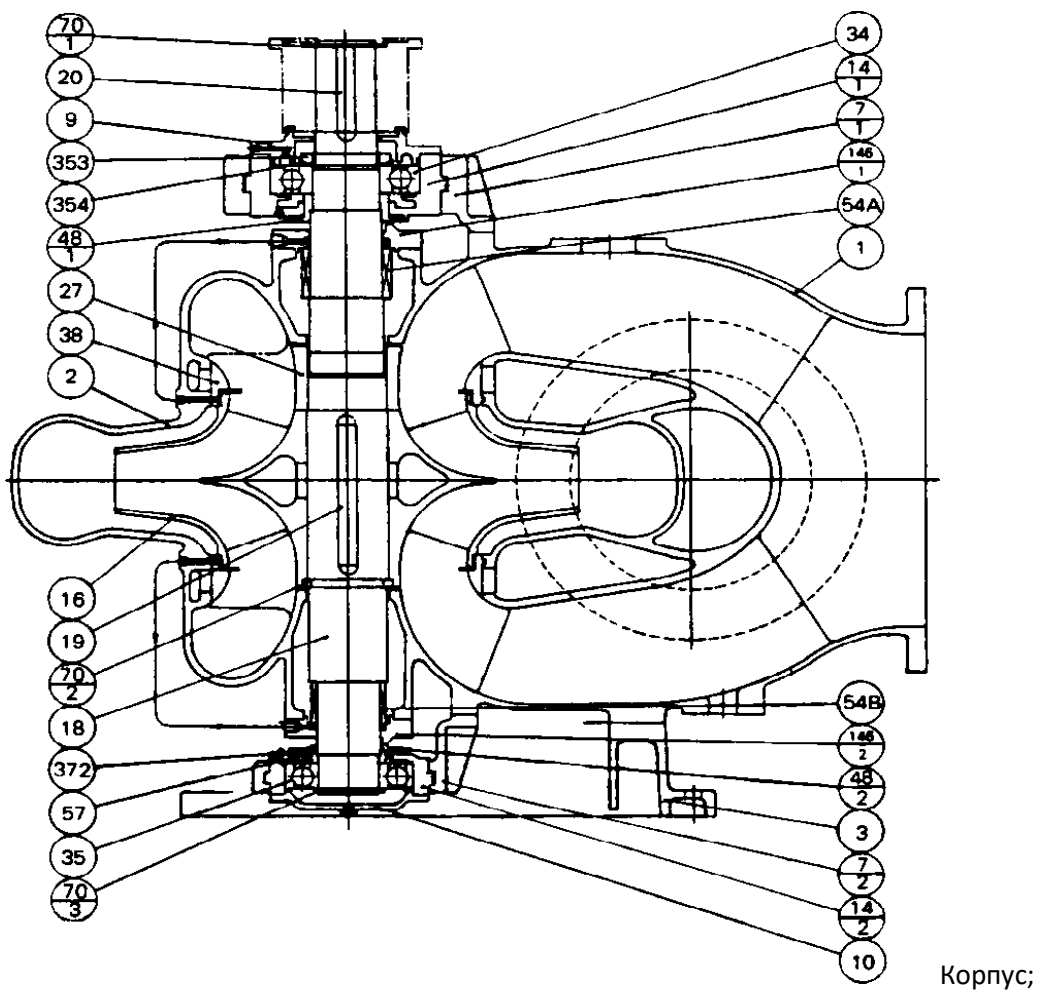
### Грузовые насосы (KV 450 – 4)

Насосы модели типа KV являются вертикальными, одноступенчатыми, двойного всасывания, центробежного типа. И насос и привод(турбина) соединены гибкими муфтами через промежуточный вал и уплотнительную коробку. Крыльчатка статически и динамически сбалансирована.

Основные характеристики:

Зазоры:

Между рабочем колесом и уплотнительным кольцом: 0.38 мм; В механическом уплотнении: 15.9 – 16.5 мм;



Крышка;  
Поддон;  
7-1. Корпус подшипника;  
7-2. Корпус подшипника;  
Крышка подшипника;  
Крышка подшипника;

Запуск насоса.

Закрыть нагнетательный клапан и открыть полностью всасывающий клапан.

Когда перекачиваемая жидкость начинает поступать в насос открыть воздушный клапан и закрыть его когда насос полностью заполнится жидкостью.

Запустить привод и постепенно увеличивать скорость.

Когда давление достигнет необходимог понемногу открывать нагнетательный клапан.

Остановка насоса.

Закрыть нагнетательный клапан.

Остановить привод.

Если установлено паровое чистящее устройство перекачиваемый груз был высоковязкостным, открыть подачу пара на устройство и прочистить уплотнительное кольцо рабочего колеса и механические уплотнения в течении 10 минут для предотвращения слипания части деталей при нормальной температуре.

Система инертных газов.

Производительность СИГ – 11300 м<sup>3</sup>/ч Производительность основной газодувки - 11300 м<sup>3</sup>/ч

Производительность вспомогательной газодувки- 5650 м<sup>3</sup>/ч

Основной причиной установки СИГа на борту танкеров является уменьшение возможности возгорания или взрыва груза. Опасность всегда присутствует, когда есть все три компонента, для возникновения огня. Это:

Горючий элемент, пары углеводорода.

Энергия для начала возгорания.

Кислород, поддерживающий процесс горения.

Если один из этих элементов будет удален, опасность возгорания тоже будет минимальной. Процент содержание кислорода в танке можно контролировать, путем смешивания его с инертным газом. Принцип работы СИГ основан на полной изоляции грузовых танков от атмосферы и заполнения их инертным газом. Это возможно при небольшом избыточном давлении, поддерживаемом постоянно в танках. Инертный газ на судне может быть получен двумя способами.

При охлаждении и очищении от сажи выпускных газов котла в скрубере.

При использовании генератора инертного газа, который сжигает топливо при низком содержании кислорода. Этот способ используется для поддержания избыточного давления в танках во время перехода. (наше судно не оборудовано газогенератором)

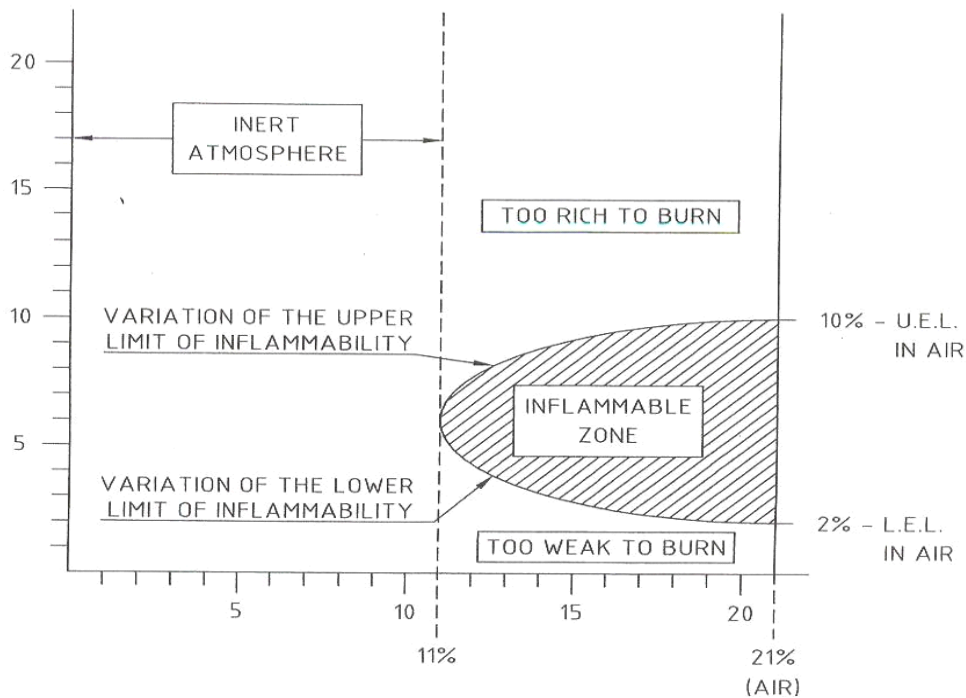
Безопасное содержание кислорода:

11% - минимальное необходимое для сгорания количество кислорода, не является безопасным.

8% - максимальное содержание во время грузовых операций

5% - это нормальное содержание, которое следует поддерживать во время всех операций.





Процентное содержание кислорода в смеси (по объему)

#### Скрубер.

Отработавшие в котле газы, через впускной клапан, поступают во входной канал скрубера. Газ, ведомый через центральную трубу, поступает в нижнюю часть скрубера, где разворачивается и поступает к выходу по внешней стороне центральной трубы. Центральная труба имеет установленные в ней сопла заборной воды, что обеспечивает охлаждение и очистку газа на первой стадии. Газ выходя из центральной трубы, разворачивается на 180° и проходит через мокрый полипропиленовый фильтр, установленный в нижней части скрубера. После фильтра газ попадает под тонкие струи заборной воды, распыленные соплами установленными в верхней части. Перед

тем как газ поступает в выходной патрубок, он проходит еще один полипропиленовый фильтр. В конце процесса мы имеем очищенный и охлажденный инертный газ.

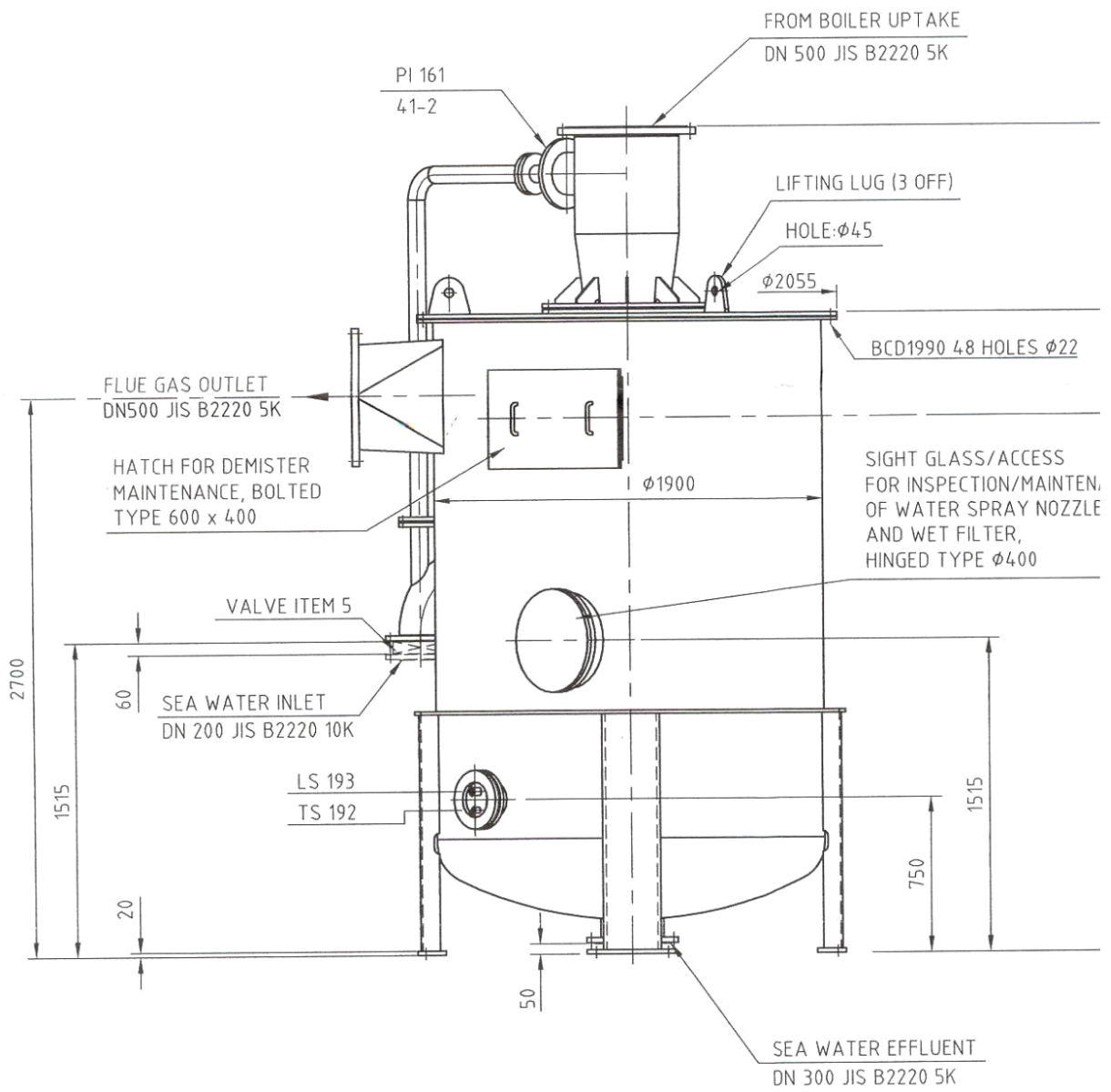
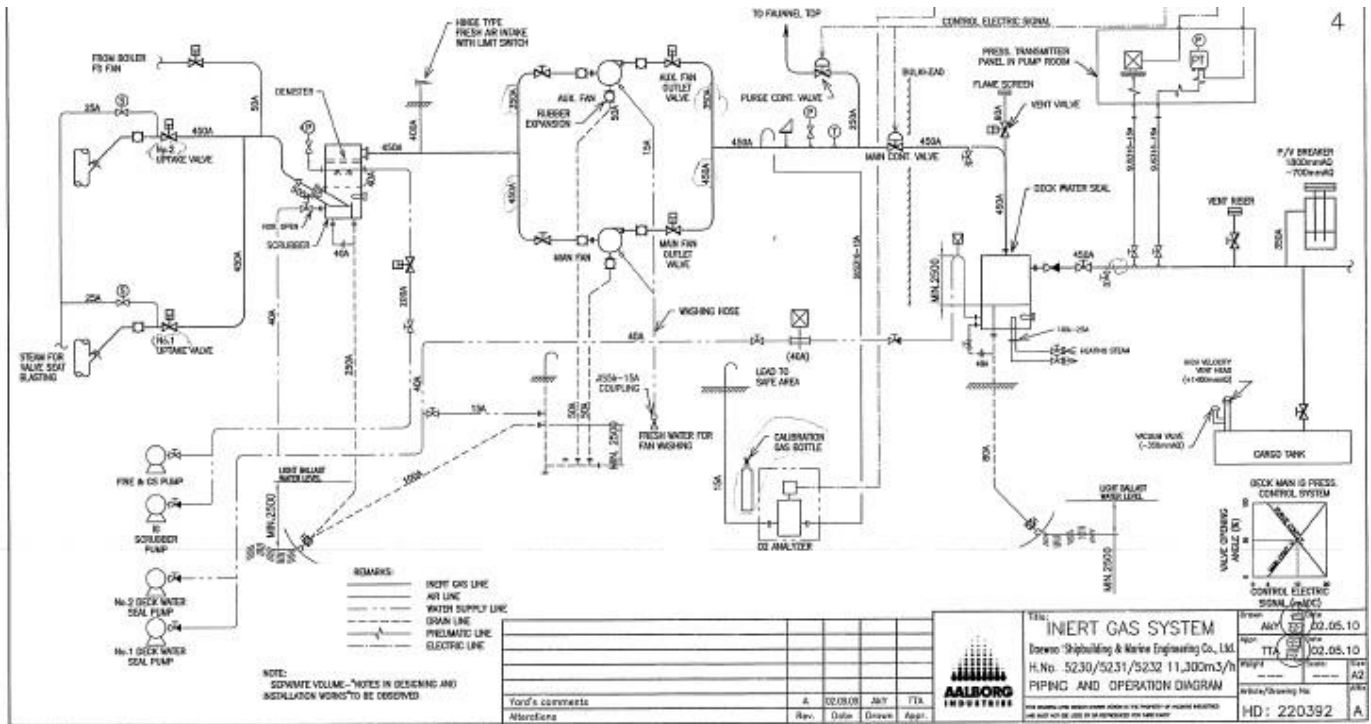


Схема СИГ



### Вакуумный конденсатор.

Вакуумный конденсатор устанавливается после паровых турбин для расширения пара при меньшем давлении, что позволяет сработать больше энергии в турбинах и повысить эффективность парового цикла.

Весь конденсат с конденсатора возвращается в систему питательной воды.

Поверхность вакуумного конденсатора состоит из сварного стального кожуха, образующего паровую камеру, и трубок. В нижней части паровой камеры установлены пластины соударения, которые предохраняют трубы от повреждений в процессе их контакта с потоком пара и служат чтобы распределять пар. Кожух имеет термокомпенсационный шов для поглощения разницы при термических расширениях.

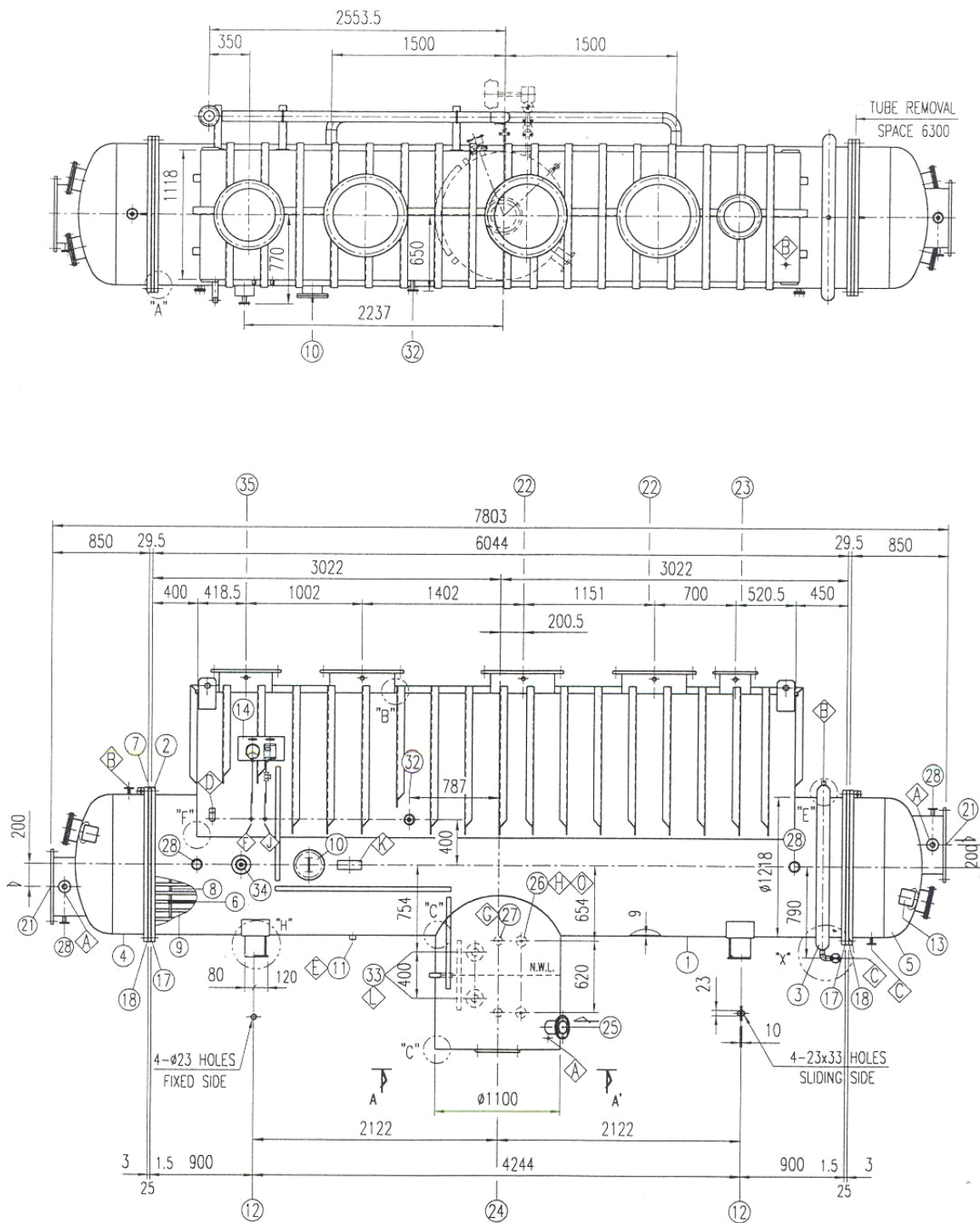
Трубки обычно изготавливаются из алюминиевых или медно-никелевых сплавов. Они завальцовываются в трубные доски и имеют поддерживающие пластины которые предотвращают их от разрушения во время вибрации.

Передняя и возвратные крышки обычно делаются из стали и покрываются неопропеленом. Иногда в качестве покрытия используют стекловолокно. В этом случае в качестве защитных анодов используют мягкое железо, образующее стабильную оксидную плёнку на поверхности труб, которая защищает от коррозии.

Основные технические данные: Тип – кожухо-трубный;

Площадь рабочей поверхности – 585 м<sup>2</sup>;

### Вакуумный конденсатор.



- Детали:
- Кожух.
  - Фланец кожуха.
  - Термокомпенсационный шов.
  - Передняя крышка.
  - Возвратная крышка.
  - Труба.
  - Трубная доска.
  - Тарелка.

Смотровое отверстие.  
Паровое соединение.  
Поддерживающие седла.  
Защитный анод.  
Приборная доска.  
Штиф и гайка.  
Разъёмный болт.  
Прокладка.

Соединительные фланцы:  
Морская вода (вх./вых.)  
Пар с грузовых турбин (вх.)  
Пар с балластной турбины (вх.)  
Конденсат (вых.)  
Рециркулирующая вода (вх.)  
Контроллеры уровня  
Датчики уровня  
Соединение для хим. чистки  
Пароводяная смесь (вых.)  
Балансирующая линия насоса  
Выключатель уровня  
Дренаж эжекторного конденсата  
Пар с моющей турбины (вх.)

Воздушный эжектор.

Основные технические данные:  
Горизонтального типа, двухэлементный с одной паровой ступенью.  
Площадь рабочей поверхности – 17 м<sup>2</sup>;  
Вакуум конденсатора – 570 мм рт. Ст.;  
Расход сухого воздуха – 35,65 кг/ч;  
Расход паравоздушной смеси – 125,47 кг/ч;  
Температура паравоздушной смеси – 56,75 °С;  
Давление управляющего пара – 14 (макс.16) кг/см<sup>2</sup>;  
Расход управляющего пара – 711 кг/ч;  
Температура управляющего пара – насыщенный;  
Рабочая среда – морская вода;

Рабочее давление – 2,1 кг/см<sup>2</sup>;  
Температура на входе – 32 °С;  
Температура на выходе – 42 °С;  
Скорость – 1,31 м/с;  
Перепад давления – 0,2 кг/см<sup>2</sup>; 15. КПД – 60%;  
Вес – 770 кг;  
Температура крышки – 60 °С;  
Давление крышки – 3,5 кг/см<sup>2</sup>;

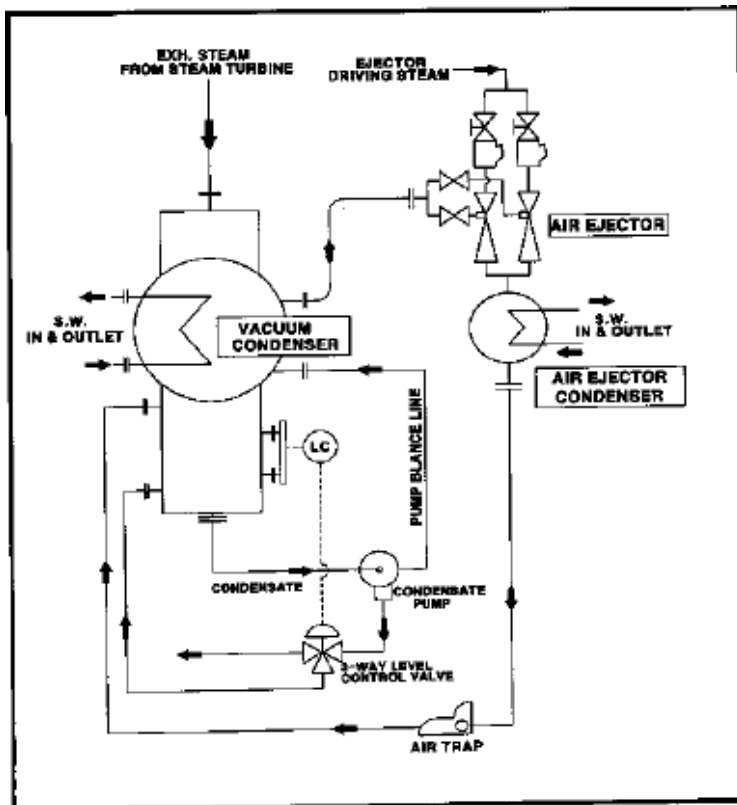


fig 1 System diagram for Vacuum Condenser of Steam Turbine Пароводяная смесь

#### ПОДГОТОВКА ТУРБИН И СИГА К ПУСКУ

- 1 Проверить нагрузку, пустить ДГ
- 2 Стравить воздух и открыть второй кингстон
- 3 Пустить н-с охлаждения вакуумного конденсатора (стравить воздух)
- 4 Если готовим только СИГ, достаточно на турбинах закрыть выходы пара (3 клапана) на вакуумный конденсатор, если готовим турбины, то:
  - а) повернуть фильтра и пустить маслопрокачивающие н-сы б) закрыть дренажи (3 клапана на каждой)
- 5 Начинаем стравливать конденсат, подрываем пар ( by-pass ) . Как пойдет теплая вода, открываем на треть пар на эжектора. Конденсат будет потихоньку продавливаться, уровень в вакуумном конденсаторе начнет расти. Пустить конденсатный н-с. Открыть воздушные клапана на вакуумных эжекторах.
- 6 Убедившись, что конденсат сошел (через дренаж идет пар), открыть подачу пара на лабиринтовые уплотнения ( 0.2 достаточно, когда давление пара в системе поднимется, потом убавить пар на лабиринтовые уплотнения.
 

Открыть полностью большой клапан подачи пара на турбины ( by-pass закрыть), и открыть полностью все клапана на вакуумных эжекторах.

Открыть два клапана сброса пара на СИГ (площадка ДГ возле холодильников)

Перевести уставку сброса пара на атмосферный конденсатор на 18.3 ( для того что бы клапан гарантированно был закрыт) и закрыть секущий клапан сразу за ним.

Поднимаем давление пара в рабочем котле. Запускаем только если он стоит, иначе он резко возьмет нагрузку до 100 %.

При давлении 8-9 кг переходим на большой питательный н-с (малый останавливаем). Резервный н-с обязательно ставим на St. Vu.

Запустить н-с охлаждения скруббера (у нас с местного поста, т.к. надо открыть клапан на нагнетание), на панели СИГ открыть клапан скруббера, проконтролировать давление P=1.1кг

При давлении пара 10 кг, проконтролировать давление пара на лабиринтовые уплотнения.

При давлении пара 14 кг, на панели СИГ перевести переключатель в положение INERTING, при этом начинает отработывать клапан сброса пара на СИГ, т.е. давление поддерживается по его уставке. Проконтролировать давление пара на лабиринтовые уплотнения.

Запускаем газодувку (малую или большую), открываем UPTAKE на работающем (master) котле

На котельном компьютере вызываем окно INERTING, постепенно поднимаем нагрузку пока кислород не достигнет нужного значения (до 4-х % т.к. на 5% СИГ переводится в атмосферу), нагрузка будет около 57%.

Звоним в ПУГО ждем указаний по подготовке турбин.

## ПОДГОТОВКА ТУРБИН К ПУСКУ

Уровень масла уже проверен (см выше пункт 4. а.)

Проверить турбину вручную по направлению вращения

Открыть маленький клапан подачи пара на турбину, медленно раскручиваем до 250 оборотов, в этом режиме прогреваем турбину 20 минут.

По команде выводим турбину на 650 оборотов : медленно открываем большой клапан подачи пара на турбину, начнет отработывать регулятор, если рейка полностью поднялась вверх, значит регулятор взял на себя управление, можно полностью открывать большой клапан (малый закрываем) . Турбина готова.

Если знаем, что понадобится второй котел, подбиваем его заранее на ручном управлении до 14-15 кг. Как только он понадобился – переводим на АВТО. При выравнивании давлений открываем стопорный клапан.

При изменении нагрузки на котле будет меняться и кислород. Его поддерживаем изменением соотношения иопливо-воздух на котле с которого открыт UPTAKE.

## ВЫВОД ТУРБИН, СИГа

Из ПУГО говорят, какую турбину останавливать, они должны вывести ее на 650 оборотов, после этого просто закрываем на нее пар и все.

Если на двух других турбинах смайнали обороты и поднимать не будут (уточнить), и видно, что достаточно одного котла – то можно вывести из работы второй. Для этого : переводим его в ручной режим, останавливаем, закрываем стопорный клапан. На оставшемся котле регулируем нагрузку и соотношение топливо –воздух что бы поддерживать кислород и меньше шел сброс на вакуумный конденсатор.

Получили команду останавливать последнюю турбину : закрываем на нее пар и все. Никакие дренажи не открываем, что бы не развакуумировать систему. СИГ пока работает, сброс на вакуумный конденсатор.

Если СИГ не нужен и зачистой поршневой насос работать не будет, выводим СИГ и котел следующим образом:

а) плавно уменьшаем нагрузку на котле до 20% (выйдет сигнал по кислороду – квитируем)

б) на панели СИГ закрываем UPTAKE, останавливаем газодувку, перевести переключатель в положение NAVI, перепереводим котел в режим LOW. Сразу идем мыть лопатки газодувки в течение 10 минут.

Ждем, пока упадет давление, при 8-9 кг переходим на малый питаельный н-с (большой останавливаем).

Перевести уставку сброса пара на атмосферный конденсатор обратно на 8,3 и открыть секущий клапан сразу за ним.

Сразу спускаемся на площадку турбин и полностью закрываем большой клапан подачи пара на турбины. Немного подождать пока пар сбросится через эжектора, проконтролировать по манометрам. Открыть все дренажи, закрыть все клапана подачи пара на лабиринтовые уплотнения. Площадкой выше закрываем 2 клапана возле холодильников на трубе сброса пара.

Идем в ЦПУ, к этому времени уже пойдет около 30 мин, поэтому можем остановить н-с скруббера (предварительно закрыв на него клапан).

Ждем промерно 1.5 часа, затем на ощупь проверяем остыл ли вакуумный конденсатор. Если остыл, останавливаем н-с охлаждения вакуумного конденсатора, затем дистиллатный.

Через 2 часа проконтролировать температуру турбин, если остыли, остановить маслопрокачивающие н-сы

Санитарная вакуумная система EVAC.

Санитарная система состоит из вакуумного трубопровода, сборочного танка, циркуляционного насоса, эжектора и аппаратуры управления. Вакуум образуется при рециркуляции фекальных вод через эжектор, установленный в сборочном танке. Унитазы соединены непосредственно с вакуумным трубопроводом, через спускной клапан, расположенный в задней части унитаза.

Другой клапан, работающий синхронно со спускным, служит для подачи воды во время спуска, что обеспечивает расход 1 литра воды за спуск. Сборочный танк находится под атмосферным давлением, вакуум поддерживается только в трубопроводе. Датчик давления обеспечивает своевременный пуск и остановку циркуляционного насоса, для поддержания вакуума в трубопроводе. Контрольный клапан в эжекторе закрывает его как только насос прекращает работу. Фекалии из сборочного танка поступают в специальную установку, где очищаются под действием аэробных бактерий, после чего производится их сброс за борт. Аппаратура управления обеспечивает контроль за уровнем в сборочном танке и при необходимости производит блокировку системы.



