

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В. П. ШОСТАК, А. І. КІСАРОВА

**СИСТЕМИ СУДНОВИХ
ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК
РОБОЧИЙ ЗОШИТ**

Навчальний наочний посібник

Рекомендовано Вченою радою НУК імені адмірала
Макарова як навчальний наочний посібник

Миколаїв 2021

УДК 629.5:621.431(075.8)

Ш78

Рецензенти:

М.Р. Ткач, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК імені адмірала Макарова;

Б.В. Димо, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок НУК імені адмірала Макарова;

В.К. Приходько, директор ТОВ "Залів Шіп Дизайн".

Рекомендовано Вченою радою НУК імені адмірала Макарова як навчальний наочний посібник (протокол № 1 від «29» січня 2021 р.).

Шостак, В. П.

Ш78 Системи суднових дизельних установок. Робочий зошит : навчальний наочний посібник / В. П. Шостак, А. І. Кісарова. – Миколаїв : НУК, 2021. – 128 с.

Подано наочний матеріал стосовно складу й принципу дії систем дизельних установок сучасних морських транспортних суден з малообертовими двигунами провідної компанії MAN Diesel&Turbo. В систематизованому вигляді, вперше для подібних навчальних посібників, подана інформація про нетрадиційні системи суднових дизельних установок, що забезпечують суттєве зниження оксидів азоту в відхідних газах малообертових двигунів і зменшення витрат палива на суднову електростанцію, або на рухову установку завдяки глибокій утилізації теплоти відхідних газів, а також і теплоти наддувного повітря головних двигунів. За обсягом і змістом ілюстративний матеріал є домінуючим і, в певному сенсі, завершеним. Поряд з цим, тексти є вкрай лаконічними й неповними, які потребують доопрацювання та доповнення читачем самостійно та, при необхідності, з викладачем навчального закладу.

Призначено для студентів і курсантів, які навчаються за спеціалізаціями "Експлуатація суднових енергетичних установок", "Управління судновими енергетичними комплексами та системами", "Експлуатація, випробування та монтаж суднових енергетичних установок" тощо. Також буде корисний фахівцям із суднової енергетики, які працюють у сфері проектування, технічної експлуатації й обслуговування суден, на судноремонтних і суднобудівних заводах.

Shostak, V.P.

Sh78 Marine diesel systems: Workbook :visual manual / V.P. Shostak, A.I. Kisarova. – Mykolayiv: NUOS, 2021 – 128 p.

Visual material on the composition and principle of operation of marine transport vessels diesel systems operation with low-speed engines of the leading company MAN Diesel & Turbo is presented. In a systematic way, for the first time for such textbooks, information for the marine diesel engines non-traditional systems, which are provided a significant reduction in nitrogen oxides in the exhaust gases of low-speed engines and reduce fuel consumption for a marine power plant or propulsion system due to deep waste heat utilization as well as the heat of the charge air of the main engines. By volume and content, the illustrative material is dominant and, in a sense, complete. At the same time the texts are extremely compactly and incomplete, which need to be finalized and supplemented by the reader independently and, if necessary, with the teacher of the educational institution.

Manual is intended for students and cadets majoring in "Operation of ship power plants", "Management of ship power complex and systems", "Operation, testing and installation of ship power plants", etc. It will also be useful for ship energy professionals working in the field of design, maintenance and servicing of ships at the shipbuilding yards and shipyards.

УДК 629.5:621.431(075.8)

© Шостак В. П., Кісарова А. І., 2021

Авторські права захищені Законом України «Про авторське право і суміжні права» від 23.12.1993 р. Жодна друкована частина цього зошиту не може бути відтворена будь-яким способом (електронним, механічним, фотокопіюванням, запису тощо) без попереднього письмового дозволу авторів.

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Поради.....	5
Прийняті скорочення.....	6
Вступ.....	7
Список літератури.....	8
Титульний аркуш робочого зошита студента.....	9
1. Будова малообертових двигунів.....	10
1.1. Дизельна енергетична установка морського судна	11
1.2. Будова малообертових двигунів компанії MDT	12
1.3. Ідентифікація типів двигунів компанії MDT.....	21
1.4. Параметри малообертових двигунів.....	23
1.5. Вузли та деталі внутрішніх систем малообертових двигунів.....	27
1.6. Турбокомпресори малообертових двигунів.....	36
1.7. Аксонометричне зображення двигуна 6S60MC-C.....	38
2. Традиційні системи суднових дизельних установок.....	39
2.1. Системи водяного охолодження	40
2.2. Принципові схеми систем і водоопріснювальної установки	41
2.3. Основні характеристики допоміжного обладнання для обслуговування МОД: номінального і дефорсованого	45
2.4. Паливні системи	52
2.5. Масляні системи	56
2.6. Системи прісної та забортної води	60
2.7. Валогенератори, їх змащення й охолодження	65
2.8. Системи газовипуску	69
2.9. Системи пускового і керуючого повітря	71
2.10. Технологічні системи для МОД	74
2.11. Системи для МОД і система «пар–конденсат».....	76
3. Системи зі специфічним обладнанням СДУ.....	79
3.1. Методи й засоби зменшення оксидів сірки та азоту у відхідних газах МОД.....	80
3.2. Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів СДУ.....	95
4. Експлуатація систем суднових дизельних установок.....	121
І. Технічне використання суднових дизельних установок.....	123
ІІ. Технічне обслуговування суднових дизелів	126
Список додаткової, залученої студентом, літератури.....	127

ПЕРЕДМОВА

Оскільки більша частина (до 80 %) інформації про навколишній світ надходить до нас через очі, то наявність систематизованих наочних даних по технічним об'єктам, до яких, зокрема, відносяться і системи енергетичних установок, сприяє швидкому і якісному вивченню програмних питань навчальної дисципліни. Для передачі та засвоєння такої наочної інформації в навчальному процесі найкращим чином підходить робочий зошит.

Робочий зошит – це особливий жанр навчальної літератури. На його основі відбувається усвідомлення нового навчального матеріалу та формування практичних умінь, а також організація самостійної роботи студента, контроль його навчальних досягнень. [8, 10] Робочий зошит відрізняється від звичайного наявністю друкованої основи. У такому зошиті студент дописує, докреслює, добудовує та/або дорисовує безпосередньо на сторінках зошита й, при необхідності, на додаткових сторінках, що включаються до зошита. Друкована основа дає змогу студенту сконцентрувати свою увагу на сутності навчального матеріалу та заощаджує час на конспектування, полегшує сприймання матеріалу.

Мета робочого зошита – закріплення й розширення знань, розвиток творчого мислення та активізація навчальної діяльності студентів.

Робочий зошит у системі засобів навчання виконує певні дидактичні функції, є носієм інформації, сприяє у студентів формуванню системи знань, умінь і навичок. Загалом такий зошит – це робочий зошит-конспект (РЗК), який у завершеному вигляді являє собою своєрідний каркас основних питань навчальної дисципліни у вигляді рисунків, малюнків, креслень, ескізів, формул, таблиць, стислих окремих текстів, який доповнений доробками й записами студента. Практично кожна сторінка зошита містить посилання на використане літературне джерело. Це надає можливість, за бажанням студента, поглибити знання. На окремих сторінках зображено копірайт: Шостак В.П., 2020, що вказує на відсутність друкованого джерела з конкретного питання.

Є сенс надавати каркас РЗК студенту на перших заняттях. Подальші записи стосовно кожного окремого питання здійснюються власноруч студентом. До цього конспекту заносяться відомості, одержані студентом на лекціях, практичних і лабораторних заняттях, консультаціях і, головне, в процесі його *самостійної роботи*. Подібний зошит може бути розроблений студентом самостійно у відповідності до робочої програми навчальної дисципліни (або до змісту екзаменаційних білетів).

Доречно РЗК пред'являти викладачеві протягом семестру для поточного контролю. Його зміст і словесний коментар окремих даних, за вказівкою викладача, *служуватимуть для оцінки роботи студента на лекціях й практичних заняттях і для оцінки його самостійної роботи*. Наявний у студента персональний «Робочий зошит-конспект» у завершеному вигляді – база для заліку або для складання екзамену.

Автори мають надію, що використання в навчальному процесі такого робочого зошита допомагатиме викладачеві організувати самостійну творчу роботу студента, виявляти й розширяти його навчальні досягнення, визначати рівень його компетентності та своєчасно надавати допомогу в подоланні труднощів, які виникають у студента в процесі роботи в аудиторіях і вдома.

Творчий задум посібника належить Шостаку В. П.; ним виконано загальне редагування. Автори з вдячністю приймуть зауваження щодо цього навчального наочного посібника, які можна надсилати за адресою: НУК, просп. Героїв України 9, Миколаїв, 54025; за адресами електронної пошти: kisarovaalena@gmail.com або shostakvolodymyr7@gmail.com.

ПОРАДИ

Робочий зошит-конспект передбачає вдумливе читання й осмислення наведених у ньому текстових і наочних матеріалів. Технологія використання робочого зошита в аудиторії (на лекціях і практичних заняттях) і вдома забезпечує, при бажанні та цілеспрямованих зусиллях студента, інформаційну, систематизуючу й узагальнюючу функцію самоосвіти та самоконтролю.

Працюючи з цим зошитом, слід дотримуватися таких порад.

1. Заняття за зошитом проводяться послідовно від теми до теми, від рисунка до рисунка, від одного надпису до наступного.

2. Виконані завдання та відповіді на контрольні питання вписуються на передбачені для цього місця.

3. У разі розширених коментарів, для яких недостатньо вільного місця («пустих» строчок), доречно долучити до робочого зошита додаткові аркуші.

4. У першій частині («Будова малообертових двигунів») все, що безпосередньо пов'язане з системами суднових дизельних установок, пропонується помітити маркером, або позначити, підкреслити, наприклад, червоним олівцем, фломастером тощо.

5. Щоб не залишилося у студента явних «білих плям» по системам суднових дизельних установок, то ж кожне окреме питання (ілюстрація, локальний текст, таблиця тощо) доповнюється ним хоча б стислим коментарем – щонайменше «одне речення».

6. Надписи та тексти російською обов'язково, повністю або частково, супроводжуються українською. Те ж саме стосується і англійської.

7. Усі магістралі (трубопроводи) на схемі системи, яка вміщує різні речовини, обводяться кольоровим фломастером:

коричневим	– паливо;
жовтим	– масло;
синім	– прісна вода;
зеленим	– забортна вода;
блакитним	– повітря;
сірим	– відхідні гази;
фіолетовим	– хладон (фреон);
червоним	– водяна пара.

В іншому випадку схема потребує розгорнутого описання.

8. *Власноручні* записи, позначення тощо бажано робити синім, або іншим кольором, але не чорним.

P.S. Поради не виключають імпровізацію, але нехтування ними потребує обґрунтування – якщо не на папері, то в усній формі при складанні екзамену чи заліку.

ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

ВГ	–	валогенератор
ВОУ	–	водоопріснювальна установка
ГД	–	головний двигун
ГРК	–	гвинт регульованого кроку
ДК	–	допоміжний котел
КШМ	–	кривошипно-шатунний механізм
МВ	–	машинне відділення
МОД	–	малообертовий двигун
ПНВТ	–	паливний насос високого тиску
ПТЕ	–	правила технічної експлуатації
СДУ	–	суднова дизельна установка
СЕУ	–	суднова енергетична установка
СПТУ	–	суднова паротурбінна установка
ТВ	–	технічне використання
ТЕФ	–	технічна експлуатація флоту
ТК	–	турбокомпресор
ТО	–	технічне обслуговування
УК	–	утилізаційний котел
ХНП	–	холодильник наддувного повітря
MDT	–	MAN Diesel & Turbo

ВСТУП

Суднова енергетична установка (СЕУ) являє собою комплекс енергетичного обладнання, в якому відбувається перетворення теплової енергії, виділеної при згорянні палива, в інші види енергії: механічну, електричну та теплову низького потенціалу, для забезпечення, в першу чергу, руху судна і його функціонування на ходу та стоянці. Вона складається з двигунів, установок, механізмів тощо, об'єднаних в єдиний комплекс системами суднової енергетичної установки.

На даний час домінуючим типом являється суднова дизельна установка (СДУ), основними системами якої є:

- паливна система;
- система циркуляційного масла;
- система лубрикаторного масла;
- система водяного охолодження;
- система стисненого повітря;
- система газовипуску;
- водяна система «пар – конденсат».

Якщо окреме енергетичне обладнання, наприклад, двигун чи певний механізм, виготовляється на спеціалізованому підприємстві і постачається у завершеному вигляді на суднобудівний завод, то системи СДУ народжуються безпосередньо при будівництві судна, і останні позначаються як «поставки верфі».

Визначальним в системах СДУ є трубопроводи, всередині яких рухаються рідинні чи газоподібні речовини завдяки наявних в системах нагнітачів – насосів або компресорів. Контроль за роботою систем здійснюється за допомогою приладів, в основному манометрів й термометрів, які також входять до складу систем.

Системи розташовуються переважно в машинному відділенні (МВ), але деякі з них виходять за його межі. Безпека роботи судна, поряд з іншими його підсистемами, залежить від надійності систем, тому важливі їх елементи зазвичай дублюються. Відповідальність за технічним станом систем СДУ, за їх роботою, покладається на членів машинної команди.

Строк служби окремих елементів систем, як правило, менший строку служби судна, тому вони підлягають періодичним ремонтам та інколи й модернізації.

Будова, склад і робота систем, технологія їх виготовлення та принципи їх експлуатації висвітлені в чисельних літературних джерелах, різноманітних інструкціях і нормативних матеріалах. У даному наочному навчальному посібнику наводиться, скоріше як приклад, список літератури, умовно розподілений на базову та допоміжну. У зв'язку з цим змістом завершальної сторінки цього посібника становиться ексклюзивний список ще й додаткової, залученої студентом при вивченні систем СДУ, літератури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. *Артемюв, Г.А.* Системы судовых энергетических установок [Текст]: учеб. пособ. / Г.А. Артемюв, В.П. Волошин, А.Я. Шквар, В.П. Шостак – Л.: Судостроение, 1990. – 358 с.
2. *Камкин, С.В.* Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок [Текст]: учебник для вузов / С.В. Камкин, И.В. Возницкий, В.Ф. Большаков и др. – М.: Транспорт, 1996. – 432 с.
3. *Правила класифікації та побудови морських суден* [Текст]. – У 4-х томах. – К.: Регістр судноплавства України, 2011.
4. *РД 31.21.30-97.* Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций [Текст]. – СПб.: АОЗТ ЦНИИМФ, 1997. – 185 с.
5. *Фомин, Ю.Я.* Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Учебник / Ю.Я. Фомин, А.И. Горбань, В.В. Добровольский и др. – Л.: Судостроение, 1989. – 344с.
6. *MAN Diesel & Turbo* [Electronic resource] / © MAN Diesel & Turbo 2018: Project Guide. – Режим доступа: <http://www.mandieselturbo.com>
7. *Project guide. Low-speed engine* [Text] / Copenhagen SV: MDT, 1992...2020.

Допоміжна

8. *Голобокова, Г.И.* Рабочая тетрадь как дидактическое средство / Г.И. Голобокова [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/23\(54\)/golobokova_23_54_333_339.pdf](https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/23(54)/golobokova_23_54_333_339.pdf)
9. *Ильницкий, Е.Г.* Морской англо-русский иллюстративно-информационный словарь [Текст]: учебное пособие / Е.Г. Ильницкий, И.А. Ильницкая, Е.А. Кулак и др.; под ред. Л.А. Козыря. – В 2-х томах. – Т.2. – Херсон, 2009. – 672 с.
10. *Майорова, І.Г.* Використання робочих зошитів як засіб підвищення ефективності професійної підготовки [Текст]: методичні рекомендації / І.Г. Майорова. – Донецьк: Університет менеджменту освіти, 2012. – 38 с.
11. *Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками.* Консолидированный текст [Текст] / СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2010. – 806 с.
12. *Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. СОЛАС 74 (SOLAS 74).* [Текст]: – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2008.
13. *Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г МАРПОЛ 73/78 (MARPOL 73/78)* [Текст]: – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2012. – 768 с.
14. *Панин, В.В.* Основы эксплуатации судовых энергетических установок [Текст]: учебное пособие / В.В. Панин, А.Н. Носовский, А.В. Корниецкий и др. – Николаев, 2012. – 408 с.
15. *Пахомов, Ю.А.* Топливо и топливные системы судовых дизелей [Текст]: учебник / Ю.А. Пахомов, Ю.П. Коробков, Е.В. Дмитриевский, Г.Л. Васильев. – М.: РКонсульт, 2004. – 494 с.
16. *Правила технической эксплуатации морских и речных судов* [Текст]: нормативные документы морского транспорта Украины. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1997. – 581с.
17. *Судовой механик* [Текст]: справочник / Авт. кол.: под ред. А.А. Фока. – В 3-х томах. – Т.2. – Одесса: Фенікс, 2010. – 1032 с.
18. *Шостак, В.П.* Опір докільля руху транспортного судна [Текст]: навчальний наочний посібник / В.П. Шостак, А.Ю. Манзюк. – Миколаїв: НУК, 2012. – 184 с.
19. *Шостак, В.П.* Проектування пропульсивної установки суден з прямою передачею потужності на гвинт [Текст]: навчальний посібник / В.П. Шостак, В.І. Гершанік, В.П. Кот, М.С. Бондаренко; за ред. В.П. Шостака. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 500 с.
20. *Google:* інформаційно-пошукова система Інтернету. – Режим доступу: <http://www.google.com>.

ВНЗ _____

Інститут _____

Кафедра _____

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

з дисципліни "Системи суднових дизельних установок"

студента групи _____

(Прізвище, ім'я та по-батькові)

202__ / 202__ н.р.

(У доопрацьованому вигляді – це звітні матеріали про роботу студента на лекціях й практичних заняттях і про його самостійну роботу)

“Поточний контроль за веденням і змістом “Робочого зошита” здійснив”:

№з/п	Прізвище та ініціали викладача	Підпис	Дата	Примітка
1				Видача каркаса РЗК (дозвіл)
2				
3				
4				
5				

Студент _____
(Підпис)

(Прізвище та ініціали)

Викладач _____
(Підпис)

(Прізвище та ініціали)

Місто _____ 202__

1. БУДОВА МАЛООБЕРТОВОГО ДВИГУНА

1.1. Дизельна енергетична установка морського судна	11
1.2. Будова малообертових двигунів компанії MDT	12
1.3. Ідентифікація типів двигунів компанії MDT.....	21
1.4. Параметри малообертових двигунів.....	23
1.5. Вузли та деталі внутрішніх систем малообертових двигунів.....	27
1.6. Турбокомпресори малообертових двигунів.....	36
1.7. Аксонометричне зображення двигуна 6S60MC-C.....	38

Завдання № 1. Дати визначення судновому двигуну і вказати, хто і коли винайшов дизель.

[18]

Завдання № 2. Доповнити назву рис. 1.0 (на свій розсуд) і вказати, з якою метою машинне відділення (МВ) максимально зміщують в корму транспортного судна.

© Шостак В.П., 2020

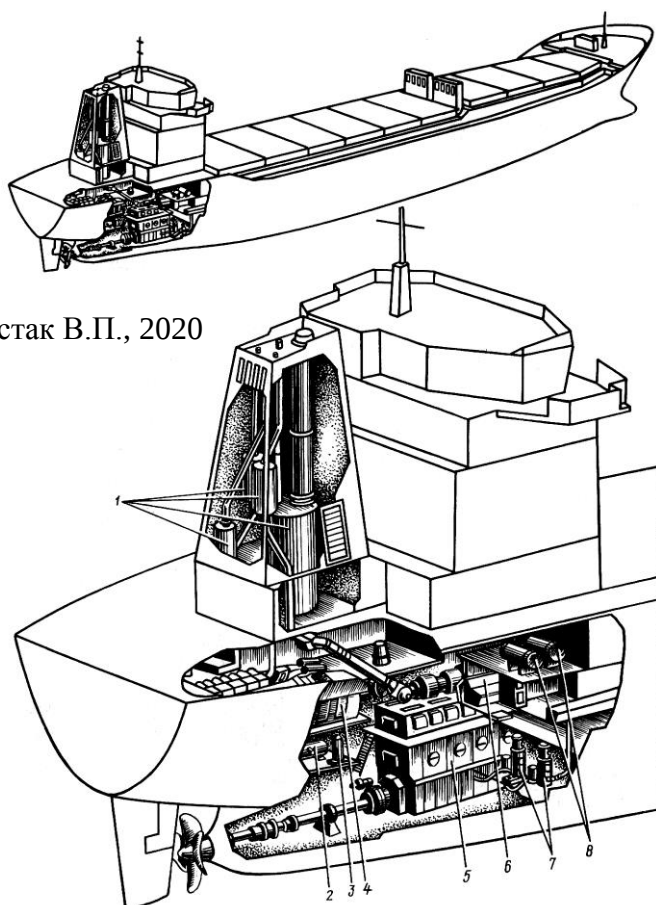


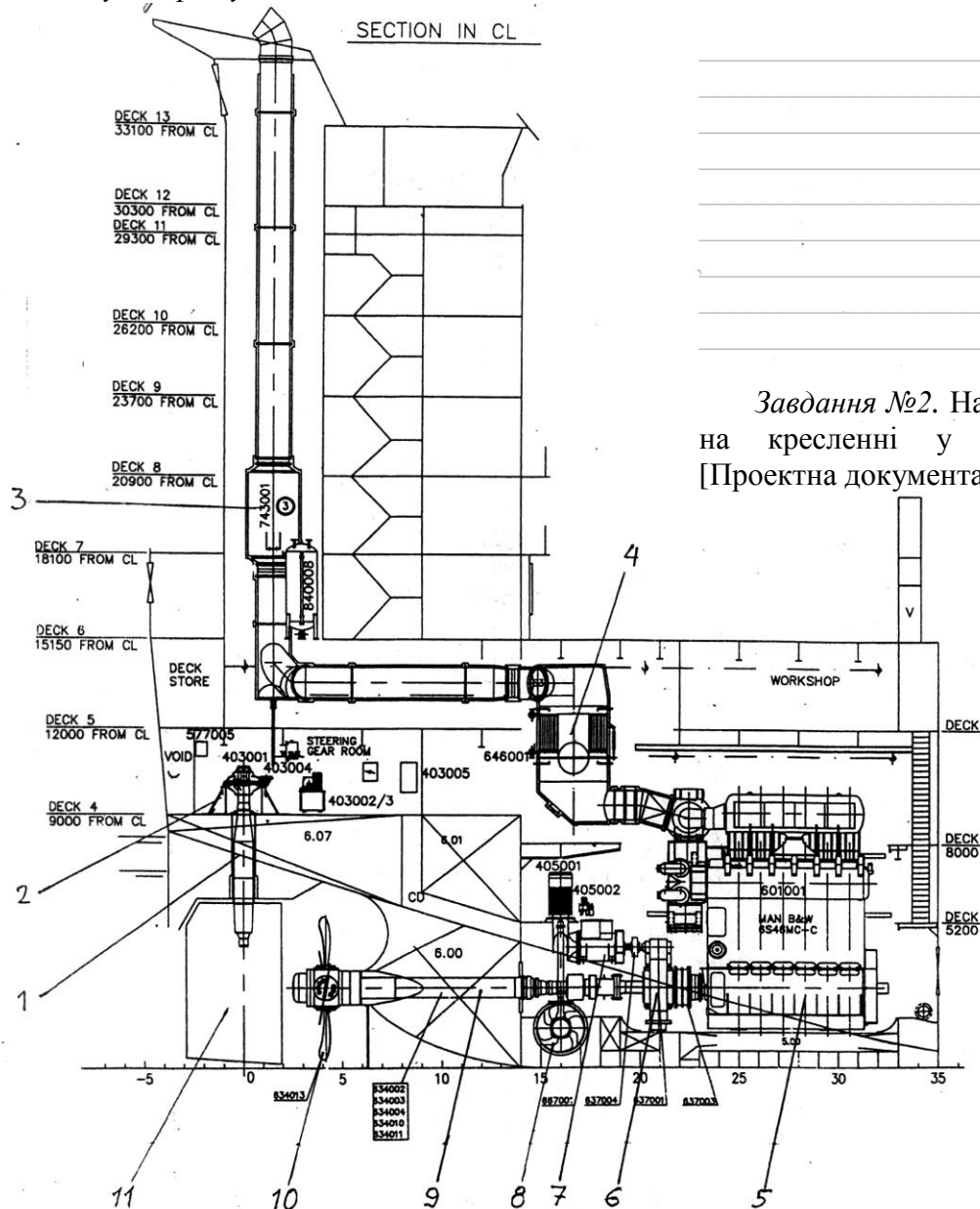
Рис. 1.0. Теплохід з кормовим розташуванням МВ:

1 – УК та іскрошмогасники; 2 –

1.1. Дизельна енергетична установка морського судна

Завдання №1. Вказати, які переваги має СДУ перед судною паротурбінною установкою (СПТУ).

Суднова дизельна установка (СДУ) – найпоширеніша на суднах, тому що вона має найменшу витрату палива.



Завдання №2. Назвати позиції (2...11) на кресленні у підпису рис. 1.1. [Проектна документація]

Рис. 1.1. Контейнеровоз з кормовим розташуванням МВ:

1 – балер руля; 2 –

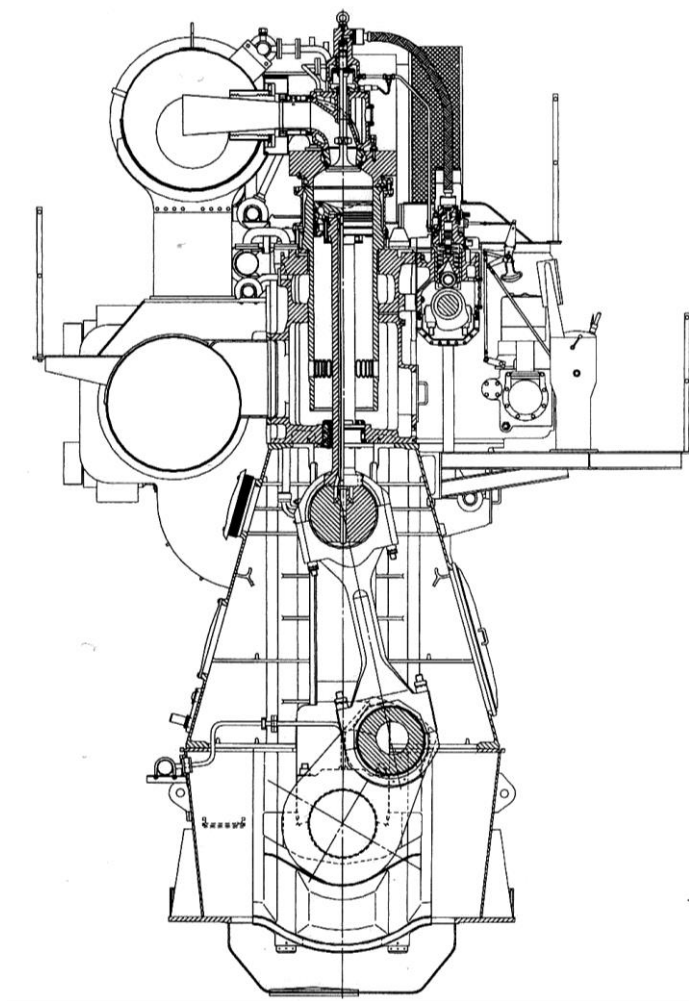
Контрольне питання. Які особливості зображеної на рис. 1.1 СДУ?

1.2. Будова малообертового двигуна компанії MDT

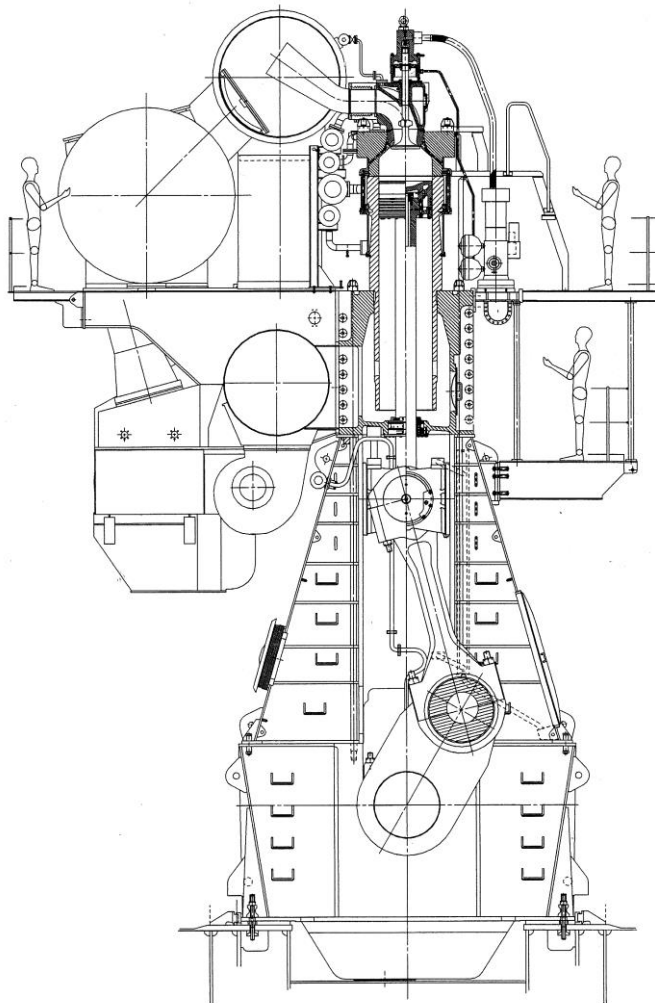
Завдання. Перелічити основні відмінності між цими двигунами.

S42MC [6, 7]

S70ME-C/ME-GI [6, 7]



а



б

Рис. 1.2. Поперечні перерізи двигунів компанії MDT сімейства MC (а) і ME (б)

Відмінності між двигунами MC і ME полягають у наступному: _____

Контрольне питання. Чи відрізняється температурний рівень вузлів і деталей цих двигунів?

Завдання. Назвати відсутні назви блоків двигуна, визначити при цьому їх призначення.

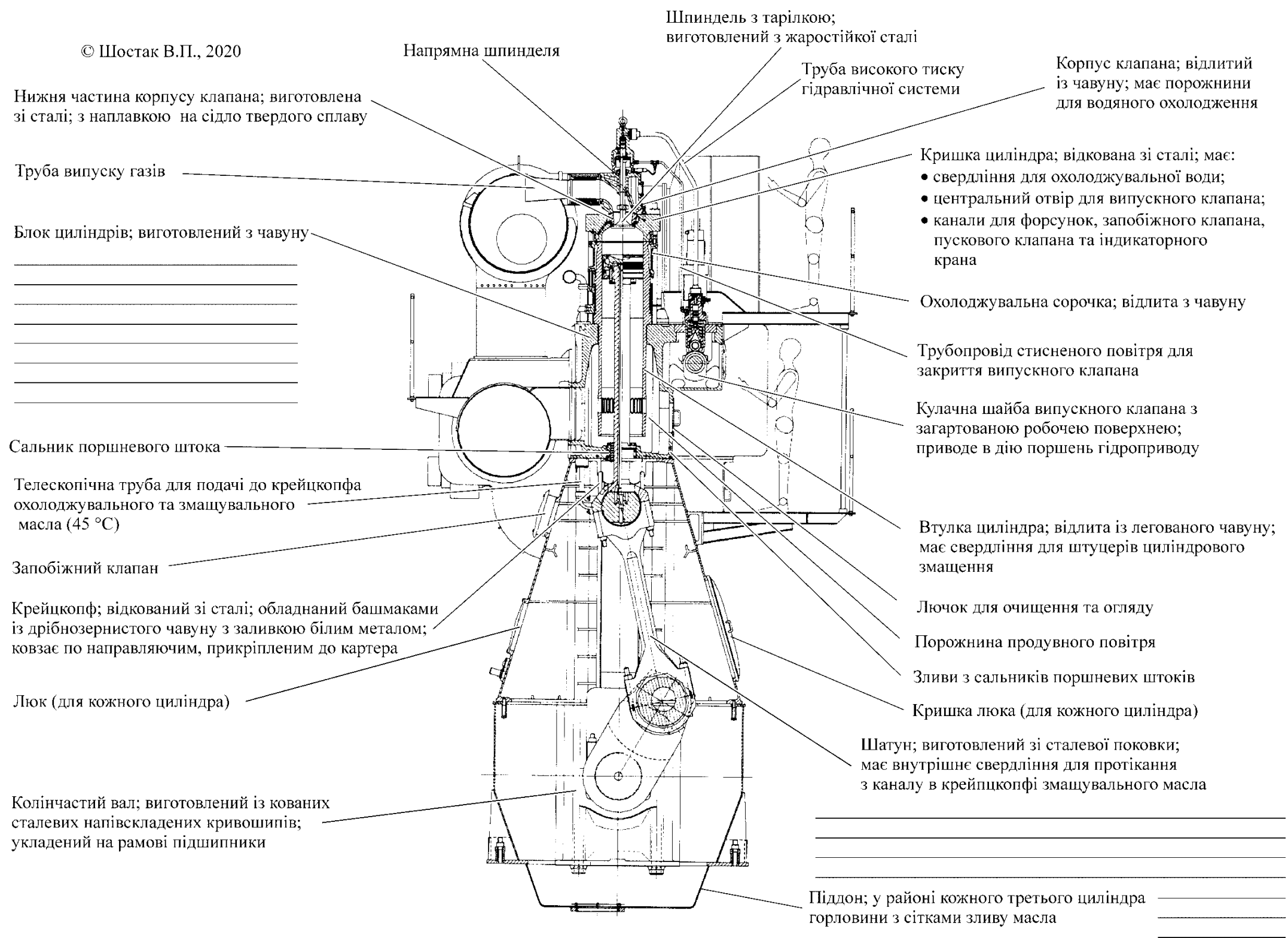


Рис. 1.3. Поперечний переріз двигуна L42MC

Контрольне питання. Чому кришка циліндра виготовлена із сталі, а втулка циліндра із чавуну?

Завдання №1. На вільних місцях записати українською найголовніше із російського тексту на сторінках 14...17.

Описание двигателя L42MC

Фундаментная рама и рамовые подшипники

Фундаментная рама выполнена монолитной с размещением цепного привода и упорного подшипника в кормовом конце для 4-х – 9-ти цилиндровых двигателей. Фундаментная рама состоит из высоких сварных продольных балок и сварных поперечных балок с литыми постелями подшипников.

В масляном поддоне собирается масло, сливаемое из систем циркуляционной смазки и масляного охлаждения. В районе каждого третьего цилиндра в поддоне предусмотрены горловины с сеткой для вертикального слива масла.

Картер

Картер выполнен в виде одной или большего числа секций в зависимости от производственных возможностей. Картер выполняется литым или сварным. На стороне выпуска двигателя предусмотрены предохранительные клапаны и люки для каждого цилиндра.

Направляющие крейцкопфа укреплены в картере.

В картере установлены трубы с прорезями для слива масла, охлаждающего поршни.

Выпускной клапан и его гидропривод

Выпускной клапан состоит из корпуса клапана и шпинделя. Корпус клапана чугунный и имеет водяное охлаждение. Нижняя часть корпуса клапана изготовлена из стали с наплавкой твердого сплава на седло. Нижняя часть охлаждается водой.

Выпускной клапан открывается гидравлически, и закрывается сжатым воздухом. При работе шпindelь клапана медленно вращается под действием выпускных

газов, действующих на небольшие лопатки, укрепленные на шпинделе. Гидравлическая система сострит из поршня с гидроцилиндром, установленного на корпусе толкателя, трубы высокого давления и рабочего гидроцилиндра на выпускном клапане. Поршень гидропривода клапана приводится посредством кулачной шайбы распределительного вала.

Предусмотрено воздушное уплотнение направляющей шпинделя выпускного клапана.

Блок цилиндров, втулка цилиндра и сальник поршневого штока

Блок цилиндров выполнен из чугуна. Совместно с цилиндрыными втулками он образует полость продувочного воздуха и водяную охлаждающую полость. В верхней части отсека цепного привода установлен блок звездочек. На стороне распределения двигателя блоки цилиндров снабжены лючками для очистки полости продувочного воздуха и осмотра продувочных окон.

К блоку цилиндров крепится коробка распределительного вала и лубрикаторы.

Кроме того, к блоку цилиндров крепятся маслопроводы подачи масла для охлаждения поршней и для смазки. На днище блока цилиндра располагается сальник поршневого штока с уплотнительными кольцами для продувочного воздуха и маслосъемными кольцами, препятствующими попаданию масла в продувочную полость.

В верхней части блока цилиндров размещен подвод охлаждающей пресной воды и на блоке цилиндров размещены сливы из сальников поршневых штоков.

Втулки цилиндров отлиты из легированного чугуна и подвешены в блоках с помощью низко расположенных фланцев. Верхняя часть втулки окружена чугунной охлаждающей рубашкой. Втулка цилиндра имеет продувочные окна и сверления для штуцеров цилиндровой смазки.

Распределительный вал покоится во вкладышах, залитых белым металлом, в блоке распредвала.

Завдання №2. Указати (описати) характерні відмінності МОД компанії Вяртсиля та Міцубіші від двигунів компанії MDT

Двигуни Вяртсися

Двигуни Міцубіші

Крышка цилиндра

Крышка цилиндра откована из стали, цельная, имеет сверления для охлаждающей воды. Она имеет центральное отверстие для выпускного клапана и каналы для форсунок, предохранительного клапана, пускового клапана и индикаторного крана.

Коленчатый вал

Коленчатый вал полу-составной. Вал полу-составного типа может быть выполнен из литых стальных кривошипов с холоднокатаными шейками для 4-6 цилиндров и из кованых стальных кривошипов для 4-9 цилиндров. Коленчатый вал включает и упорный вал.

На кормовом конце коленчатый вал имеет фланец для маховика и соединения с промежуточным валом.

На носовом конце коленчатый вал имеет фланец для установки дополнительного маховика и/или противовесов для уравнивания, при необходимости. Фланец может быть также использован для отбора мощности, если он предусмотрен. Отбор мощности может быть поставлен за дополнительную плату: 4 85 000.

Соединительные болты и гайки для соединения коленчатого вала с промежуточным нормально не поставляются. Они могут быть заказаны дополнительно: 4 30 602.

Упорный подшипник

Упорный подшипник типа B&W – Michell состоит, в первую очередь, из упорного гребня на коленчатом валу, опоры подшипника и чугунных сегментов, залитых белым металлом. Упорный вал является при этом неотъемлемой частью коленчатого вала.

Упор гребного винта передается через упорный гребень, сегменты, фундаментную раму фундаменту двигателя и концевым клиньям. Упорный подшипник получает смазку от системы смазки двигателя.

Лубрикаторы

Двигатель снабжается одним или двумя лубрикаторами цилиндровой смазки. Лубрикаторы устанавливаются на переднем конце блока цилиндров.

Лубрикаторы имеют возможность подрегулировки подачи масла. Они выполнены по типу SIGHT FEED Lubricator и снабжены прозрачной трубкой (дозатором) для каждой точки смазки. Масло поступает в лубрикаторы через трубопровод из напорной цистерны, установленной с возвышением.

Будучи отрегулированными, лубрикаторы, в основном, сохраняют подачу масла пропорционально частоте вращения двигателя.

Стандартными для лубрикаторов являются сигнализаторы отсутствия подачи и низкого уровня (4 75 152). Кроме того лубрикаторы оборудованы электрообогревом (4 42 133).

В качестве альтернативы лубрикатору с подачей масла в зависимости от частоты вращения, может быть установлен лубрикатор, обеспечивающий изменение подачи масла в зависимости от частоты вращения и среднего эффективного давления (P_{me}), дополнение: 4 42 113, который часто используется в установках с ВРШ.

Система, зависящая от изменения нагрузки (Load Change Dependent), дополнение: 4 42 120 будет автоматически увеличивать подачу масла в случае внезапного изменения нагрузки двигателя, например при маневрах или в условиях волнения моря.

Система управления (приспособленная для управления с мостика)

Двигатель снабжен пневмо-электрической системой управления и регулирования подачи топлива. Система передает команды от отдельного пульта управления к двигателю.

Система регулирования позволяет пускать, останавливать и реверсировать двигатель и управлять частотой вращения. Рукоятка управления скоростью на пульте управления выдает сигнал задания скорости регулятору, в зависимости от желаемой частоты вращения. При выполнении функции "Остановка" впрыск топлива прекращается действием перепускных клапанов в топливных насосах высокого давления, независимо от положения рукоятки управления скоростью.

Система продувочного воздуха: 4 55 100

Воздух принимается турбокомпрессором(ами) непосредственно из машинного отделения через глушитель всасывания турбокомпрессора(ов).

Из турбокомпрессора(ов) воздух направляется через нагнетательный патрубок, холодильники воздуха (ХНВ) и ресивер продувочного воздуха к продувочным окнам втулок цилиндров. Нагнетательный патрубок между ТК и ОХНВ снабжен компенсатором и снаружи теплоизолирован.

Выпускной турбокомпрессор

Двигатель снабжается турбокомпрессором MAN B&W (4 59 101) или ABB (4 59 102), установленным на кормовом конце двигателя (4 59 121) для 4-9-цилиндровых двигателей и по одному на каждом конце для 10-12-цилиндровых двигателей. Турбокомпрессор частично охлаждается пресной водой. Кроме того турбокомпрессор снабжен:

а) Оборудованием для водной промывки компрессорной стороны (4 59 140).

в) Оборудованием для сухой очистки турбинной стороны (4 59 205) и водной промывки: (4 59 210).

Патрубок выпуска газа может быть на 15 град. / 30 град. / 45 град. / 60 град. / 75 град. / 90 град, отклонен от вертикали в сторону от двигателя. См. любые дополнения 4 59 301-309. Турбокомпрессор оборудован электронным тахометром с датчиками, преобразователем и показывающим прибором, устанавливаемым в ЦПУ.

Холодильник наддувочного воздуха (ХНВ): 4 54 100

Двигатель оборудован ХНВ моноблочного типа для обычного охлаждения забортной водой рабочим давлением 2.0-2.5 бар (4 54 130) или центрального охлаждения пресной водой рабочим давлением не более 4.5 бар, дополнение 4 54 131.

Холодильник воздуха спроектирован таким образом, что перепад температур между продувочным воздухом и водой на входе может быть выдержан в пределах не более 12 град. С.

а) Концевые, крышки выполнены из чугуна с покрытием 4 54 150 либо, альтернативно, из латуни, дополнение 4 54 151

в) Холодильник снабжен оборудованием для очистки

воздушной стороны:

стандартная система орошения (агрегат очистного насоса, включающий цистерну и фильтр поставки верфи)

водяной стороны:

очистная щетка

Очистка должна производиться только при остановленном дизеле.

Влагоотделитель проточного типа расположен в воздушной камере под холодильником воздуха.

Система выпускных газов: 4 60 100

От выпускных клапанов газы направляются в выпускной коллектор, где выравниваются пульсации давлений от отдельных цилиндров, далее весь газ направляется к турбокомпрессору при постоянном давлении. После турбокомпрессора газы направляются в газовыпускной трубопровод, являющийся поставкой верфи.

Между выпускными клапанами и коллектором, а также между коллектором и турбокомпрессором установлены компенсаторы.

Для быстрой разборки и сборки соединений между коллектором и выпускными клапанами использованы бандажы с зажимами. Выпускной коллектор и выпускные патрубки изолированы и обшиты оцинкованными стальными листами.

Между выпускным коллектором и турбокомпрессором имеется предохранительная решетка.

Вспомогательная воздуходувка

Двигатель оборудован двумя электровоздуходувками, управляемыми автоматически давлением продувочного воздуха в ресивере.

Обе вспомогательные воздуходувки включаются в работу перед пуском двигателя и обеспечивают достаточное давление продувочного воздуха для Обеспечения надежного пуска.

При работе двигателя обе вспомогательные воздуходувки запускаются автоматически каждый раз, когда нагрузка двигателя снижается до 30-40 % и продолжают работать до тех пор, пока нагрузка вновь не превысит 40-50 %.

Piping Arrangements

The engine is delivered with piping arrangements for:

- Fueloil
- Heating of fuel oil pipes
- Lubricating oil, piston cooling oil and hydraulic oil pipes
- Cylinderlubricatingoil
- Cooling water to scavenge air cooler
- Jacketandturbochargercoolingwater
- Cleaningofturbocharger
- Fire extinguishing in scavenge air space
- Startingair
- Controlair
- Oilmistdetector
- Variousdrainpipes.

Система пускового воздуха: 4 50 100

Система пускового воздуха включает главный пусковой клапан, невозвратный клапан, разрывную диафрагму предохранительного клапана на трубопроводе к каждому цилиндру, воздухораспределитель пускового воздуха и пусковые клапаны на каждом цилиндре.

Трубопроводы

Двигатель поставляется с трубопроводами: Топлива.

Главного смазочного масла и масляного охлаждения поршней.

Масла смазки цилиндров.

Смазки турбокомпрессора.

Охлаждающей воды для ХНВ.

Воды охлаждения цилиндров.

Очистки холодильника наддувочного воздуха.

Очистки турбокомпрессора.

Тушения пожара в ресивере продувочного воздуха.

Пускового воздуха.

Управляющего воздуха.

Воздуха системы защиты.

Уплотнительного воздуха и “воздушной пружины” (пневмомеханизма) выпускных клапанов.

Детектора масляного тумана.

Манометров.

Различных стоков.

Все навешенные трубопроводы стальные, за исключением труб управляющего воздуха, воздуха системы защиты и парового обогрева топливопроводов, которые выполнены медными. В системе пожаротушения для ресивера продувочного воздуха могут быть использованы:

Пар..... 4 55 140, или

Водный душ...дополнение:4 55 142, или

СО (исключая баллоны)...дополнение: 4 55 143.

Подводящая и отводящая топливные трубы (кроме ответвлений) могут обогреваться:

Паровыми спутниками.... 435 110, или

Электрическими Спутниками.....дополнение: 4 35 111, или

Спутниками с термальной жидкостью.....дополнение: 4 35 112.

Вышеупомянутые трубы обогрева нормально поставляются без изоляции 4 35 120. Если двигатель предназначен к транспортировке в сборе, изоляция может быть выполнена, как дополнение 4 35 121.

Завдання. Дорисувати, у якому напрямку рухається вода і відхідні гази.

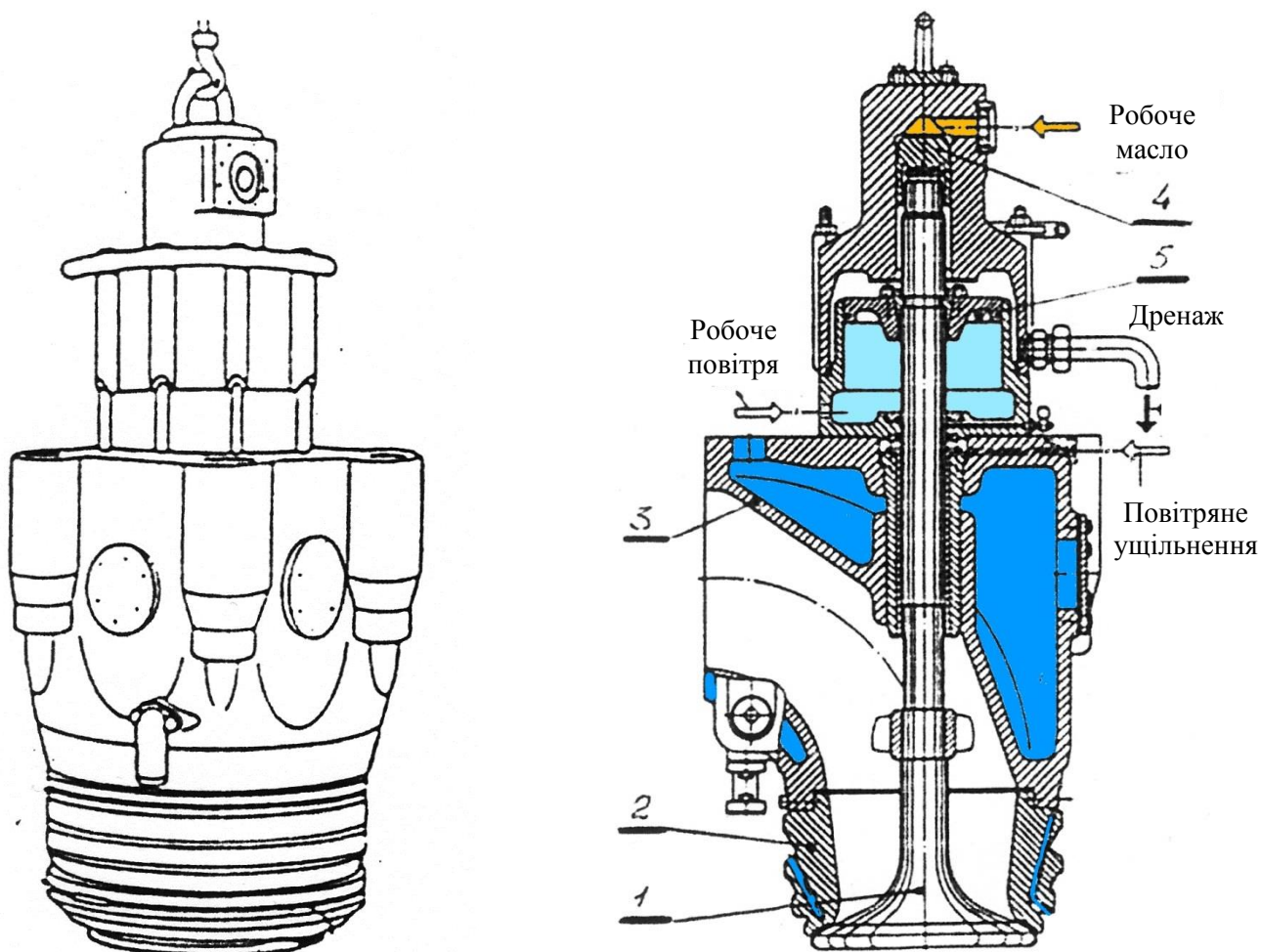


Рис 1.4. Випускний клапан:

1 – шпindel з тарілкою і лопатками (імпеллером); 2 – сідло; 3 – корпус;
4 – гідравлічний поршень; 5 – пневматичний поршень

Кожен циліндр обладнаний випускним клапаном, розташованим у центрі кришки циліндра. “[20] Ключові слова”

Клапан має чавунний литий корпус, шпindel з імпеллером для провертання потоком газів, охолоджуване сідло. Охолоджувальна вода по свердлінням в кришці проходить через свердління в сідлі близько від посадкового пояса, потім прямує в порожнину охолодження корпусу клапана і виходить з верхньої точки корпусу в відливну трубу. Посадочні пояси тарілки шпинделя і сідла наплавлені стелітом. Відкривається клапан гідравлічним поршнем, закривається пневматичним поршнем.

Шпindel з тарілкою виготовлено з жаростійкої сталі. У корпусі встановлена напрямна клапана. Випускний клапан відкривається гідравлічним приводом і закривається стисненим повітрям.

Контрольне питання. Яке призначення лопаток (імпеллера) на шпинделі?

Завдання №1. Доповнити відомостями щодо відводу циркуляційного масла .

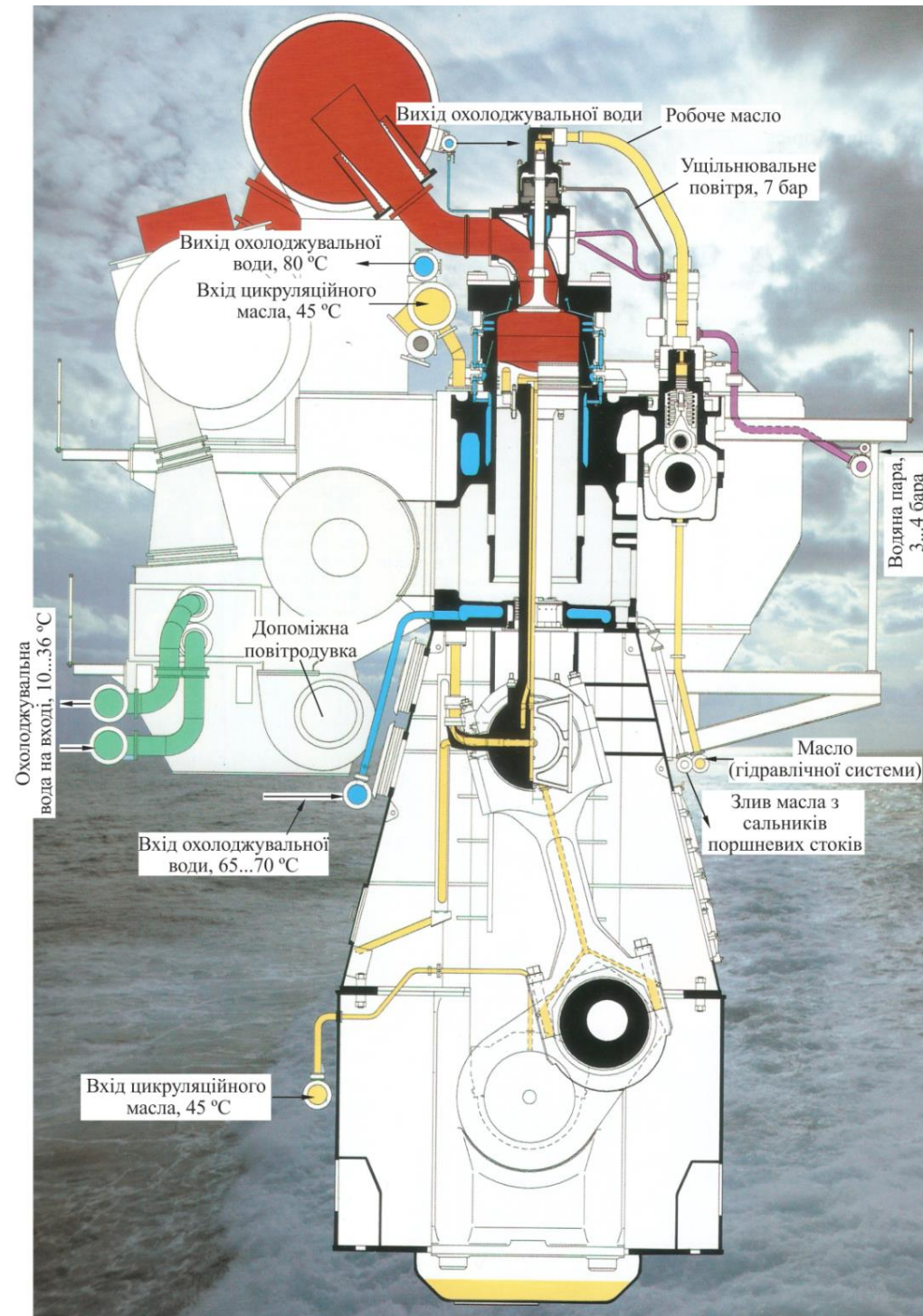


Рис. 1.5. Входи та виходи робочих речовин на головному двигуні(див. рис. 1.15)

Контрольне питання. Які значення тиску і температури повітря, що підводиться до двигуна на ходовому режимі судна?

Завдання №2. Надати (записати) відомості про загальносуднові системи морських транспортних суден (пожежну, баластну тощо) для подальшого співставлення з системами СЕУ. “[20] Ключові слова”

Завдання. Перелічити речовини, які підводяться до двигуна.

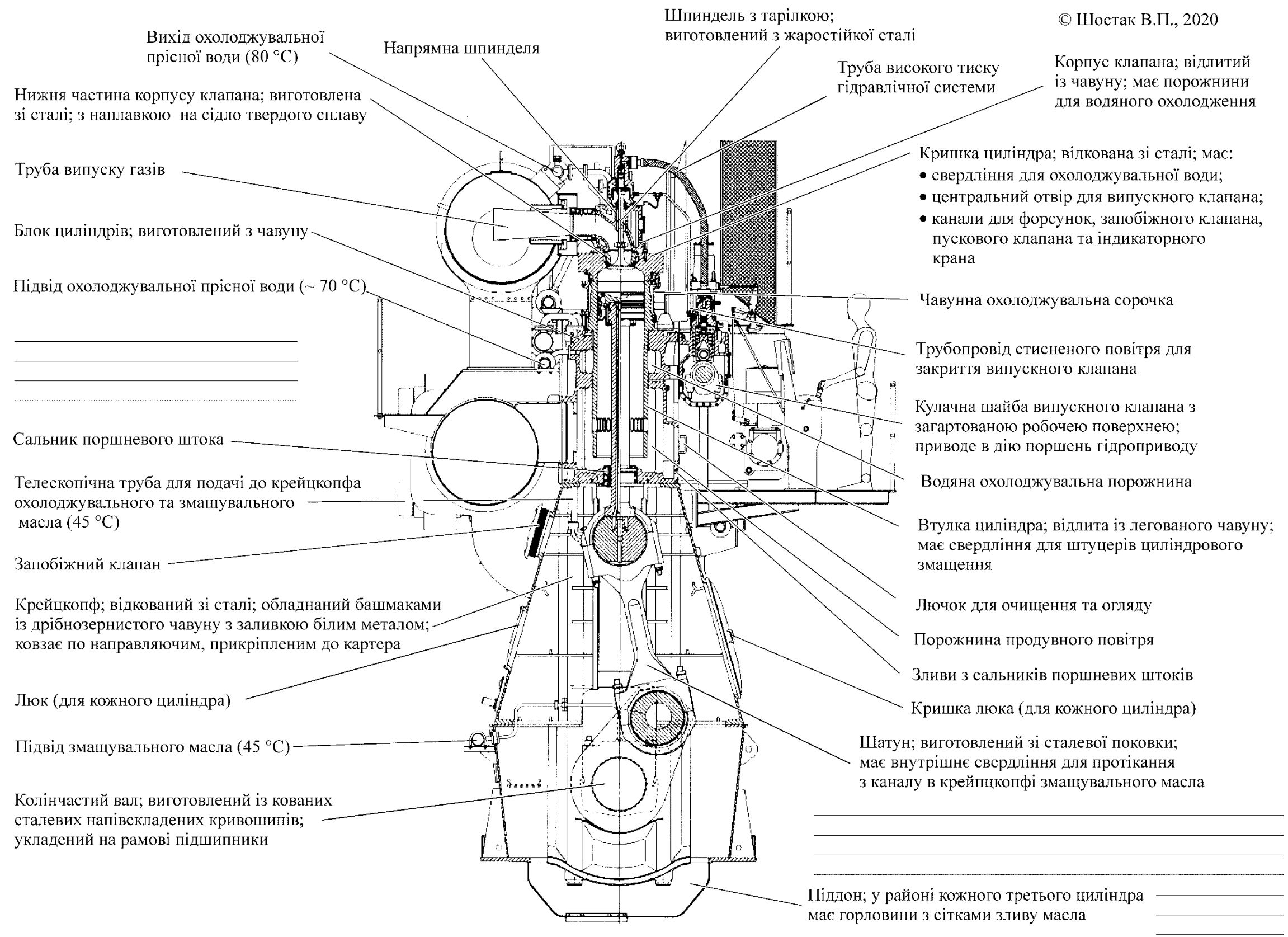
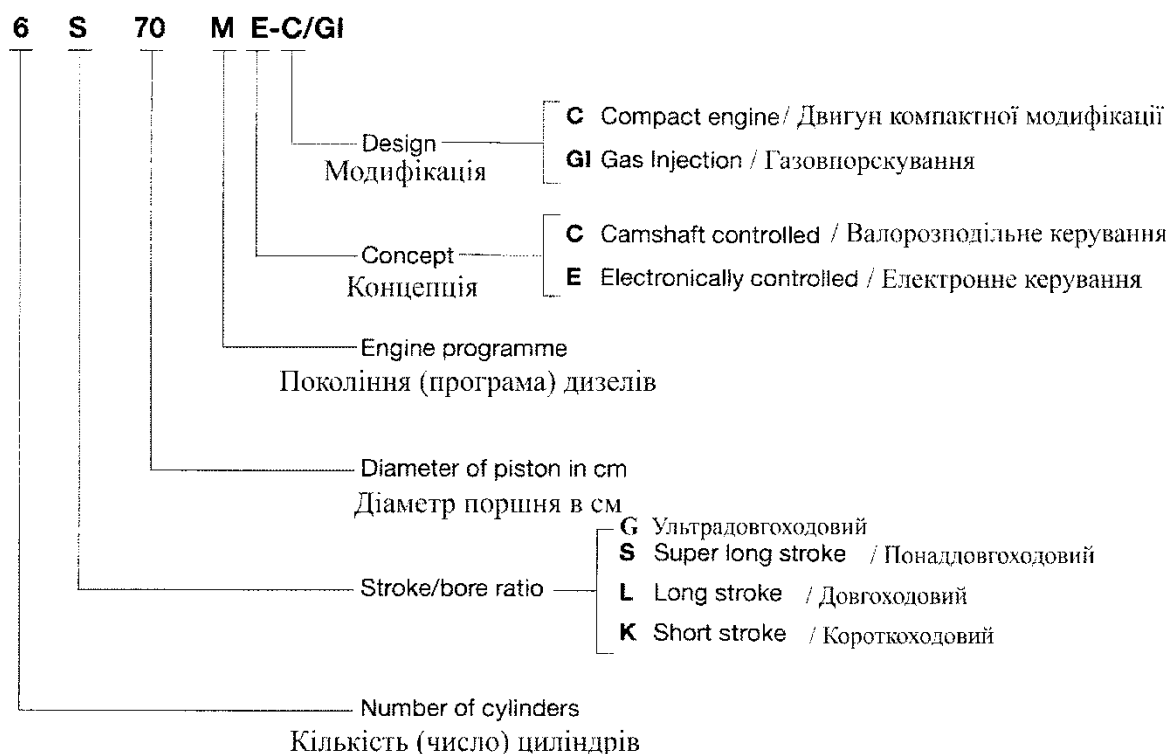


Рис. 1.6. Поперечний переріз двигуна S42MC

Контрольне питання. Які нові речовини утворюються в двигуні та яким чином вони відводяться?

1.3. Ідентифікація типів двигунів компанії MDT Engine Type Designation

Завдання. Дописати на «пустих» строчках терміни українською. “[20] Ключові слова”



Power, Speed, Fuel and Lubricating Oil Consumption

S70ME-C/ME-GI

Bore: 700 mm _____

Stroke: 2,800 mm _____

Power and speed / _____

Layout point	Engine speed r/min	Mean effective pressure bar	Power kW				
			Number of cylinders				
			4	5	6	7	8
L ₁	91	19.0	12,440	15,550	18,660	21,770	24,880
L ₂	91	12.2	7,960	9,950	11,940	13,930	15,920
L ₃	68	19.0	9,280	11,600	13,920	16,240	18,560
L ₄	68	12.2	5,960	7,450	8,940	10,430	11,920

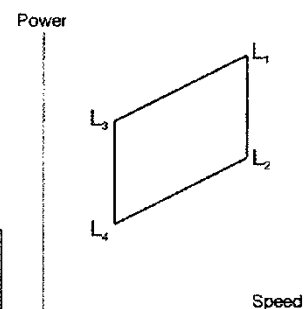


Рис. 1.7. Поле робочих параметрів МОД компанії MDT

Контрольне питання. Що таке «середньоефективний тиск МОД» та як він змінюється з часом розробки нових МОД?

Завдання №1. Дописати на «пустих» строчках переклад українською.

Fuel and lubricating oil consumption

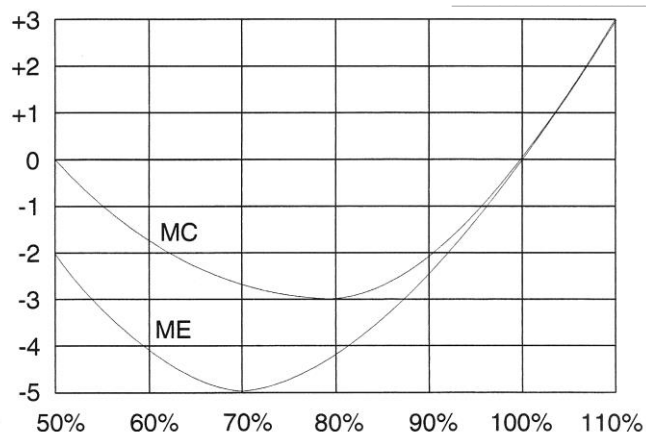
S70ME-C / ME-GI [6, 7]

Витрата

At load Layout point	Specific fuel oil consumption g/kWh				Lubricating oil consumption	
	With high efficiency turbocharger		With conventional turbocharger		System oil Approximate kg/cyl. 24 hours	Cylinder oil g/kWh MAN B&W Alpha cyl. lubricator
	100%	70%	100%	70%		
L ₁	169	164	171	166	5.5-7.5	0.7-1.1
L ₂	157	153	159	155		
L ₃	169	164	171	166		
L ₄	157	153	159	155		

Завдання №2. Дописати українську назву величин Δ SFOS та назву рис. 1.8.

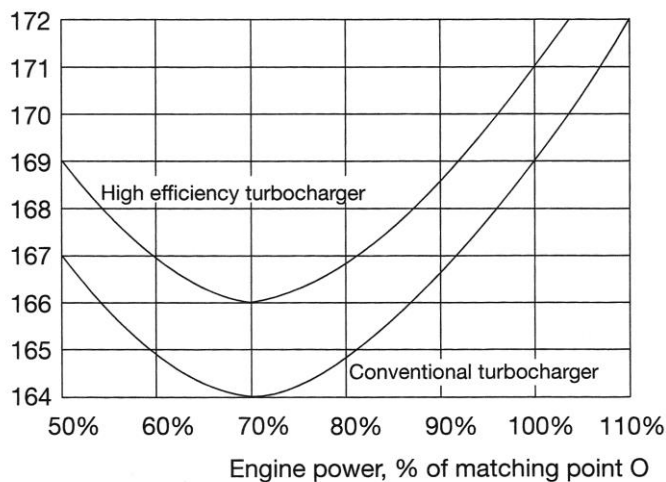
Δ SFOS
g/kWh Зміна питомої



Engine power, % of matching point O / Потужність двигуна, %, по відношенню до потужності у точці узгодження

Рис. 1.8. Залежність зміни питомої витрати палива для двигунів MC і ME від

SFOS
g/kWh



Завдання №3. Написати назву рис. 1.9.

Рис. 1.9.

1.4. Параметри малооборотних двигунів

Завдання. Написати назву параметрів українською на «пустих» строчках та доповнити (розширити) назву рис. 1.10.

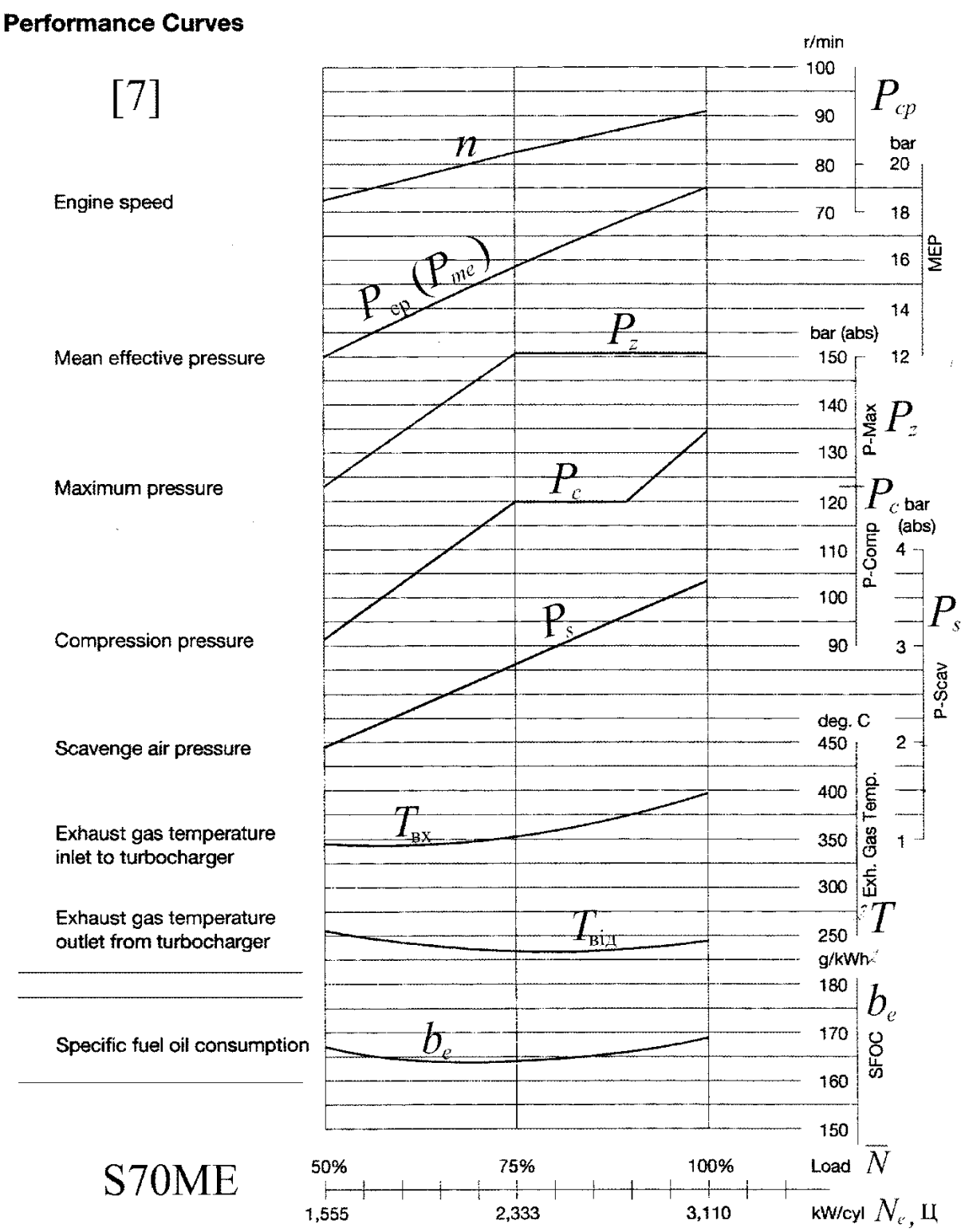
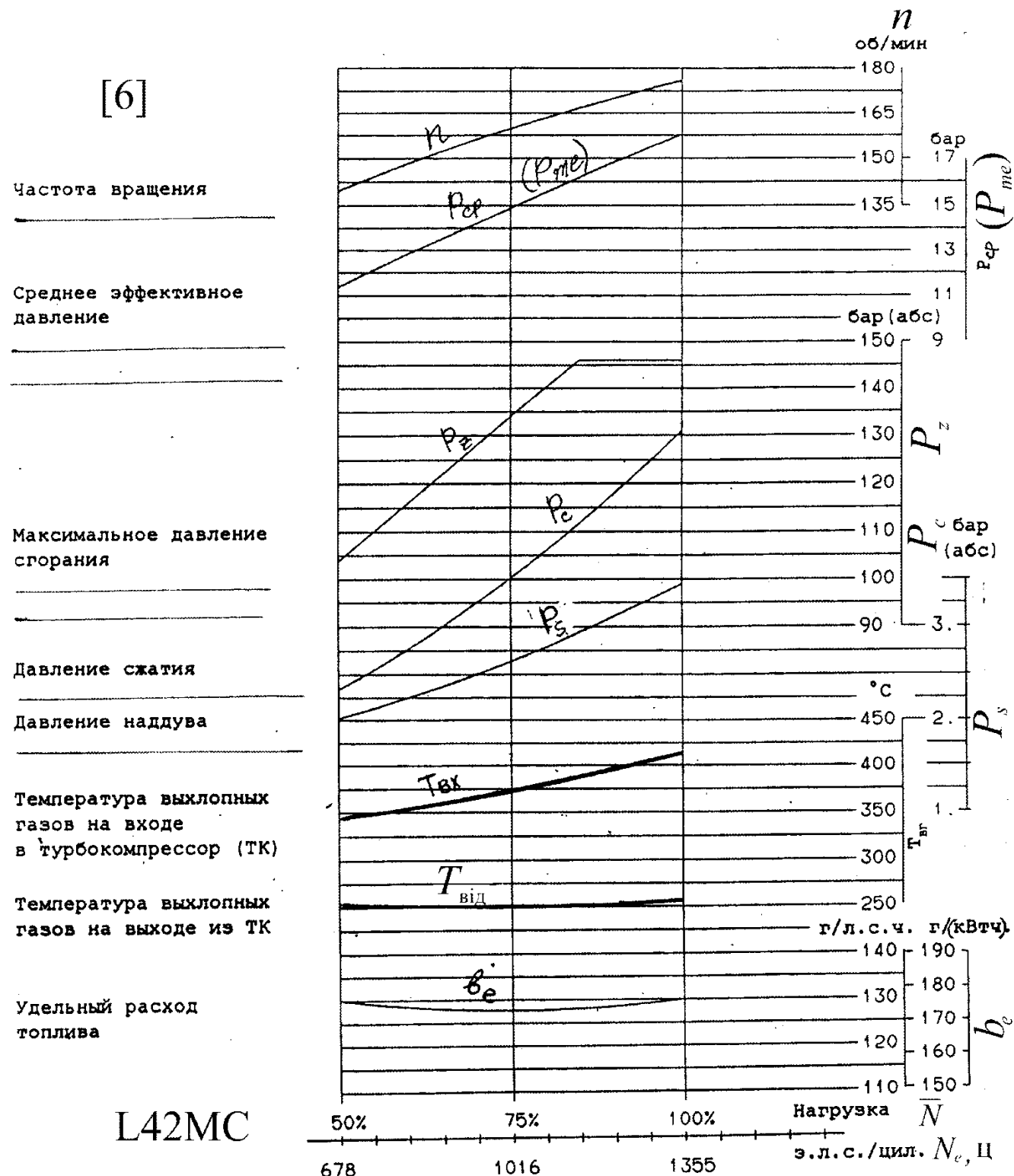


Рис. 1.10. Характеристики номінальних двигунів в залежності

Контрольне питання. Чому середньоефективний тиск P_{cp} ($P_{мер}$) у двигуні S70ME більший ніж у двигуні L42MC?

Завдання. Назвати основні деталі циліндропоршневої групи та дописати назву рис. 1.11.

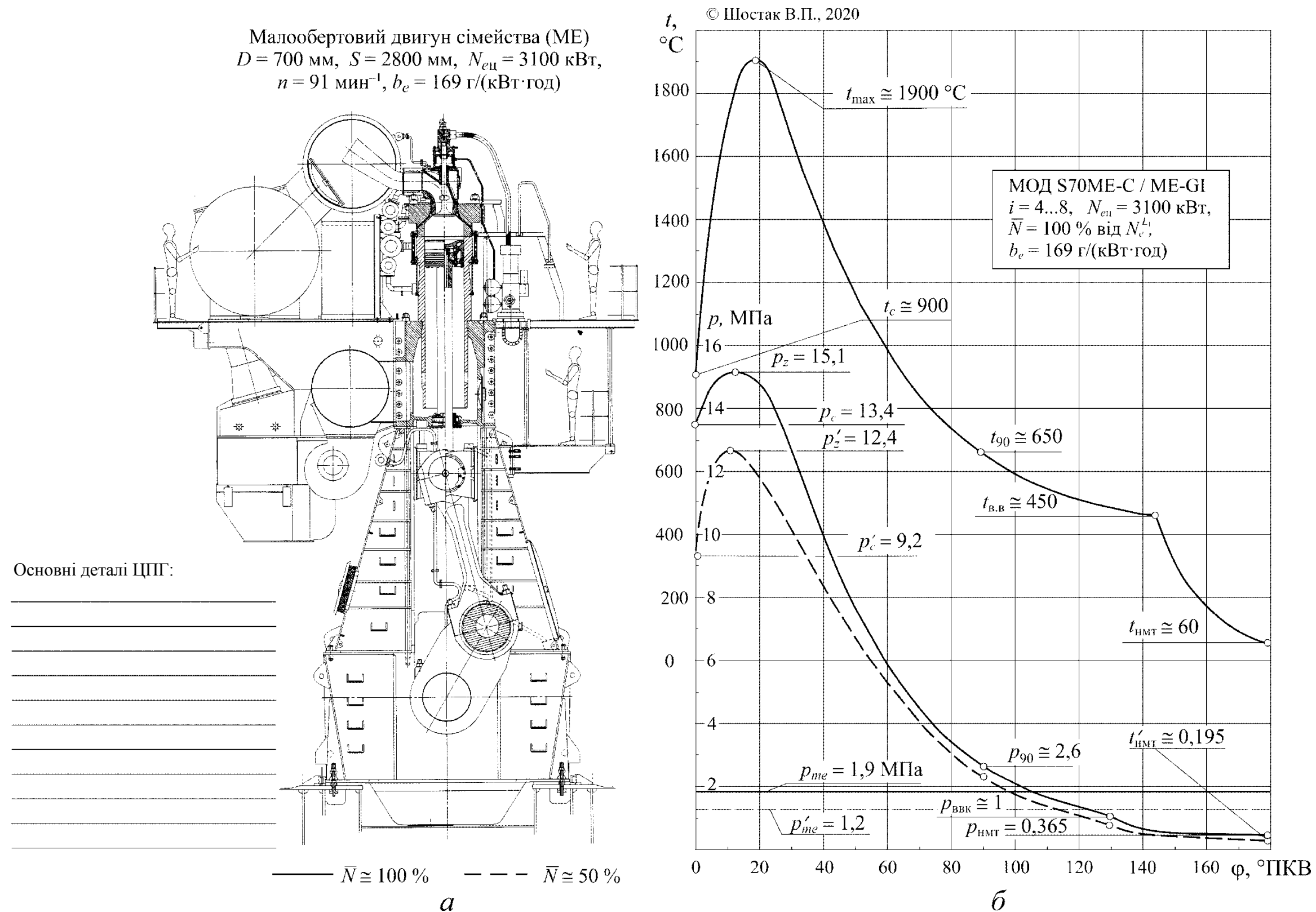


Рис. 1.11. Двигун S70ME-C / ME-GI (а) і його параметри (б) t і p в залежності від
Контрольне питання. Чим пояснити стрімке падіння температури газів зі збільшенням кута повороту колінчастого валу від ~ 145 до 180° ?

Завдання. Визначити українською аббревіатури ВВК і ВПВ та дописати назву

рис. 1.12.

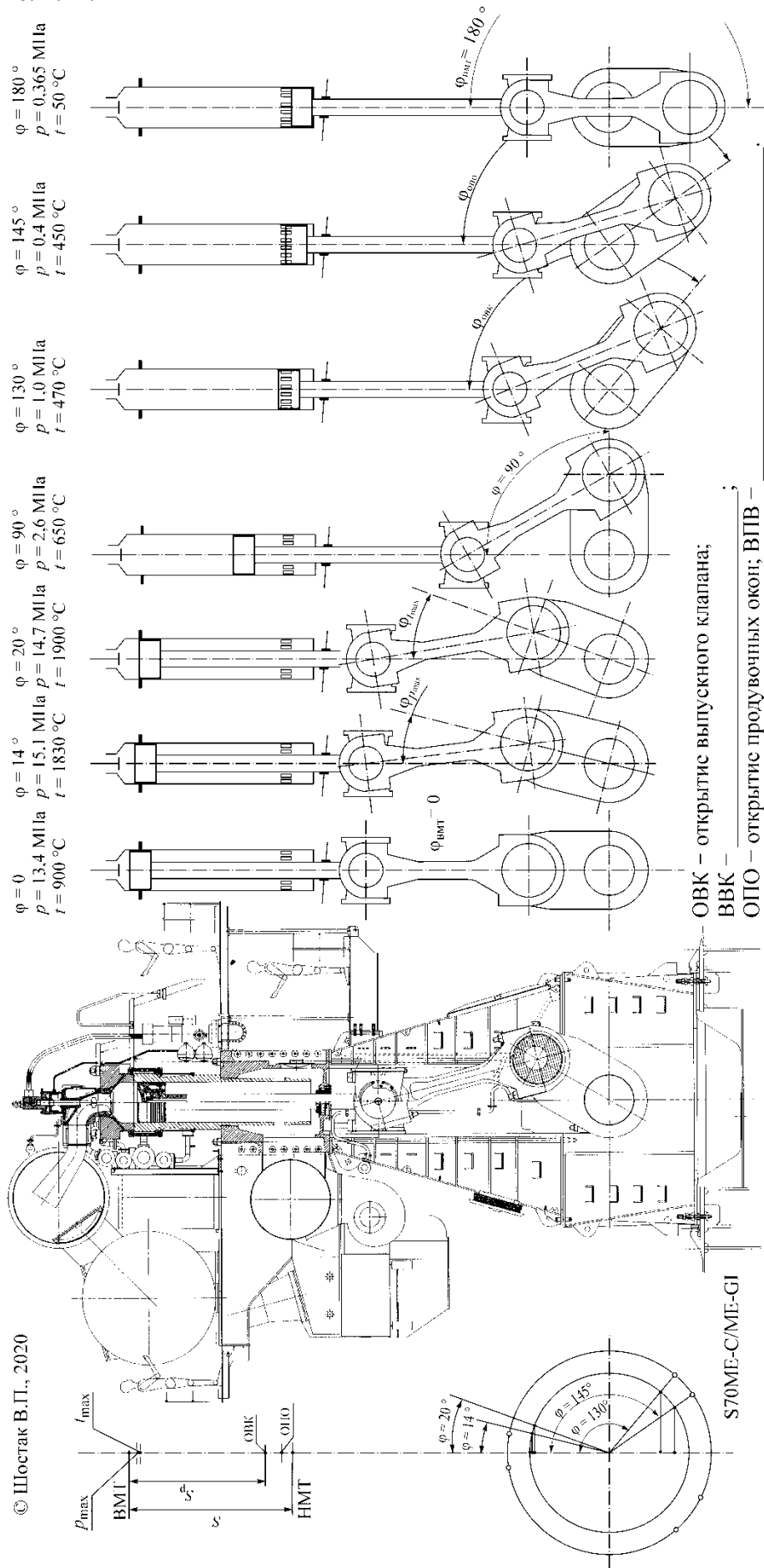


Рис. 1.12. Параметры газов у цилиндри в залежності від положення

Контрольне питання. Чим пояснити, що максимальний тиск газів у цилиндри з'являється раніше ніж їх максимальна температура?

Завдання. Дорисувати стрілки, які вказують напрям руху охолоджувального масла та охолоджувальної води.

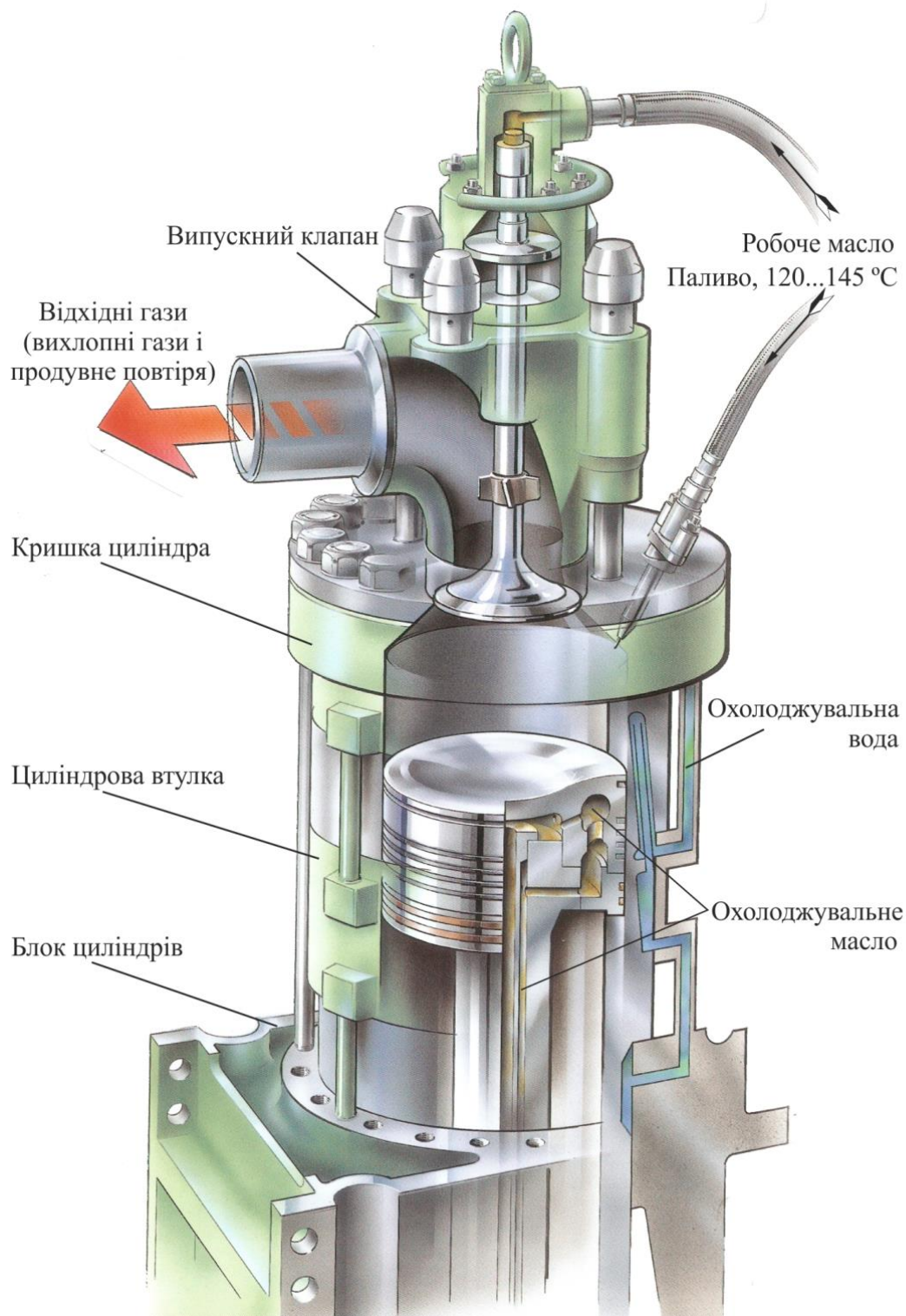


Рис. 1.13. Верхня частина циліндра з випускним клапаном

Контрольне питання. Яким чином охолоджується тарілка випускного клапана?
“[20] Ключові слова”

1.5. Вузли та деталі «внутрішніх» систем малооборотних двигунів

Завдання. Назвати позиції 3, 4, 5 і 6 на рис. 1.14 та написати на «пустих» строчках українською довільний текст за темою цієї сторінки.

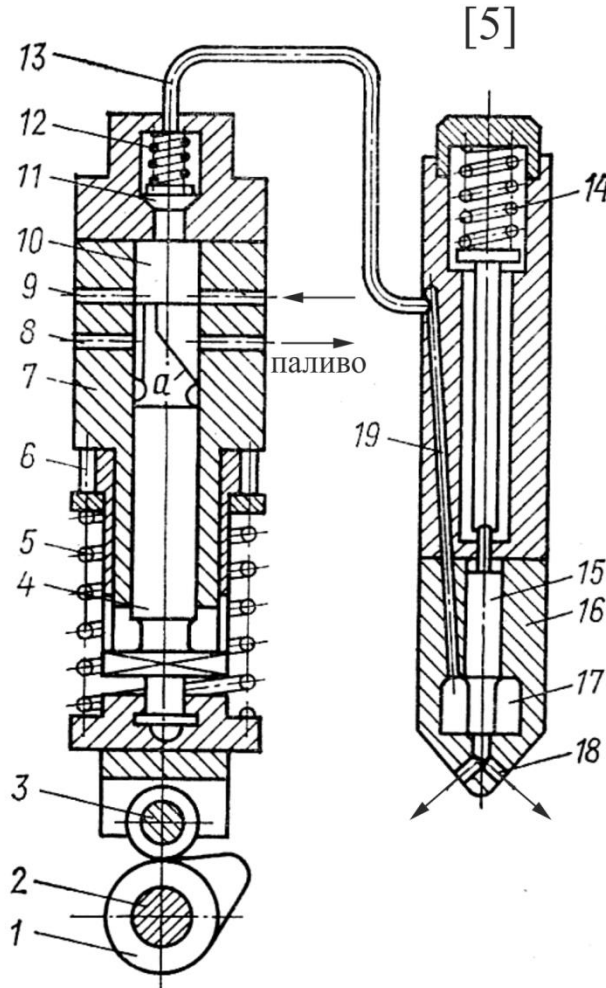


Рис. 1.14. Конструктивна схема паливної системи високого тиску дизеля з золотниковим ПНВТ:

1 – кулачок; 2 – розподільний вал; 3 –
4 –
5 –
6 –
(Див. рис. 3.2 в [5], с. 85).

Распределительный вал и кулачные шайбы

Распределительный вал состоит из ряда секций. Каждая отдельная секция состоит из участка вала с кулачными шайбами выхлопных клапанов и топливных насосов и соединительных частей.

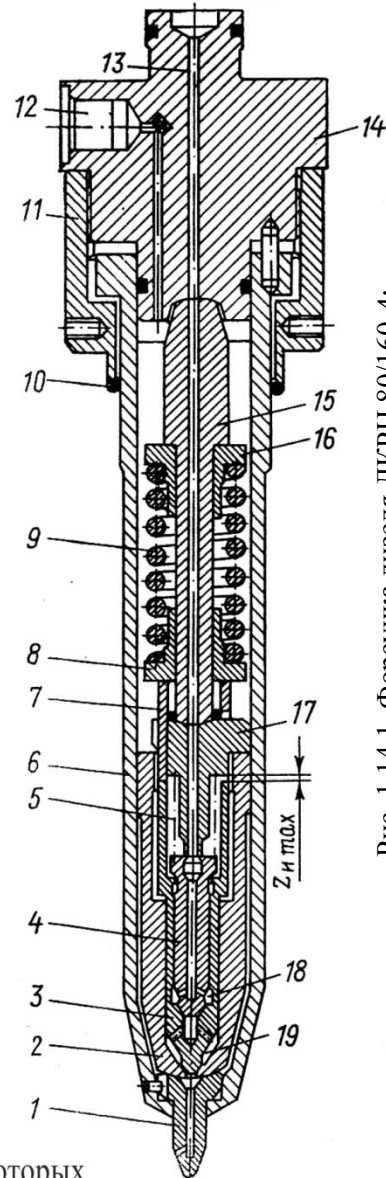


Рис. 1.14.1. Форсунка дизеля ДКРН 80/160-4:

1 – сопловый наконечник розпилювача; 2 – направляючі голки (корпус розпилювача);
3 – голка розпилювача; 4 – клапан; 5 – пружина клапана; 6 – корпус форсунки;
7 – проставки; 8 – нижня тарілка; 9 – пружина голки; 10 – ущільнювальне кільце;
11 – накидна гайка; 12 – канал відводу палива; 13 – канал підведення палива; 14 – фланець форсунки.

В дизелях с прямоточно-клапанной продувкой, в которых на каждом цилиндре устанавливают две или три форсунки, топливные системы высокого давления выполняют разветвленно-разветвленного типа. В данном случае насос подает топливо ко всем форсункам, установленным на цилиндре, при этом насос соединен с одним топливопроводом, который в специальной коробке разветвляется на несколько топливопроводов.

Завдання. Перекласти заголовки та написати на «пустих» строчках українською довільний текст за темами.

Форсунки, пусковой клапан, предохранительный клапан и индикаторный кран / Форсунки,

Каждая крышка цилиндра имеет две форсунки, один пусковой клапан, один предохранительный клапан и один индикаторный кран. Открытие форсунок производится топливом высокого давления, создаваемого топливными насосами высокого давления, а закрытие осуществляется пружиной. Автоматический золотник обеспечивает циркуляцию топлива между форсункой и трубками высокого давления и предотвращает заполнение камеры сгорания топливом, в случае заедания иглы форсунки, при остановленном двигателе.

Топливо от выпускного золотника и других стоков отводится в закрытую систему. Пусковой клапан открывается управляющим воздухом от воздухораспределителя, а закрывается пружиной. Предохранительный клапан нагружен пружиной.

Топливный насос и топливопроводы высокого давления / паливний

Двигатель оборудован индивидуальными топливными насосами высокого давления (ТНВД) для каждого цилиндра. ТНВД состоит из корпуса насоса из мелкозернистого чугуна и расположенных центрально втулки и плунжера из азотированной стали. Во избежание смешивания топлива с маслом привод насоса снабжен уплотнительным устройством. ТНВД приводится топливным кулачком, а дозировка топлива осуществляется поворотом плунжера зубчатой рейкой, которая связана с механизмом регулирования. Регулировка опережения подачи осуществляется установкой прокладок между верхней крышкой и корпусом насоса. Топливный насос снабжен перепускным клапаном. В положении аварийной остановки клапан направляет топливо обратно на всасывание насоса и таким образом предотвращает открытие топливом форсунок и поступление его в цилиндр.

Топливопроводы высокого давления снабжены защитным кожухом или изготавливаются в виде двойных трубок с изоляцией.

Завдання. Назвати деталі, з яких складається поршень, та описати охолоджувальні процеси в зображеній частині циліндра, вказавши, які речовини беруть участь у теплообміні.

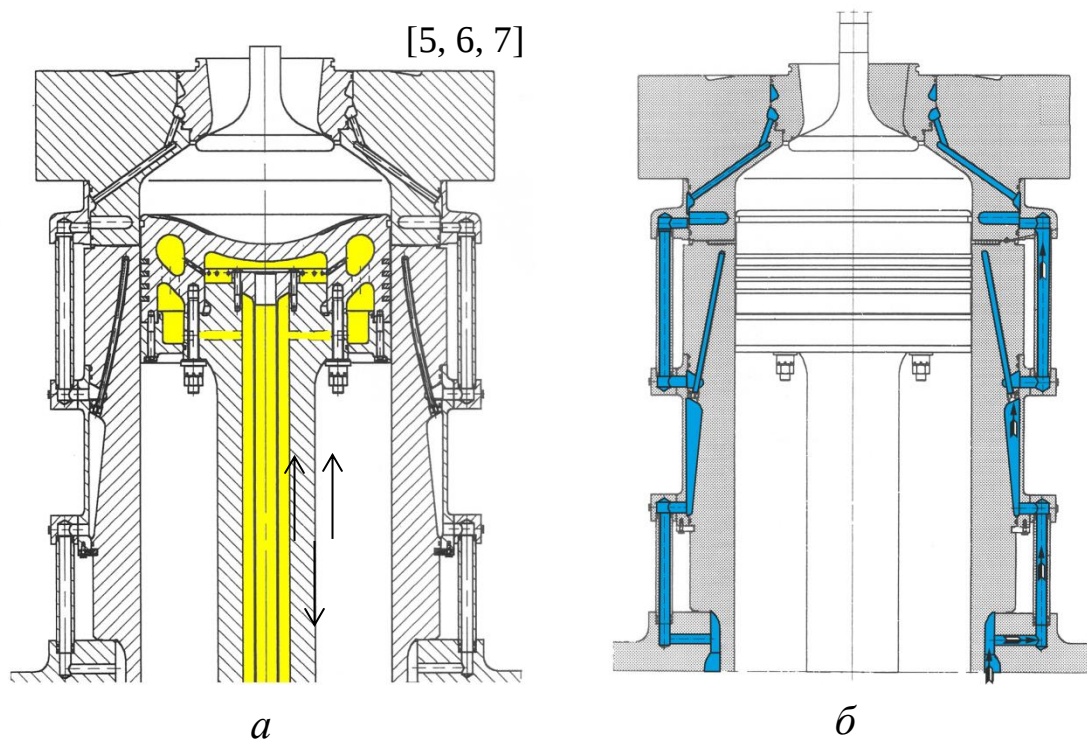


Рис. 1.15. Верхня частина циліндра МОД:
a – рух охолоджувального масла; *б* – рух охолоджувальної води

Контрольне питання. Яка деталь на цьому рисунку має найвищу температуру і чому? (Див. рис. 1.21).

Поршень зі штоком

Завдання. Написати на «пустих» строчках українською довільний текст за темою, використавши в значній мірі російськомовний текст [5], і підкреслити (виділити) ключові слова.

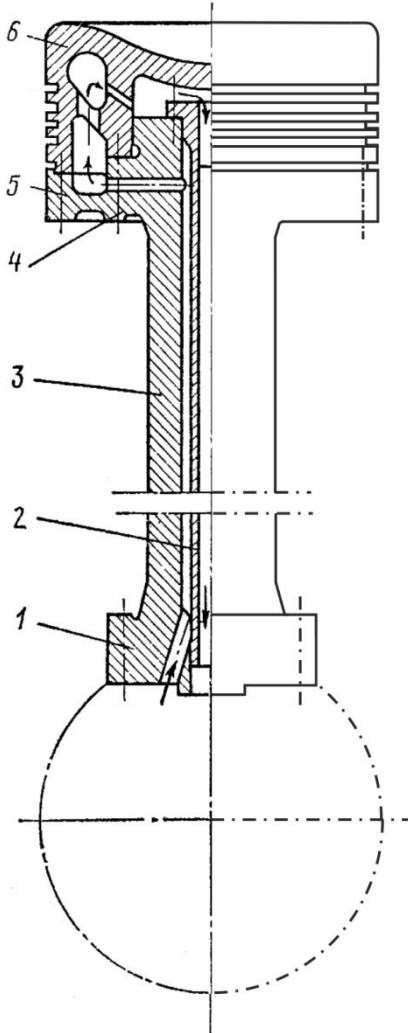


Рис. 1.16. Рух масла у поршні зі штоком

Поршень двигателя с прямоточно-клапанной продувкой состоит из головки 6, которая крепится шпильками к верхнему фланцу 4 штока поршня 3 и короткой направляющей части 5. Охлаждающее масло подводится к поршню по кольцевому каналу между трубой 2 и штоком 3, а сливается – по трубе 2.

Шток представляет собой стальной стержень круглого или кольцевого сечения. К фланцу в верхней части штока длинными податливыми шпильками крепится головка поршня. Переход от тела штока к фланцу выполняют на конус или скругляют для повышения жесткости и снижения концентрации напряжений. Нижний конец штока соединяют с поперечиной прямоугольным фланцем 1 и цилиндрическим хвостовиком с гайкой.

Для правильного соединения штока с поршнем и поперечиной используют центрирующие выступы или штифты. Центральное сверление в штоке используют для подвода и отвода жидкости, охлаждающей поршень.

Шток проводят через сальник, установленный на диафрагме. Для уменьшения износа и потерь на трение наружную поверхность штока, соприкасающуюся с сальником, тщательно шлифуют.

Контрольне питання. Яка поверхня поршня має найвищу температуру при специфікаційному навантаженні МОД і чому? (Показати кольором на рис. 1.16)..

Завдання. Написати українською на «пустих» строчках довільний текст відповідно до цього рисунку, використавши в значній мірі російськомовний текст.

Поршень, шток поршня и крейцкопф / поршень

Поршень состоит из головки поршня и юбки. Головка поршня изготовлена из жаростойкой стали и имеет четыре поршневые канавки, хромированные по верхней и нижней поверхностям. Юбка поршня чугунная.

Шток поршня стальной кованый с поверхностным упрочнением рабочей поверхности, проходящей через сальник. Шток поршня соединяется с крейцкопфом четырьмя болтами.



Шток поршня имеет центральное сверление, где установлена труба охлаждающего масла, образующая каналы для его подвода и отвода.

Крейцкопф откован из стали и снабжен башмаками из мелкозернистого чугуна с заливкой рабочих поверхностей белым металлом. Кронштейн на крейцкопфе служит опорой для телескопической трубы, подающей смазочное и охлаждающее масло к крейцкопфу, поршню и мотылевому подшипнику. Выпускная труба масла для охлаждения поршня крепится к противоположному торцу крейцкопфа.

Контрольне питання. Як змащувальне масло підводиться до рухомого крейцкопфа?
“[20] Ключові слова”

Рис. 1.17. Підвід циркуляційного масла до крейцкопфа та масляні канали у штоці, підшипниках і шатуні

Завдання. Написати українською на «пустих» строчках стислий текст згідно з рис. 1.18.

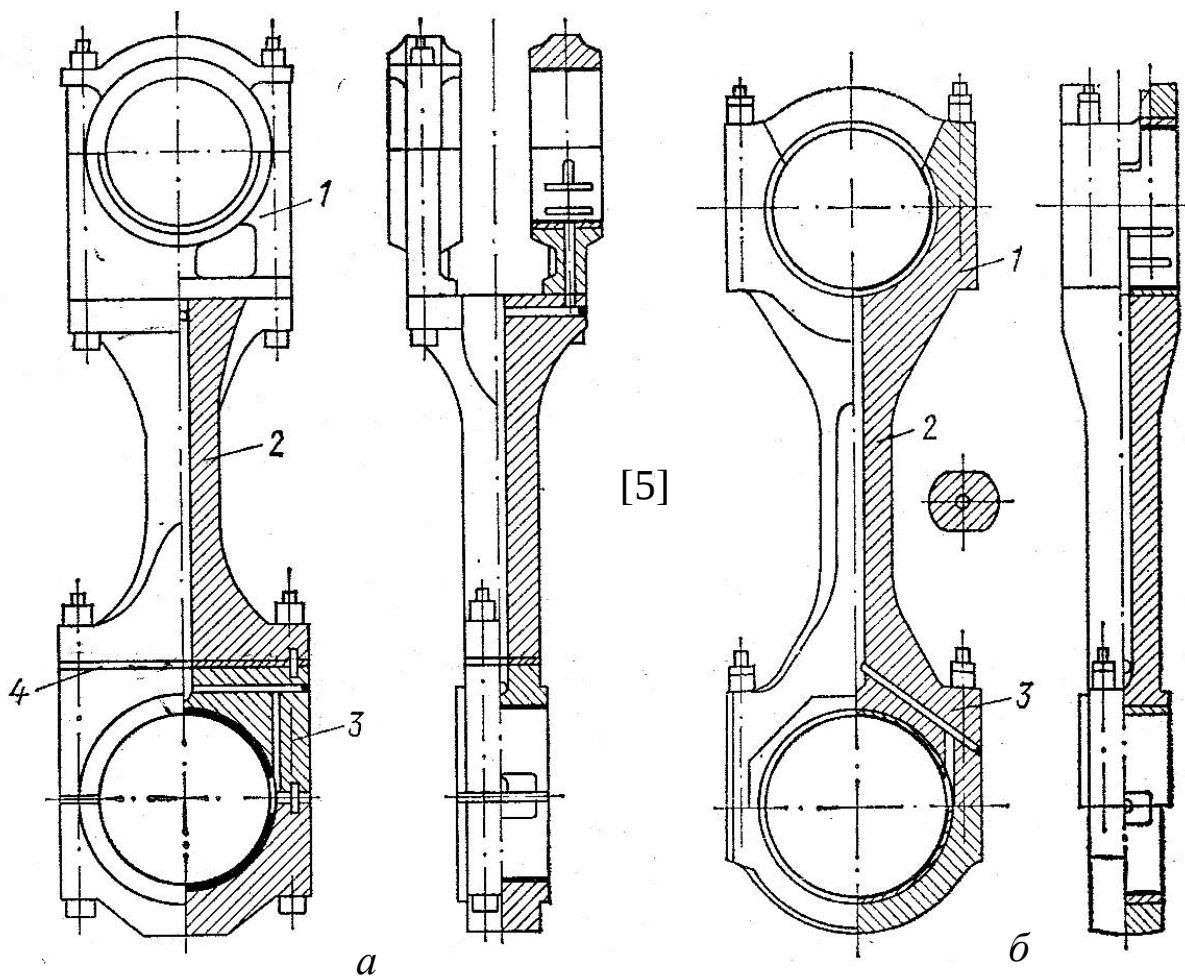


Рис. 1.18. Шатуни крейцкопфних двигунів

Стальные кованые шатуны крейцкопфных двигателей соединяются верхней головкой 1 с поперечиной, а нижней 3 – с кривошипной шейкой коленчатого вала. Верхняя и нижняя головки всегда снабжены разъемом и могут быть отъемными (рис. 1.18, а) или откованы за одно целое со стержнем 2 шатуна (рис. 1.18, б). Стержень шатуна имеет круглое сечение с центральным сверлением для подвода масла к кривошипному подшипнику. Иногда в МОД для уменьшения массы шатуна применяют круглое сечение со срезами (рис. 1.18, б). Для крепления отъемных головок концы стержня выполнены в форме плоского жесткого фланца (подошвы). Длину стержня и высоту камеры сжатия можно регулировать стальной прокладкой 4 (рис. 1.18, а).

Контрольне питання. За яких умов може знадобитися зменшити висоту камери стиску?

Завдання. Написати українською на «пустих» строчках довільний текст стосовно шатуна та лубрикаторів.

Шатун

Шатун изготовлен из стальной поковки и комплектуется крышками подшипников из чугуна для крейцкопфных (головных) и мотылевого подшипников.

Крышки головных и мотылевого подшипников крепятся к шатуну шпильками и гайками, затягиваемыми гидродомкратами.

Головной подшипник состоит из комплекта тонкостенных стальных вкладышей, залитых антифрикционным сплавом. Крышка крейцкопфного подшипника цельная с вырезом для поршневого штока.

Мотылевый подшипник имеет тонкостенные стальные вкладыши, залитые антифрикционным сплавом. Смазочное масло подается по каналам в крейцкопфе и шатуне.

Лубрикаторы

Двигатель снабжается одним или двумя лубрикаторами цилиндровой смазки. Лубрикаторы устанавливаются на переднем конце блока цилиндров.

Лубрикаторы имеют возможность подрегулировки подачи масла. Они выполнены по типу SIGHT FEED Lubricator и снабжены прозрачной трубкой (дозатором) для каждой точки смазки. Масло поступает в лубрикаторы через трубопровод из напорной цистерны, установленной с возвышением.

Будучи отрегулированными, лубрикаторы, в основном, сохраняют подачу масла пропорционально частоте вращения двигателя.

Стандартными для лубрикаторов являются сигнализаторы отсутствия подачи и низкого уровня. Кроме того лубрикаторы оборудованы электрообогревом.

В качестве альтернативы лубрикатору с подачей масла в зависимости от частоты вращения, может быть установлен лубрикатор, обеспечивающий изменение подачи масла в зависимости от частоты вращения и среднего эффективного давления (P_{me}) и, который часто используется в установках с ВРШ.

Система, зависящая от изменения нагрузки (Load Change Dependent), будет автоматически увеличивать подачу масла в случае внезапного изменения нагрузки двигателя, например при маневрах или в условиях волнения моря.

Реверс

Реверсирование двигателя осуществляется реверсированием воздухораспределителя и с помощью перемещаемого в угловом направлении ролика в приводном механизме топливных насосов каждого цилиндра двигателя. Реверсивный механизм приводится в действие и управляется подводимым к двигателю сжатым воздухом. Привод выхлопных клапанов не реверсивный.

Завдання. Перелічити (записати) деталі та вузли кривошипно-шатунного механізму (КШМ), які підлягають змащенню. “[20] Ключові слова”

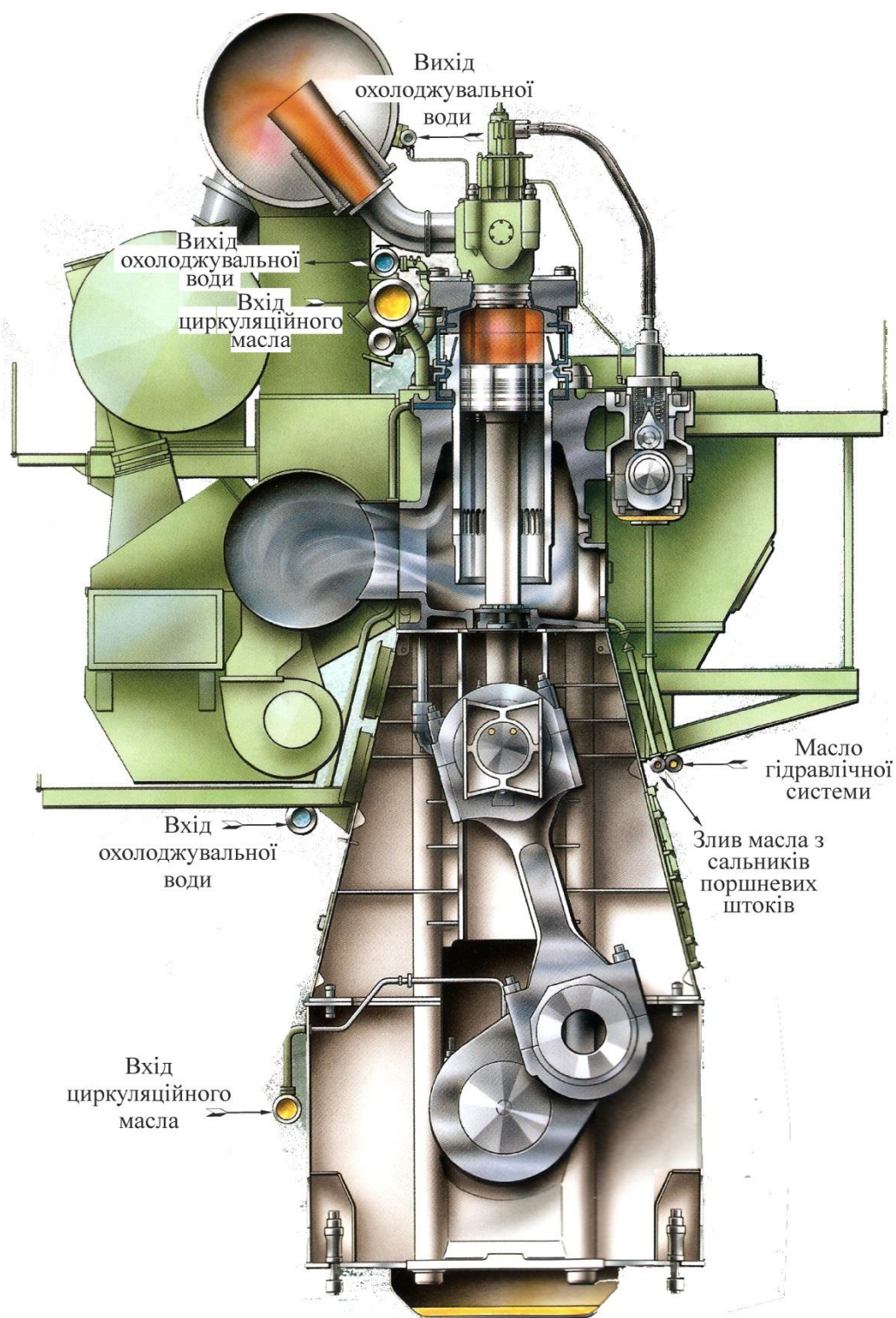


Рис. 1.19. Короткоходовий МОД компанії MDT марки К-МС-С (див. рис. 1.5)

Завдання. Написати українською на «пустих» строчках стислий текст стосовно рис. 1.20.

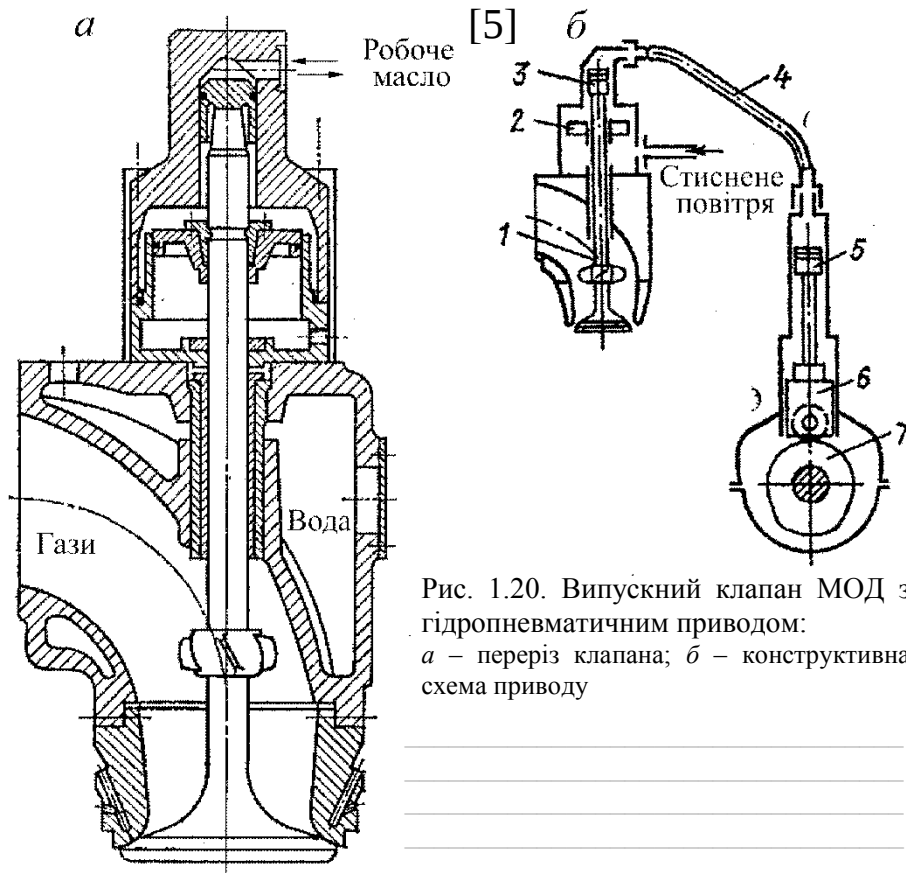


Рис. 1.20. Випускний клапан МОД з гідропневматичним приводом:
а – переріз клапана; б – конструктивна схема приводу

Клапан 1 відкривається під дією тиску масла (до 30 МПа), подаваного на хвостик стержня 3 сервомотора, посаженого на хвостик стержня. Подається масло к сервомотору по трубопроводу 4 поршнем 5, приводним через толкатель 6 кулачковой шайбой 7. Закривається клапан тиском сжатого воздуха (до 2 МПа) на поршень 2, который соединен с клапаном 1.

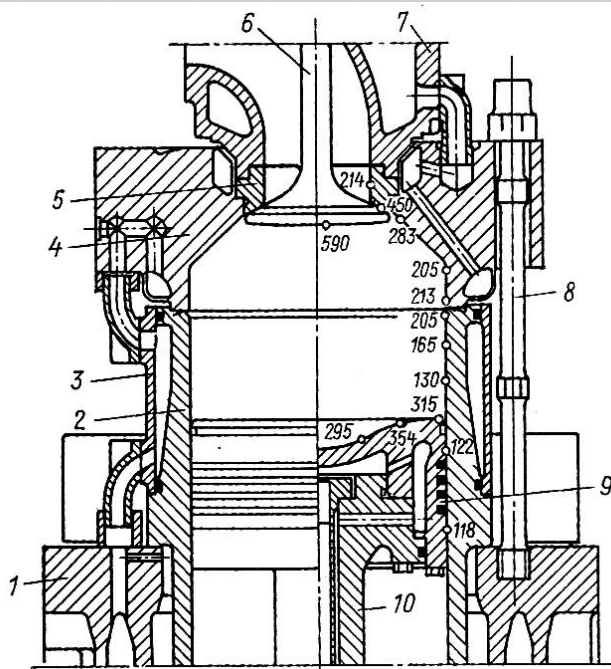


Рис. 1.21. Циліндропоршнева група дизеля L35MC:

1 – блок циліндра; 2 – втулка циліндра; 3 – рубашка циліндра; 4 – кришка циліндра; 5 – сідло випускного клапана; 6 – випускний клапан; 7 – корпус випускного клапана; 8 – шпилька; 9 – поршень; 10 – шток поршня

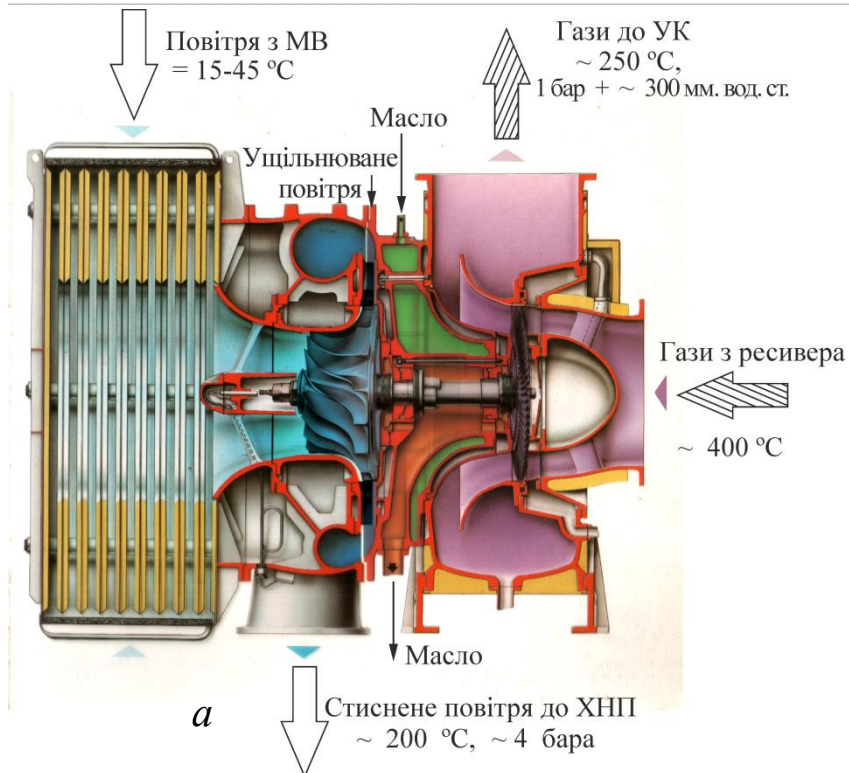
118...590 – це температура поверхонь в °С.

Контрольне питання. Чим обумовлена різна температура поверхонь в середині циліндра?

1.6. Турбокомпресори малообертових двигунів

Завдання. Назвати (дописати) вузли й деталі, з яких складається турбокомпресор (ТК). [19]

Турбокомпресор компанії MDT, встановлений на МОД, складається з наступних вузлів і деталей:



Контрольне питання №1. Який компресор зображено на цьому рисунку: радіальний чи осьовий?

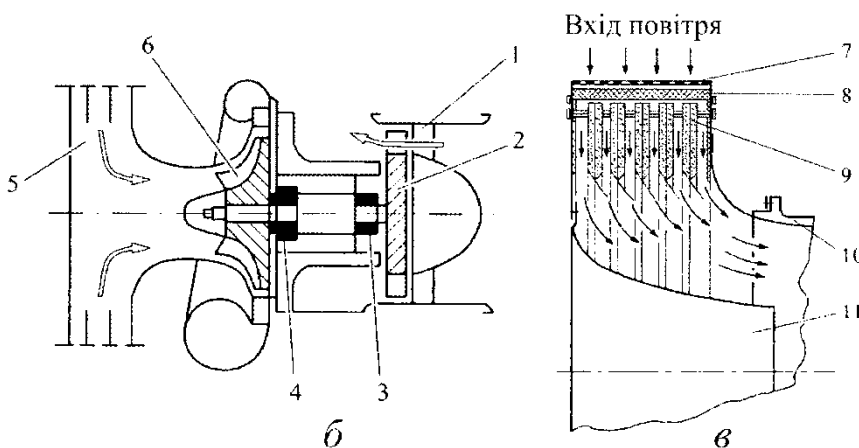


Рис. 1.23. Турбокомпресор серії NA/T компанії MDT:

a – загальний вигляд; *б* – конструктивна схема; *в* – конструктивна схема фільтра-глушника:

- 1 – сопловий апарат; 2 – колесо турбіни; 3 – опорний підшипник; 4 – опорно-упорний підшипник;
5 – фільтр-глушник; 6 – колесо компресора; 7 – сітка; 8 – фільтруюча набивка; 9 – диски зі звукопоглинаючим покриттям; 10 – вхідна ділянка всмоктувального повітряного каналу;
11 – конусна направляюча вставка

Контрольне питання №2. Для чого підводиться до ТК ущільнювальне повітря?

Таблиця 1.1. Суднові турбокомпресори різних фірм

Серія турбокомпресора	Фірма турбокомпресора			
	MAN Diesel & Turbo	ABB Turbo Systems	Mitsubishi Heavy Industries	Napier
	NR/R	VTR	MET-SD	NA
	HP/S	VTC	MET-SE/SEII	
	NA/S/T9	RR		
	TCR	TPS-D/E		
	TCA	TPS-F		
	PT/PTG	TPL-A		
	NA	TPL-B		
	NR	TPL-C		
		A100		

1.7. Аксонометричне зображення двигуна 6S60MC-C

Завдання. Дописати підписувальний надпис, скориставшись відомостями з [19] і “[20] Ключові слова”.

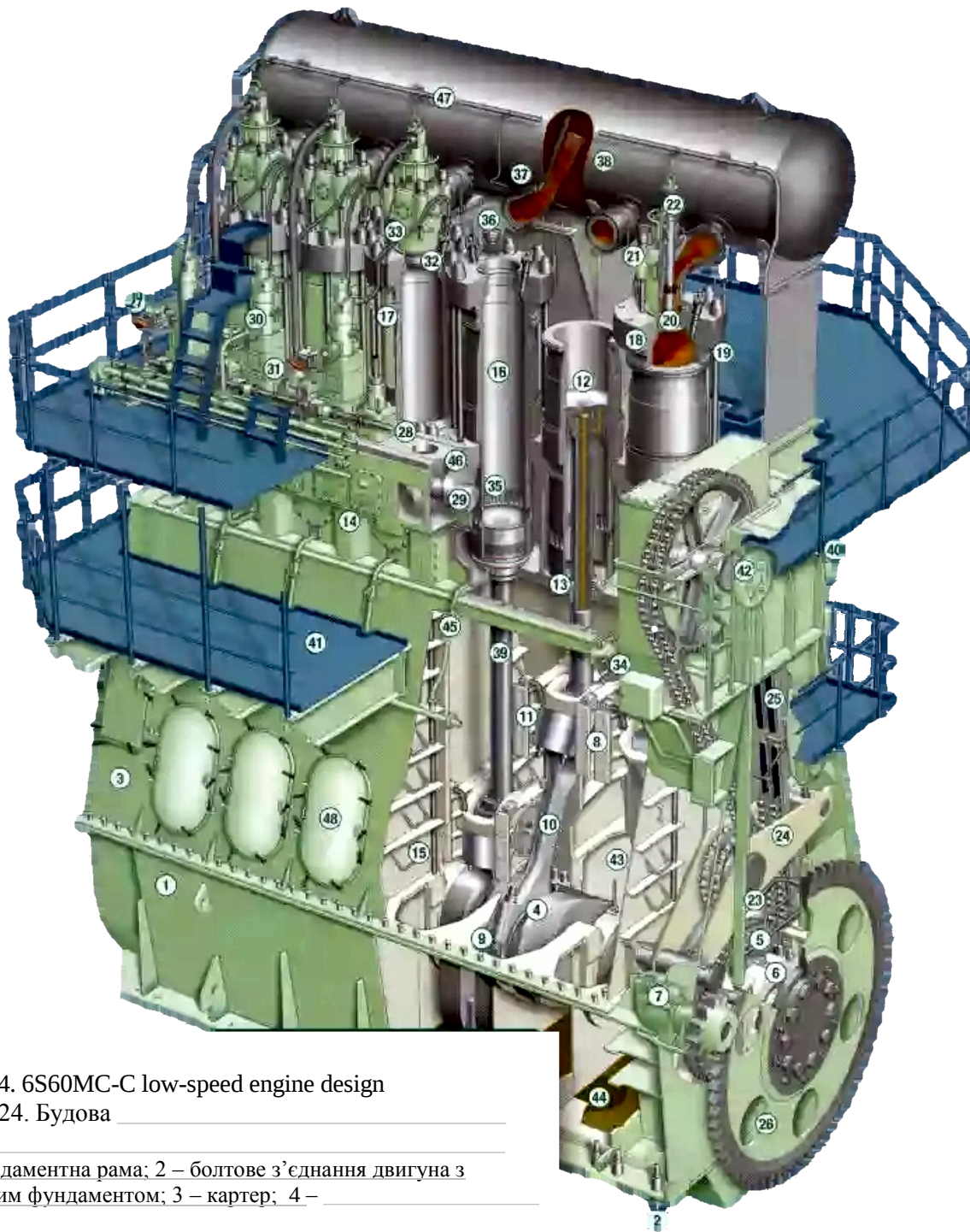


Fig.1.24. 6S60MC-C low-speed engine design

Рис. 1.24. Будова

1 – фундаментна рама; 2 – болтове з’єднання двигуна з судновим фундаментом; 3 – картер; 4 –

2. ТРАДИЦІЙНІ СИСТЕМИ СДУ

2.1. Системи водяного охолодження	40
2.2. Принципові схеми систем і водоопріснювальної установки	41
2.3. Основні характеристики допоміжного обладнання для обслуговування МОД: номінального і деформованого	45
2.4. Паливні системи	52
2.5. Масляні системи	56
2.6. Системи прісної та забортної води	60
2.7. Валогенератори, їх змащення й охолодження	65
2.8. Системи газовипуску	69
2.9. Системи пускового і керуючого повітря	71
2.10. Технологічні системи для МОД	74
2.11. Системи для МОД і система «пар–конденсат».....	76

Завдання. Доповнити (завершити) підрисунковий напис (завдання виконати після вивчення принципів схем паливних систем МОД).

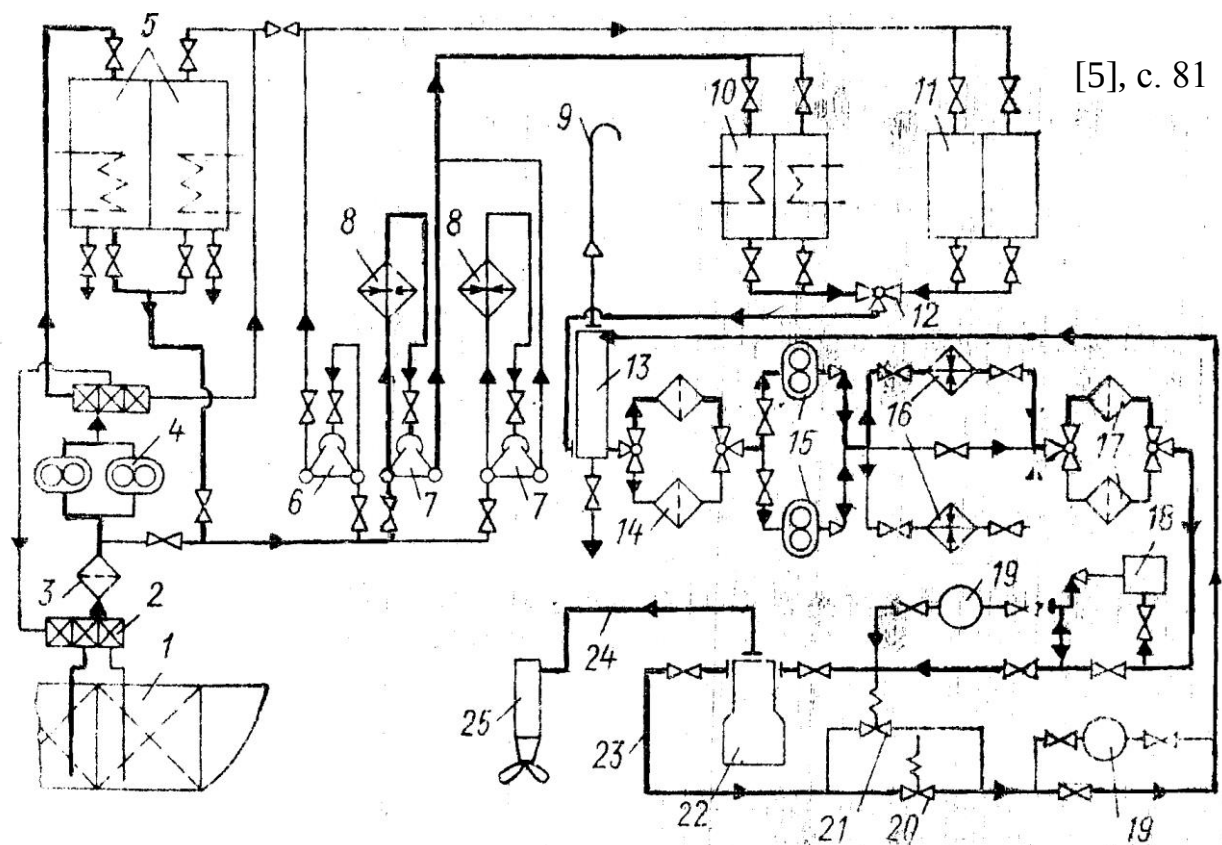


Рис. 2.0. Схема паливної системи: 1 – цистерна основного запасу; 2 – клапанна коробка; 3 – фільтр грубої очистки; 4 – перекачувальний насос; 5 –

2.1. Системи водяного охолодження

Водяне охолодження може бути здійснене за декількома схемами. Найбільш поширеними є двоконтурні та триконтурні (по воді) системи, принципові схеми яких зображено на рис. 2.2. Зазначені на цьому рисунку температури характерні номінальному навантаженню малообертових двигунів (МОД) компанії MDT за тропічних умов довкілля, коли температура заборотної води складає 32 °C.

Двоконтурна система застосовувалася набагато раніше від триконтурної, тому її називають традиційною. У триконтурній системі теплота відводиться у забортну воду у найбільшому із чотирьох теплообмінників – у центральному охолоджувачі прісної води, і її називають центральною. По воді тут три контури (див. рис. 2.2, б): контур заборотної води, низькотемпературний контур прісної води та високотемпературний контур прісної води охолодження циліндрів. Характеристики обладнання цих систем розраховуються за тропічних умов, коли температура заборотної води становить 32 °C, хоча робота суден з необмеженим районом плавання є мало тривалою. Така температура заборотної води спостерігається у Червоному морі, Персидській та Аденській затоках. Для цих районів Світового океану ймовірність температур заборотної води 30... 34° C складає 1,5 %.

Кожна із цих систем має свої переваги й недоліки. Переваги традиційної системи охолодження полягають у наступному:

1) простота системи з малою кількістю елементів;

2) тільки два комплекти насосів – заборотної води та прісної води охолодження циліндрів.

До недоліків цієї системи можна віднести:

1) підвищені видатки на технічне обслуговування та ремонт усіх її холодильників;

2) значна товщина трубопроводів заборотної води, для яких застосовуються дорогі некордуючі матеріали такі як мідно-нікельові сплави, цинк для покриття труб або ін.

Центральна система охолодження має суттєві переваги перед традиційною, які забезпечують менші експлуатаційні витрати, більшу надійність і значно меншу ймовірність втрати ходового часу судна внаслідок виходу із ладу елементів системи. Переваги цієї системи такі:

1) використовуються в більшій мірі дешевші матеріали;

2) лише один теплообмінник потребує періодичного перебирання, оскільки тільки він один охолоджується заборотною водою;

3) потрібно небагато некордуючих труб;

4) зменшене технічне обслуговування елементів системи, тощо;

Однак центральна система має й певні недоліки, зокрема:

1) підвищена першопочаткова вартість;

2) три комплекти насосів – заборотної води, прісної води низької температури та прісної води охолодження циліндрів.

Таким чином, вибрати ту чи іншу систему водяного охолодження - це дилема при проектуванні суднової енергетичної установки (СЕУ). Проектант разом з представником замовника судна приймають певне рішення. Зазначимо, що з плином часу все частіше застосовується центральна система водяного охолодження.

Ключові слова: забортна вода, _____

Контрольне питання. Чому на транспортних суднах останніх років побудови домінують центральні системи водяного охолодження?

2.2. Принципові схеми систем і водоохисної установки

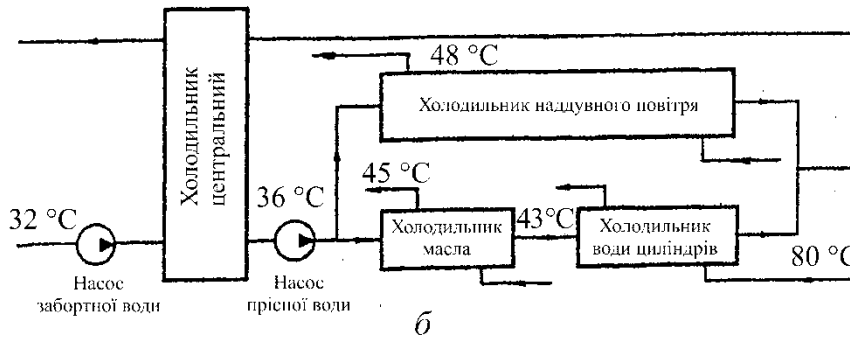
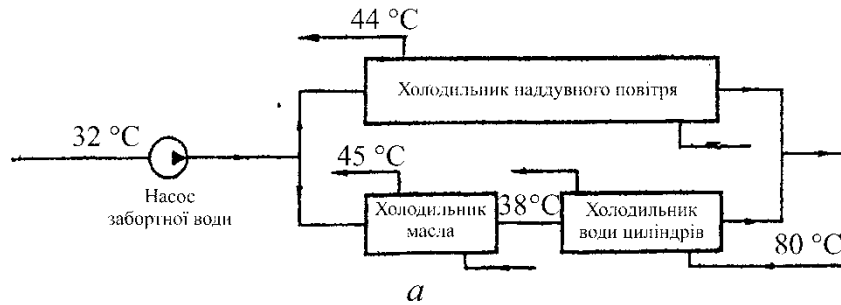


Рис. 2.1. Принципові схеми двоконтурної (традиційної) – *a* і триконтурної (центральної) – *б* систем охолодження для МОД

Увага! Позначення на рис. 2.2–2.8 див. у таблицях 2.2. і 2.3.

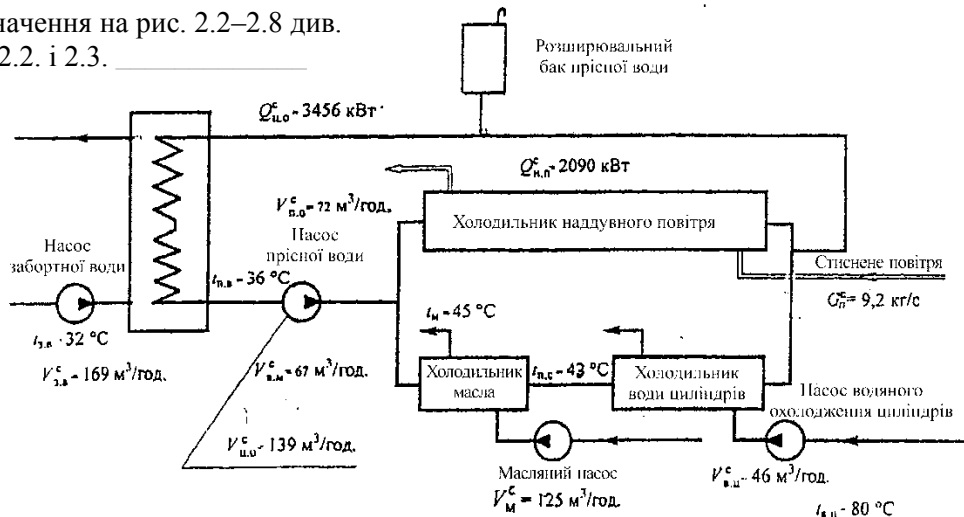


Рис. 2.2. Принципова схема центральної системи водяного охолодження для двигуна

5S40ME-B9-ТІІ з $N_e^c = 5108$ кВт ($\bar{N}_c = 90\%$)

$$N_e^H = 5675 \text{ кВт}, n_H = 146 \text{ хв}^{-1},$$

$$N_e^O = 4824 \text{ кВт}, n_O = 135,8 \text{ хв}^{-1},$$

$$\bar{N}_c = 90\%, \bar{n}_c = 95\%$$

$$\bar{N}_O = 85\%, \bar{n}_O = 93\%$$

Завдання №2. Пояснити призначення розширювального бака прісної води.

Контрольне питання №2. З якою метою застосовують насос заборної води з продуктивністю більшою ніж у насоса прісної води?

Завдання №1. Вказати параметри гріючої речовину для підігрівника. [7]

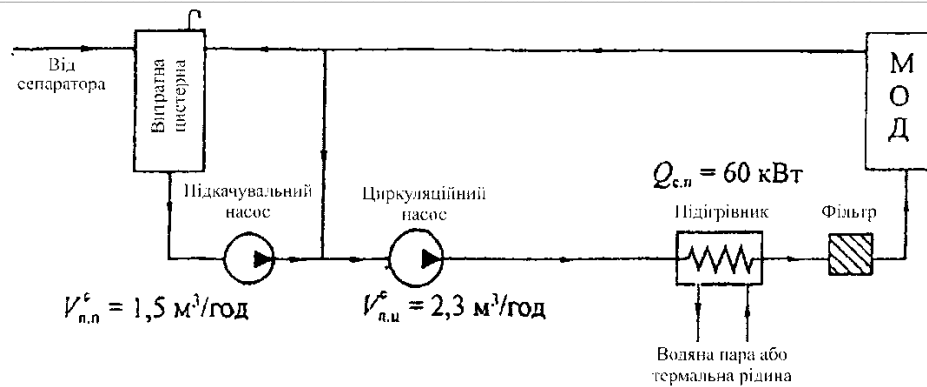


Рис. 2.3. Принципова схема закритої паливної системи під тиском для двигуна 5S40ME-B9-ТІІ з $N_e^c = 5108$ кВт ($\bar{N}_c = 90\%$)

Завдання №2. Вказати мінімально допустиму температуру прісної води і чим вона обумовлена.

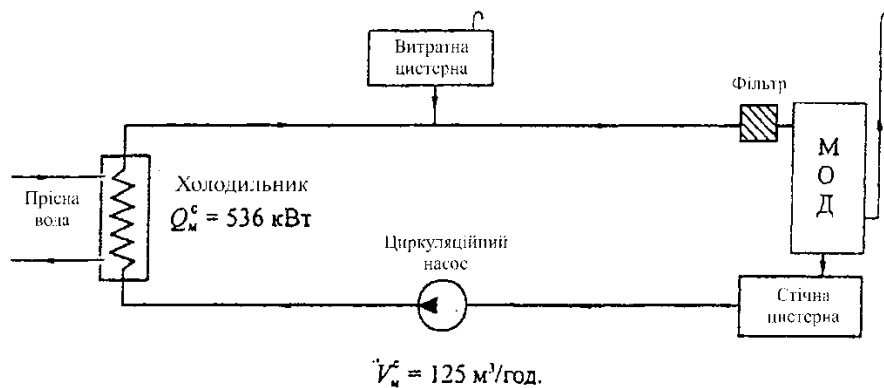


Рис. 2.4. Принципова схема системи змащувального та охолоджувального масла для двигуна 5S40ME-B9-ТІІ з $N_e^c = 5108$ кВт ($\bar{N}_c = 90\%$)

Завдання №3. Вказати орієнтовно тиск всередині опріснювальної установки.

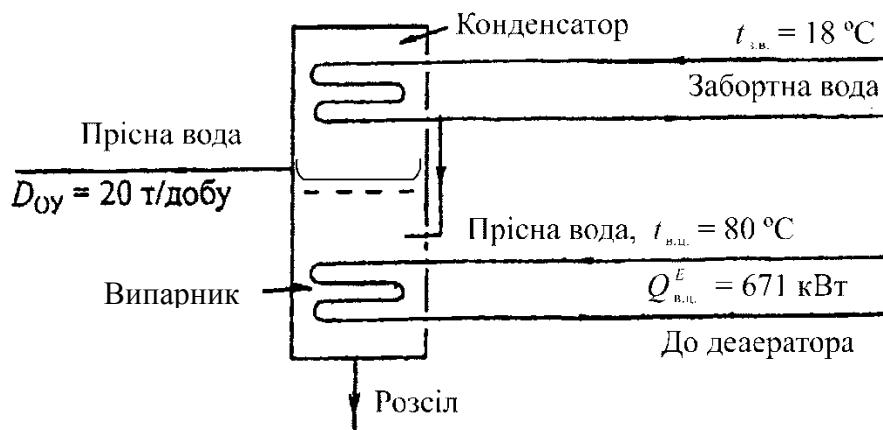


Рис. 2.5. Принципова схема опріснювальної установки, що працює на прісній воді від МОД 5S40ME-B9-ТІІ з $N_e^E = 4597$ кВт ($\bar{N}_E = 90\%$)

Завдання №1. Вказати призначення редукційного клапана. [7]

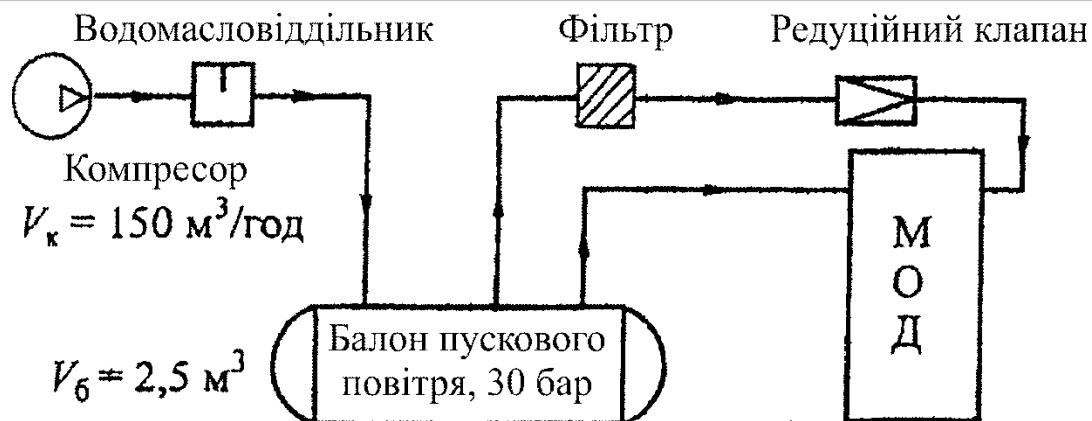


Рис. 2.6. Принципова схема системи пускового та керуючого повітря для двигуна 5S40ME-B9-ТII з $N_e^c = 5108 \text{ кВт}$ ($\bar{N}_c = 90 \%$)

Завдання №2. Вказати, за яких умов застосовується іскрогасник-глушник.

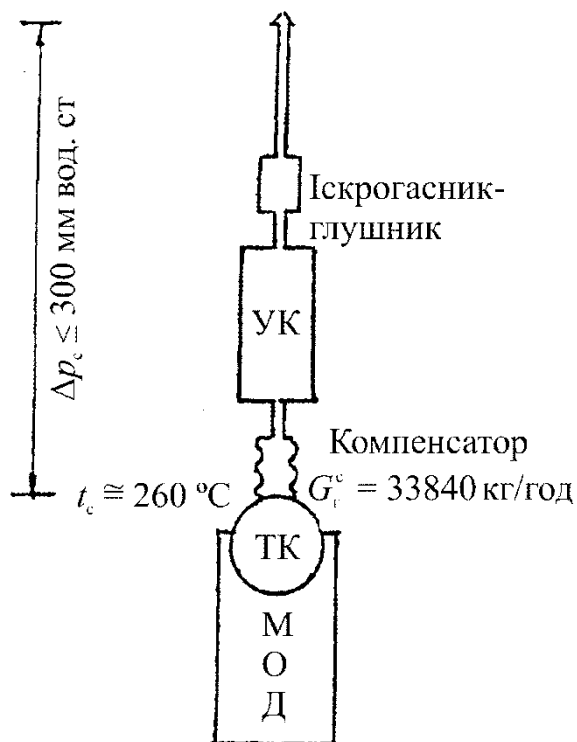


Рис. 2.7. Принципова схема газовипускної системи за турбокомпресором (ТК) двигуна 5S40ME-B9-ТII з $N_e^c = 5108 \text{ кВт}$ ($\bar{N}_c = 90 \%$)

Контрольне питання. Який приблизно діапазон падіння тиску газів в УК при специфікаційній потужності двигуна?

Завдання. Назвати елементи систем за такими позиціями: 4, 5, 21, 23, 24, 27, 29, 30 і 31.

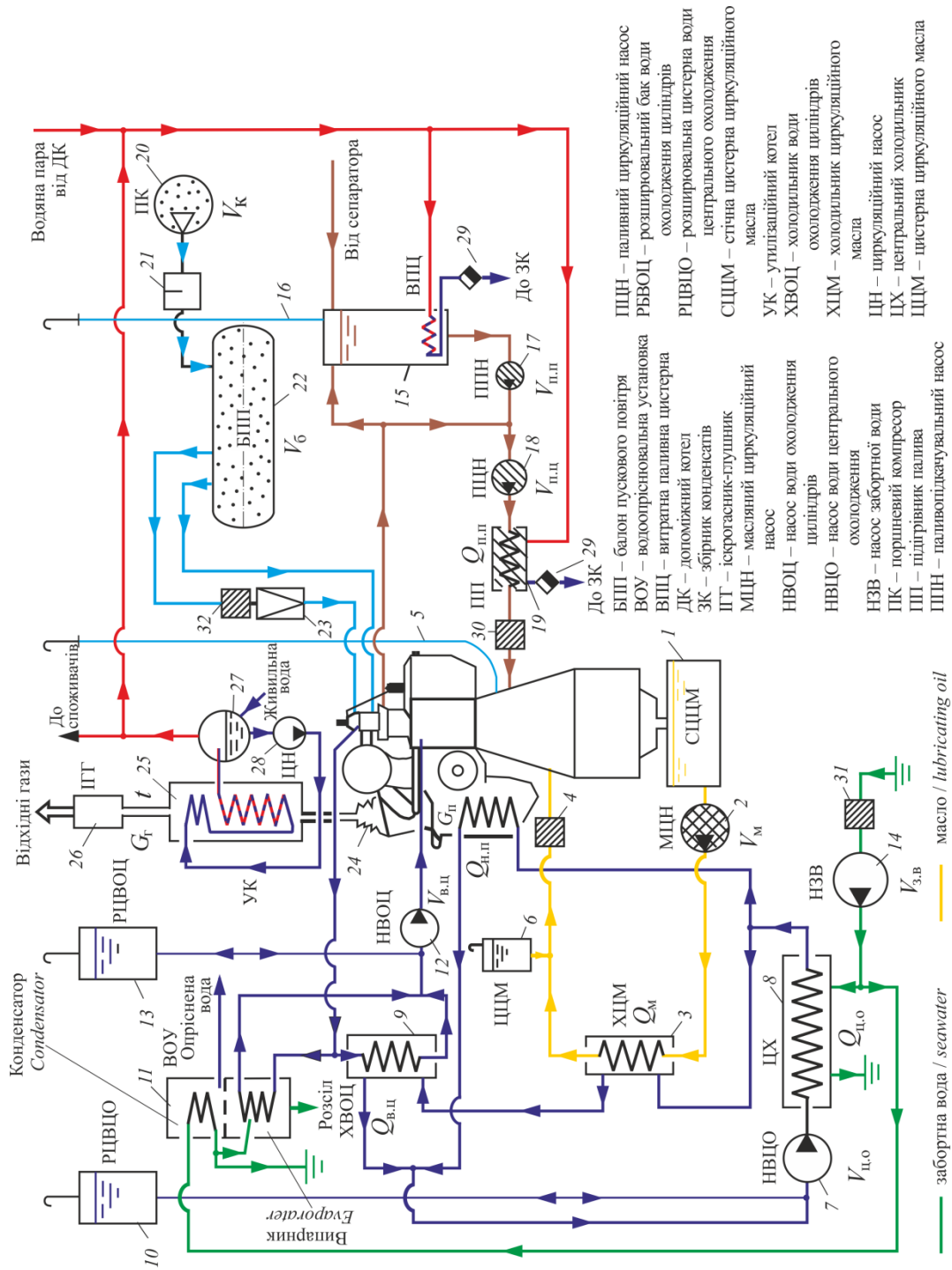


Рис. 2.8. Принципова схема систем і основне обладнання для обслуговування МОД сімейства ME з водопріснювального установкою та УК

© Шостак В.П., 2020

2.3. Основні характеристики допоміжного обладнання для обслуговування МОД: номінального і деформованого

Завдання. На «пустих» строчках написати українською.

Характеристики вспомогательных систем деформированных двигателей

Определение размеров теплообменников (холодильников) и насосов для деформированных двигателей может основываться на пересчете величин теплоотвода по приведенным ниже описаниям и диаграммам [7]. Оборудование с характеристиками для номинальной МДМ (L_1) – см. с. 46 и 47.

Теплоотвод в холодильниках

Для мощностей между спецификационной МДМ (М) и точкой оптимизации (О) на диаграммах рис. 2.9, 2.10 и 2.11 приведены коэффициенты уменьшения для соответствующих величин теплоотвода в холодильниках по отношению к величинам, приведенным в «Перечне характеристик», справедливым при номинальной МДМ (L_1).

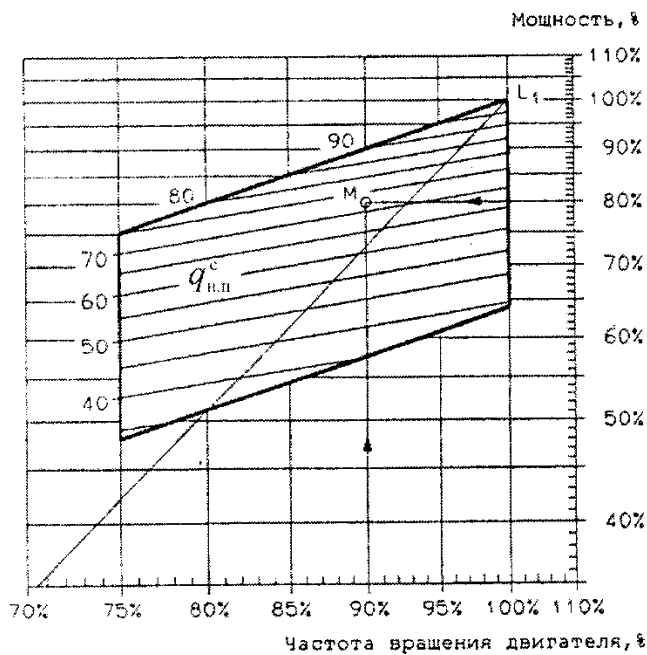


Рис. 2.9. Відносний тепловідвід у холодильнику наддувального повітря $q_{н.п}^c$ для деформованого МОД у % від значення для L_1

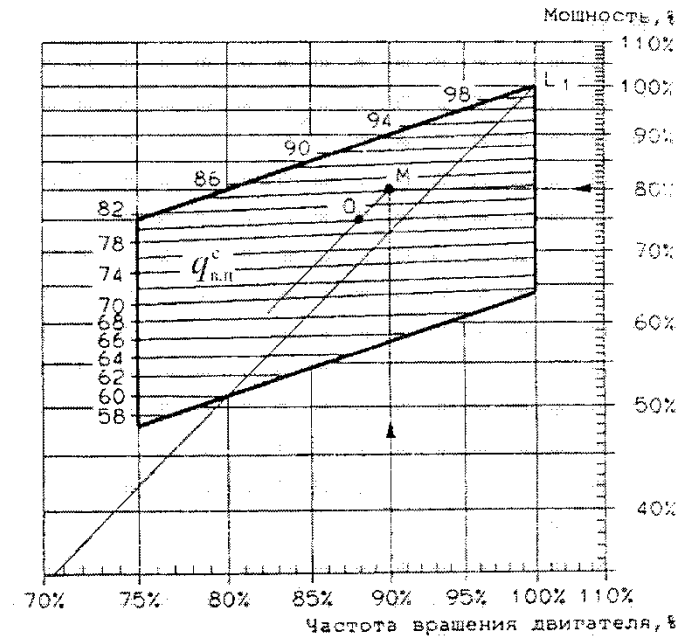


Рис. 2.10. Відносний тепловідвід у холодильнику води охолодження циліндрів $q_{в.ц}^c$ для деформованого МОД у % від значення для L_1

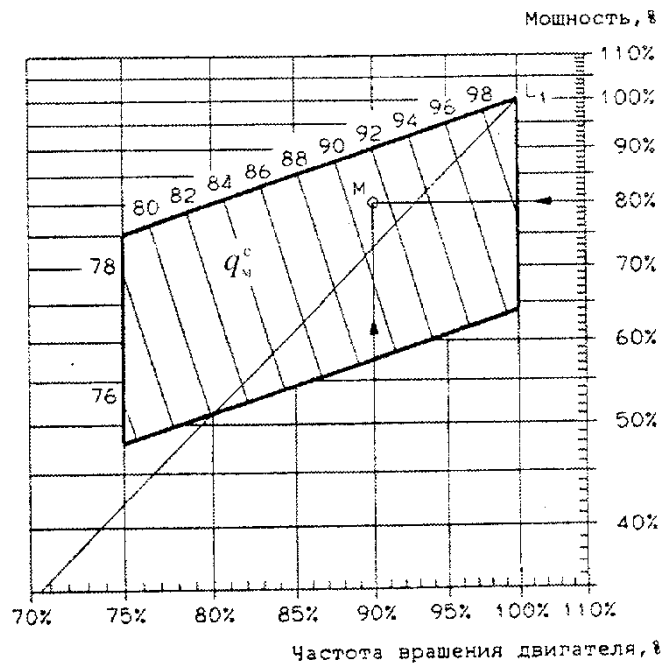


Рис. 2.11. Відносний тепловідвід у холодильнику масла q_m^c для деформованого МОД у % від значення для L_1

Характеристики допоміжного обладнання для обслуговування тільки головного двигуна визначаються проектантом МОД при номінальних потужності N_e^H і частоті обертання n_n , та надаються проектанту СЕУ, як правило, в проектному керівництві, наприклад. [7]

L42MC (двигун компанії MDT) (ПРИКЛАД)

Необходимые характеристики вспомогательного оборудования для обслуживания только главного двигателя. Характеристики приближенные и даны при номинальной МДМ (L_1).

Максимально-длительная мощность при 176 об/мин	Число цилиндров кВт	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Насосы:		3980	4975	5970	6965	7960	8955	9950	10945	11940
Топливный циркуляционный	м ³ /ч	2,2	2,6	2,9	3,5	3,9	4,3	5,0	5,7	6,3
Топливоподкачивающий	м ³ /ч	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1
Охлаждения цилиндров	м ³ /ч	32	40	48	56	64	72	80	88	96
Забортной воды	м ³ /ч	115	145	175	205	230	260	290	320	350
Масляный	м ³ /ч	90	105	120	135	150	170	190	205	220
Подпорн. насос для вып. клап.	м ³ /ч	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0
Холодильники:										
Холодильники наддувочного воздуха										
Теплоотвод приблизит.	кВт	1410	1770	2120	2470	2820	3180	3530	3880	4240
Расход заборной воды	м ³ /ч	75	94	113	132	151	170	189	208	227
Холодильник масла										
Теплоотвод приблизит.	кВт	270	340	410	475	540	610	680	750	820
Расход масла	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Расход заборной воды	м ³ /ч	40	51	62	73	79	90	101	112	123
Холодильник пресной воды										
Теплоотвод приблизит.	кВт	580	720	860	1010	1150	1300	1440	1590	1730
Расход пресной воды	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Расход заборной воды	м ³ /ч	40	51	62	73	79	90	101	112	123
Топливоподогреватель	кВт	59	69	77	93	105	115	135	150	170
Газы										
Расход выпускных газов	кг/ч	33800	42250	50700	59150	67600	76050	84500	92950	101400
Температура выпускных газов	°C	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Расход воздуха	м ³ /ч	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23,0	25,3	27,6
Система пускового воздуха: 30 бар										
Реверсивный дизель										
Объем баллона (12 пусков)	м ³	2×2,0	2×2,0	2×2,0	2×2,0	2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5
Компрессоры	м ³ /ч	2×60	2×60	2×60	2×60	2×75	2×75	2×75	2×75	2×75
Нереверсивный дизель										
Объем баллона (5 пусков)	м ³	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5
Компрессоры	м ³ /ч	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45

(Перелік характеристик допоміжного обладнання для традиційної системи охолодження)

Завдання. Вказати, за яких умов може бути використаний нереверсивний дизель.

Необходимые характеристики вспомогательного оборудования для обслуживания только главного двигателя. Характеристики приближенные и даны при номинальной МДМ (L₁). [7]

Максимально-длительная мощность при 176 об/мин	Число цилиндров кВт	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		3980	4975	5970	6965	7960	8955	9950	10945	11940
Насосы:										
Топливный циркуляционный	м ³ /ч	2,2	2,6	2,9	3,5	3,9	4,3	5,0	5,7	6,3
Топливоподкачивающий	м ³ /ч	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1
Охлаждения цилиндров	м ³ /ч	32	40	48	56	64	72	80	88	96
Центрального охлаждения	м ³ /ч	115	145	175	205	230	260	290	320	350
Забортной воды	м ³ /ч	110	140	170	190	220	250	280	300	330
Масляный	м ³ /ч	90	105	120	135	150	170	190	205	220
Подпор. насос для вып. клап.	м ³ /ч	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0
Холодильники:										
Холодильники наддувочного воздуха										
Теплоотвод приблизит.	кВт	1410	1760	2110	2460	2810	3160	3520	3870	4220
Расход воды центр. охлад.	м ³ /ч	75	94	113	132	151	170	189	208	227
Холодильник масла										
Теплоотвод приблизит.	кВт	270	340	410	475	540	610	680	750	820
Расход масла	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Расход воды центр. охлад.	м ³ /ч	40	51	62	73	79	90	101	112	123
Холодильник воды, охлад. цил.										
Теплоотвод приблизит.	кВт	580	720	860	1010	1150	1300	1440	1590	1730
Расход воды охлад. цил.	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Расход заборной воды	м ³ /ч	40	51	62	73	79	90	101	112	123
Центральный холодильник										
Теплоотвод приблизит.	кВт	2260	2820	3380	3945	4500	5070	5640	6210	6770
Расход воды центр. охлад.	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Расход воды центр. охлад.	м ³ /ч	См. вышеуказанные производительности насосов								
Топливоподогреватель	кВт	59	69	77	93	105	115	135	150	170
Газы										
Расход выпускных газов	кг/ч	33800	42250	50700	59150	67600	76050	84500	92950	101400
Температура выпускных газов	°C	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Расход воздуха	м ³ /ч	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23,0	25,3	27,6
Система пускового воздуха: 30 бар										
Ревверсивный дизель										
Объем баллона (12 пусков)	м ³	2×2,0	2×2,0	2×2,0	2×2,0	2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5
Компрессоры	м ³ /ч	2×60	2×60	2×60	2×60	2×75	2×75	2×75	2×75	2×75
Нереверсивный дизель										
Объем баллона (5 пусков)	м ³	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5	2×1,5
Компрессоры	м ³ /ч	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45	2×45

(Перелік характеристик допоміжного обладнання для центральної системи охолодження) _____

Завдання. Указати, яким саме обладнанням відрізняється центральна система водяного охолодження від традиційної.

У центральній системі водяного охолодження передбачено додатково: насос центрального охолодження; _____

При експлуатації СДУ температура зовнішнього повітря і води, яка поступає із бортового, або днищового кінгстона, визначається місцезнаходженням судна на акваторії Світлового океану, порою року та часом доби. При створенні судна, зокрема при його проектуванні, приймаються певні дискретні значення параметрів, відповідно до стандартних умов. У табл. 2.1 наведені загальноприйняті значення. Системи СДУ проектуються майже для найбільш несприятливих умов – тропічних, і при цьому немає обмежень по навантаженню ГД. При більших температурах, для повітря – ніж 45 ° С, а для заборотної води – ніж 32 ° С, робота транспортних суден малоймовірна та короткотривала. За таких умов знижують потужність ГД.

Таблиця 2.1. **Загальноприйнятні дані для проектування й експлуатації СЕУ**

№ з/п	Величина Value	Позначення Notation	Одиниці виміру Unit	Стандартні умови Conditions		
				ICO ISO	тропічні Tropical	специфічні Specified
1	Температура охолодження наддувного повітря Scavenge air coolant temperature	$t_{o.n}$	°C	25,0	–	10,0
2	Температура навколишнього повітря Ambient air temperature	$t_{n.n}$		25,0	45,0	10,0
3	Температура заборотної води Sea water temperature	$t_{z.v}$		–	32,0	–
4	Температура води центрального охолодження Central water temperature	$t_{ц.о}$		–	36,0	–
5	Барометричний тиск Barometric pressure	p_b	мм вод. ст. mm WC	1000	1000	1000
6	Протитиск випуску відхідних газів Exhaust gas back pressure	Δp	мбар mbar	300	–	–

Завдання. Доповнити відомостями про температуру заборотної води та зовнішнього повітря для транспортних суден з необмеженим районом плавання.

Контрольне питання. Чому у Персидській затоці найважчі умови для роботи системи водяного охолодження СДУ?

(ПРИКЛАД)

Таблиця 2.2. Характеристики допоміжного обладнання для обслуговування номінального та дефорсованого малообертового двигуна 5G45ME (із звичайним турбокомпресором компанії MDT і центральною системою охолодження)
© Шостак В.П., 2020

№ з/п	Характеристики	Позначення ¹⁾	Одиниці виміру	Номінальний МОД	Дефорсований МОД
	Capacities	Notation	Unit	Nominal engine	Derated engine
				з ТК/ at TC: MET 48-MB	
1	Ефективна максимально тривала потужність (МТП) на валу двигуна Shaft power at MCR engine	N_e	кВт kW	6950	6255
2	Частота обертання двигуна при MTH Engine speed at MCR	n	хв ⁻¹ r/min	111,0	105,4
3	Відносна (стосовно L_1) потужність у точці узгодження Power of matching point MCR	$\bar{N}_o$	%	100	85
4	Витрата (подача) насосів: Pumps:			3,6	
	4.1) паливного циркуляційного Fuel oil circulating pump	$V_{п.ц}$			
	4.2) паливопідкачувального Fuel oil supply pump	$V_{п.п}$		1,9	
	4.3) води охолодження циліндрів Jacket cooling water pump	$V_{в.ц}$	$m^3 / год.$ m^3 / h	50	46
	4.4) води центрального охолодження Central cooling water pump	$V_{ц.о}$		165	152
	4.5) забортної води Seawater pump	$V_{з.в}$		200	182
	4.6) циркуляційного масла Lubricating oil pump	V_m		150	
5	Холодильники: Coolers:				
	5.1) наддувного повітря: Scavenge air cooler: тепловідвід Heat dissipation	$Q_{н.п}$	кВт kW	2550	2276
	витрата прісної води центрального охолодження Central water quantity	$V_{п.о.}$	$m^3 / год.$ m^3 / h	95	85
	5.2) циркуляційного масла: Lubricating oil cooler: тепловідвід Heat dissipation	Q_m	кВт kW	560	536
	витрата циркуляційного масла Lubricating oil quantity	V_m	$m^3 / год.$ m^3 / h	150	

Завдання. Дати визначення «точка узгодження» МОД.

Точка узгодження – _____

№ з/п	Характеристики Capacities	Позна- чення Notation	Одиниці виміру Unit	Номінальний МОД Nominal engine	Дефорсова- ний МОД Derated engine
				з ТК/ at TC: <i>МЕТ 48-МВ</i>	
	витрата прісної води центрального охолодження Central water quantity	$V_{в.м}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ m^3/h	70	67
	5.3) води охолодження циліндрів: Jacket water cooler: тепловідвід Heat dissipation	$Q_{в.ц}$	кВт kW	950	876
	витрата води охолодження циліндрів Jacket cooling water quantity	$V_{в.ц}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ m^3/h	50	46
	витрата прісної води центрального охолодження Central water quantity	$V_{в.м}$		70	67
	5.4) центральний: Central cooler: тепловідвід Heat dissipation	$Q_{ц.о}$	кВт kW	4060	3690
	витрата прісної води центрального охолодження Central water quantity	$V_{ц.о}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ m^3/h	165	152
	витрата забортної води Seawater quantity	$V_{з.в}$		200	182
6	Тепловідвід паливопідігрівника Fuel oil heater	$Q_{п.п}$	кВт kW	56	
7	Відхідні гази за навколишніх умов ISO: Gases at ISO ambient conditions:				
	7.1) витрата відхідних газів Exhaust gas amount	$G_{г}$	кг/год. kg/h	53280	49820
	7.2) температура відхідних газів Exhaust gas temperature	t	°C	240	226
8	Витрата повітря Air consumption	$G_{п}$	кг/с kg/s	14,5	13,6
9	Система пускового повітря, 30 бар: Starting air system: 30 bar (gauge):			2×4,0	
	9.1) об'єм балона (12 пусків) Receiver volume (12 starts)	$V_{б}$	м^3 m^3		
	9.2) сумарна продуктивність компресорів Compressor capacity, total	$V_{к}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ m^3/h	240	

Контрольне питання. Чому для номінального і дефорсованого двигунів продуктивність паливних насосів однакова, а продуктивність насосів водяного охолодження циліндрів різна?

(ПРИКЛАД)

Таблиця 2.3. Розрахунок параметрів допоміжного обладнання для деформованого двигуна 5G45ME

© Шостак В.П., 2020

№ з/п	Величина	Позначення	Одиниці виміру	Формула, джерело або інше	Значення
1	Поправочний коефіцієнт відповідно до точки узгодження	k_0	—	$1 + 0,27(1 - \bar{N}_0^c / 100)$	1,015
2	Тепловідвід у холодильнику наддувного повітря:				
	2.1) відносний деформованого МОД	$q_{н.п}^c$	%	Рис. 4	88
	2.2) абсолютний: номінального МОД	$Q_{н.п}^H$	кВт	Табл. 2	2550
	деформованого МОД	$Q_{н.п}^c$		$Q_{н.п}^H k_0 q_{н.п}^c / 100$	2278
3	Тепловідвід у холодильнику води охолодження циліндрів:				
	3.1) відносний деформованого МОД	$q_{в.п}^c$	%	Рис. 5	92,2
	3.2) абсолютний: номінального МОД	$Q_{в.п}^H$	кВт	Табл. 2	950
	деформованого МОД	$Q_{в.п}^c$		$Q_{в.п}^H q_{в.п}^c / 100$	876
4	Тепловідвід у холодильнику циркуляційного масла:				
	4.1) відносний деформованого МОД	q_m^c	%	Рис. 6	95,7
	4.2) абсолютний: номінального МОД	Q_m^H	кВт	Табл. 2	560
	деформованого МОД	Q_m^c		$Q_m^H q_m^c / 100$	536
5	Тепловідвід у центральному холодильнику	$Q_{ц.о}^c$		$Q_{н.п}^c + Q_{в.п}^c + Q_m^c$	3690
6	Витрата води центрального охолодження:				
	6.1) на холодильник наддувного повітря для МОД: номінального	$V_{п.о}^H$	м³/год.	Табл. 2	95
	деформованого	$V_{п.о}^c$		$V_{п.о}^H k_0 q_{н.п}^c / 100$	85
	6.2) на холодильник циркуляційного масла для МОД: номінального	$V_{в.м}^H$	м³/год.	Табл. 2	70
	деформованого	$V_{в.м}^c$		$V_{в.м}^H q_m^c / 100$	67
7	Продуктивність насосів:				
	7.1) прісної води центрального охолодження для деформованого МОД	$V_{ц.о}^c$	м³/год.	$V_{п.о}^c + V_{в.м}^c$	152
	7.2) заборотної води для МОД: номінального	$V_{з.в}^H$		Табл. 2	200
	деформованого	$V_{з.в}^c$		$V_{з.в}^H Q_{ц.о}^c / Q_{ц.о}^H$	182
	7.3) прісної води охолодження циліндрів МОД: номінального	$V_{в.п}^H$		Табл. 2	50
	деформованого	$V_{в.п}^c$		$V_{в.п}^H Q_{в.п}^c / Q_{в.п}^H$	46

Завдання. Пояснити складові ідентифікації двигуна 5G45ME-B9-ТІІ.

5 – число (кількість) циліндрів; G –

*) У всіх позначеннях у подальшому використанні додається індекс «н» або «с»:
 для номінального МОД при МПП (у точці L_1) – індекс «н», наприклад N_e^H ;
 для деформованого при специфікаційній потужності – індекс «с», наприклад N_e^c .

2.4. Паливні системи

Завдання. Доповнити назву рис. 2.12; пояснити призначення клапана за позицією 7.

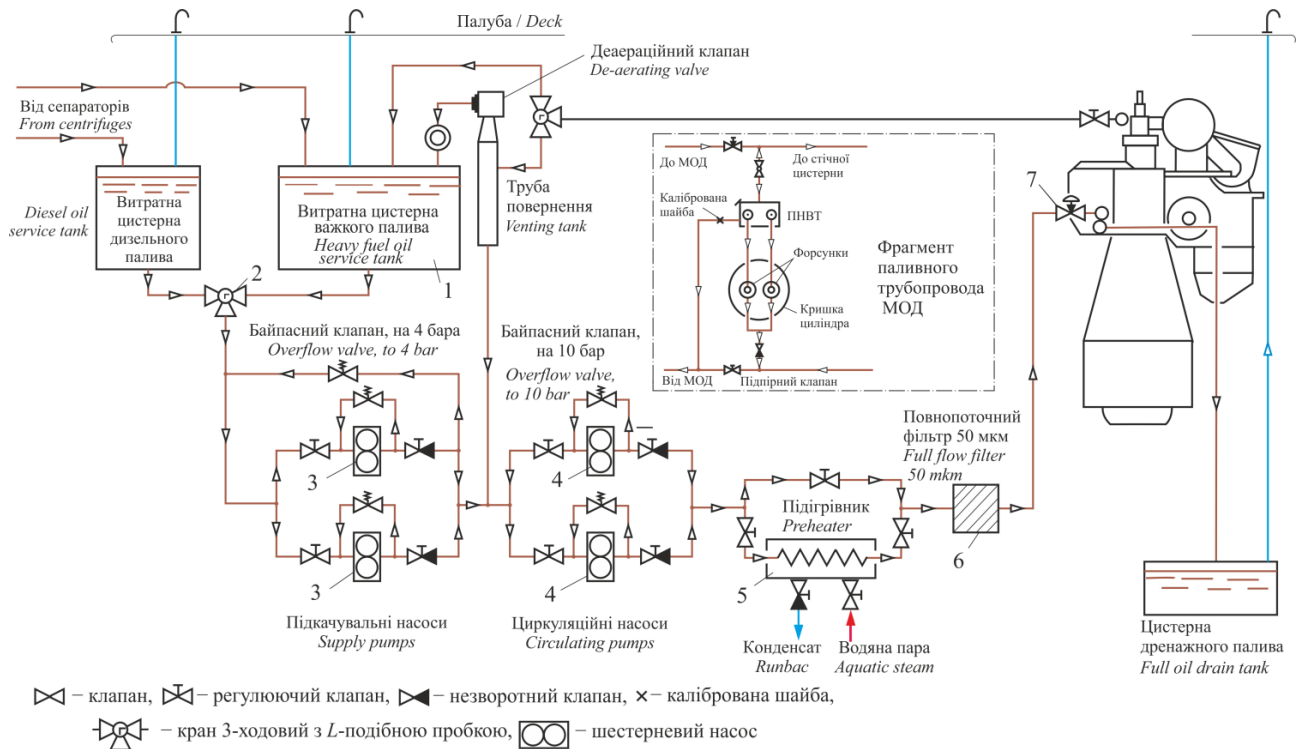


Рис. 2.12. Спрощена схема системи подачі палива до МОД:

1 – витратна цистерна важкого палива; 2 – триходовий кран; 3 – підкачувальний насос; 4 –

Контрольне питання №1. Для чого слугує цистерна дренажного палива?

Контрольне питання №2. З яким тиском підводиться водяна пара до підігрівника?

Завдання №1. Вказати, приблизно, діапазон в'язкості важкого палива, яке використовується в МОД. [7]

Контрольне питання. Яка максимально допустима в'язкість палива на вході до ПНВТ?

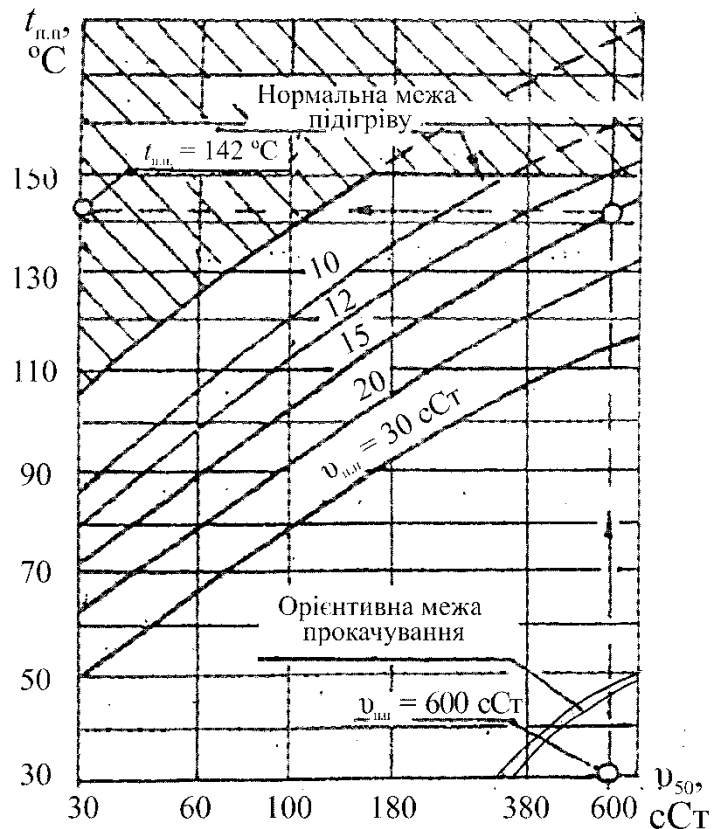
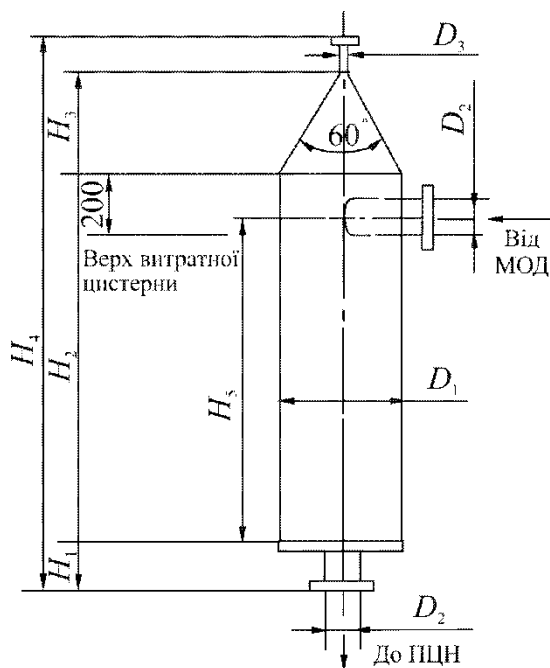


Рис. 2.13. Номограма для визначення температури підігріву палива $t_{п.п.}$ при його початковій в'язкості ν_{50} при температурі 50°C; $\nu_{п.п.}$ – в'язкість після підігріву

Завдання №2. Вказати призначення зворотної труби.



Максим. продуктив. падівного циркуляц. насоса $V_{н.п.}, \text{м}^3/\text{год}$	Розмір у мм							
	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5
1,3	250	32	15	100	600	1713	1000	550
2,1	150	40	15	100	600	1713	1000	550
5,0	200	65	15	100	600	1713	1000	550
8,4	400	80	15	150	1200	3335	1800	1100
11,5	400	90	15	150	1200	3335	1800	1100
19,5	400	125	15	150	1200	3335	1800	1100
29,4	500	150	15	150	1500	4024	2150	1350
43,0	600	300	15	150	1500	4024	2150	1350

Рис. 2.14. Паливна зворотна труба та її основні розміри

Зворотна труба призначена для _____

Завдання. Дати визначення та призначення суднового сепаратора нафтопродуктів.
“[20] Ключові слова”

Рис. 2.15. Загальна будова суднового сепаратора для очищення палива та масла:

- 1 – тарілчата кришка; 2 – тарілки;
3 – барабан; 4 – вертикальний вал;
5 – електродвигун

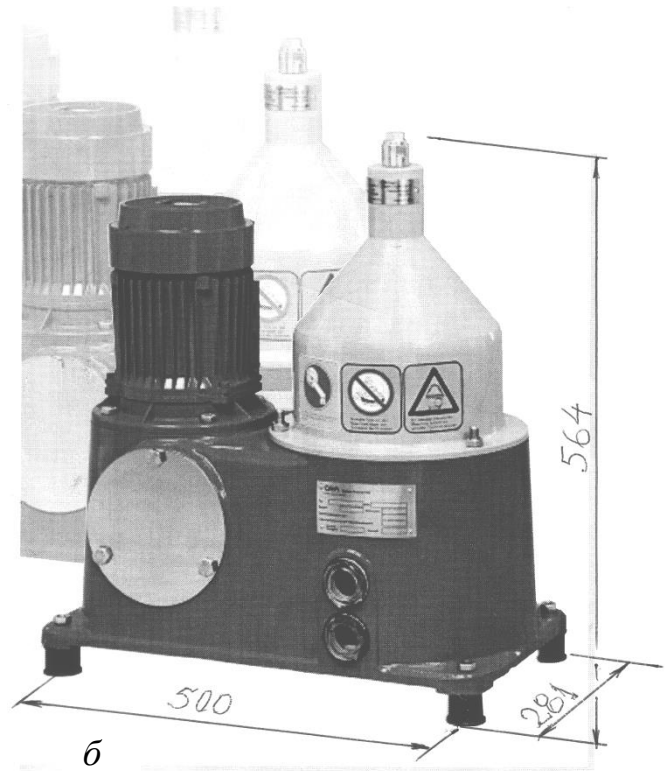
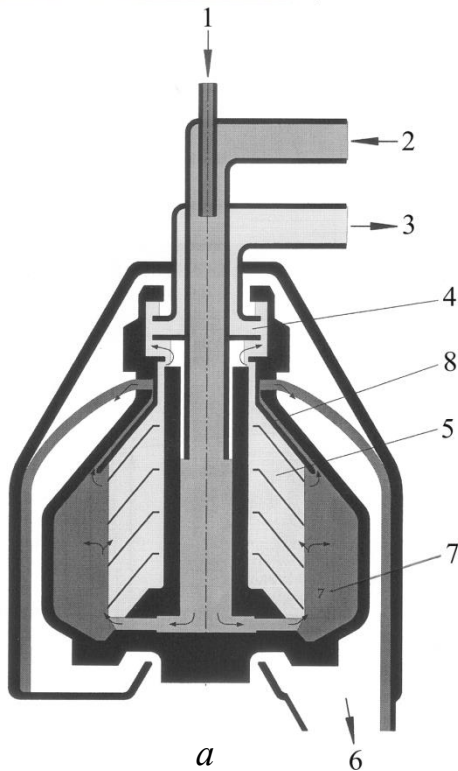
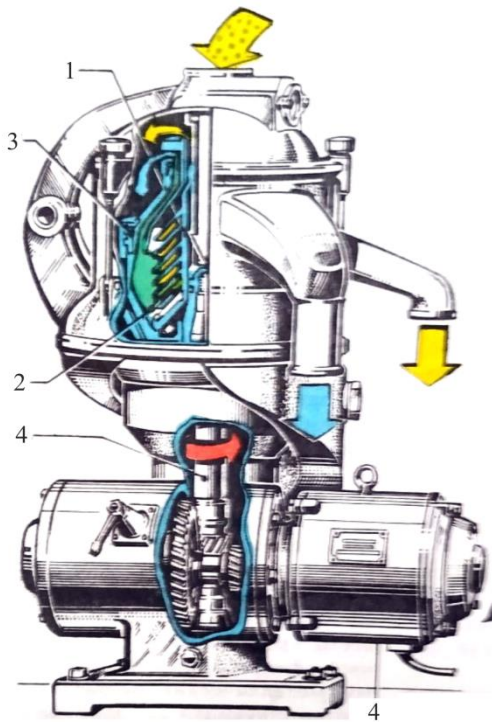
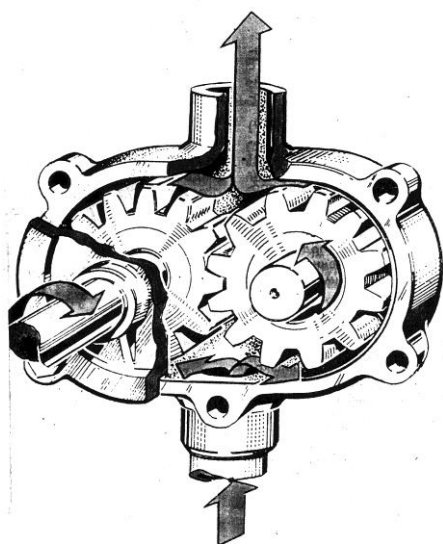


Рис. 2.16. Сепаратор ОТС 2 для нафтопродуктів:

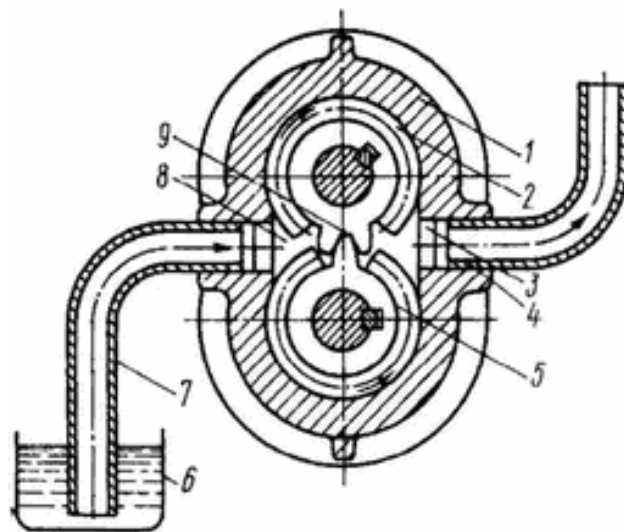
а – принцип дії й особливості конструкції; *б* – загальний вигляд: 1 – подача підживлювальної води; 2 – подача нафтопродукту; 3 – випуск легкої рідинної фази; 4 – доцентровий насос легкої рідинної фази; 5 – пакет тарілок; 6 – випуск важкої рідинної фази; 7 – шламовий простір; 8 – розділювальна тарілка

Технічні дані. Барабан: частота обертання – 10000 хв^{-1} ; об'єм – 1,2 л; шламовий простір – 0,75 л. Електродвигун: потужність 1,1 кВт; частота обертання – 3000 хв^{-1} . Напір доцентрового насоса – 0,5 бара. Продуктивність – 1400 л/год

Контрольне питання. Яка частота обертання барабана сепаратора?



a



б

Рис. 2.17. Шестерневий насос: *a* – принцип дії; *б* – схема дії: 1 – корпус; 2 і 5 – шестерні; 3 – порожнина нагнітання; 4 – напірний трубопровід; 6 – живильний бак; 7 – всмоктувальний трубопровід; 8 – порожнина всмоктування; 9 – радіальні зазори

Напір – до 10 бар (і більше).

Продуктивність – до 50 м³/год. (і більше).

Кількість зубців шестерні – 8...20.

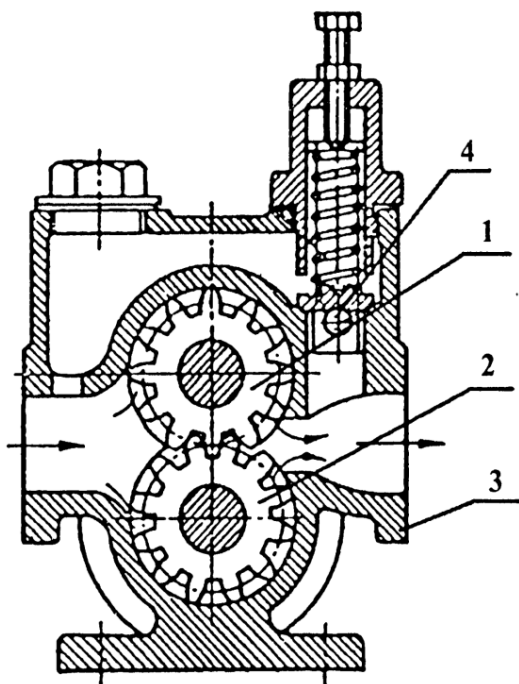


Рис. 2.18. Конструктивна схема шестерневого насоса:

1 – ведучий вал, ведуча шестерня;

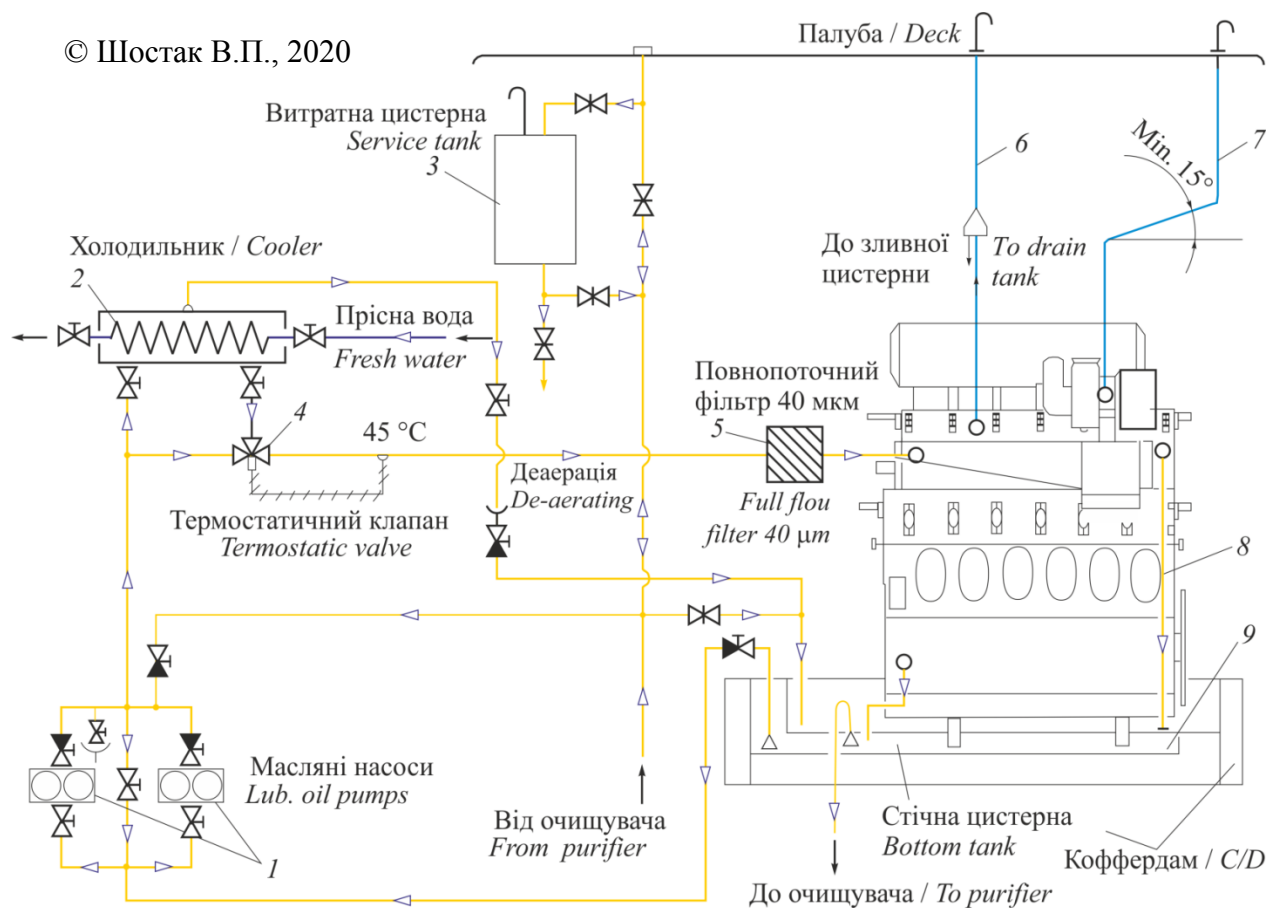
2 – ведений вал, ведена шестерня;

3 – корпус; 4 – запобіжний клапан

Контрольне питання. Яке призначення запобіжного клапана?

2.5. Масляні системи

Завдання. Назвати речовини, що рухаються всередині труб.



(Система змащувального й охолоджувального масла / Lubricating and cooling oil system)

Рис. 2.19. Спрощена схема системи циркуляційного масла МОД

Контрольне питання №1. Яка відносна кількість масла відбирається для неперервного очищення і в чому полягає це очищення?

Контрольне питання №2. До якої системи водяного охолодження відноситься система, зображена на рис. 2.19 – до традиційної, чи до центральної?

Завдання. Описати стисло принцип дії масляного холодильника, вказавши температурний рівень теплообмінних речовин та їх тиск. “[20] Ключові слова”

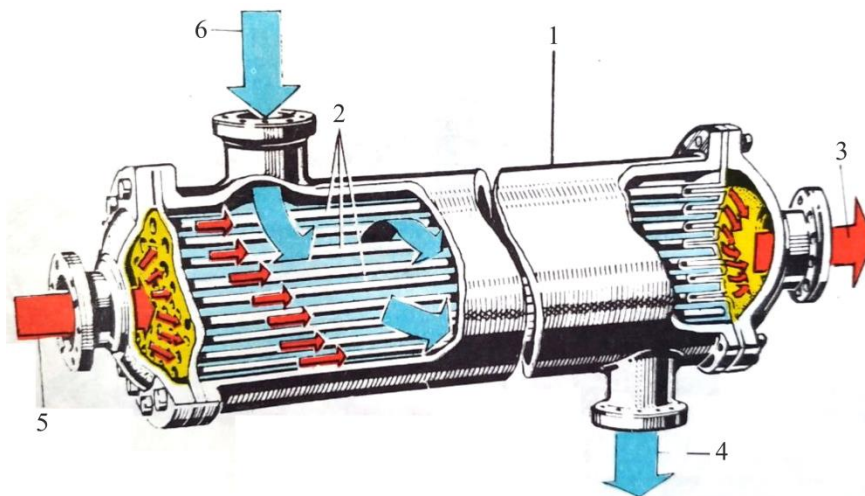
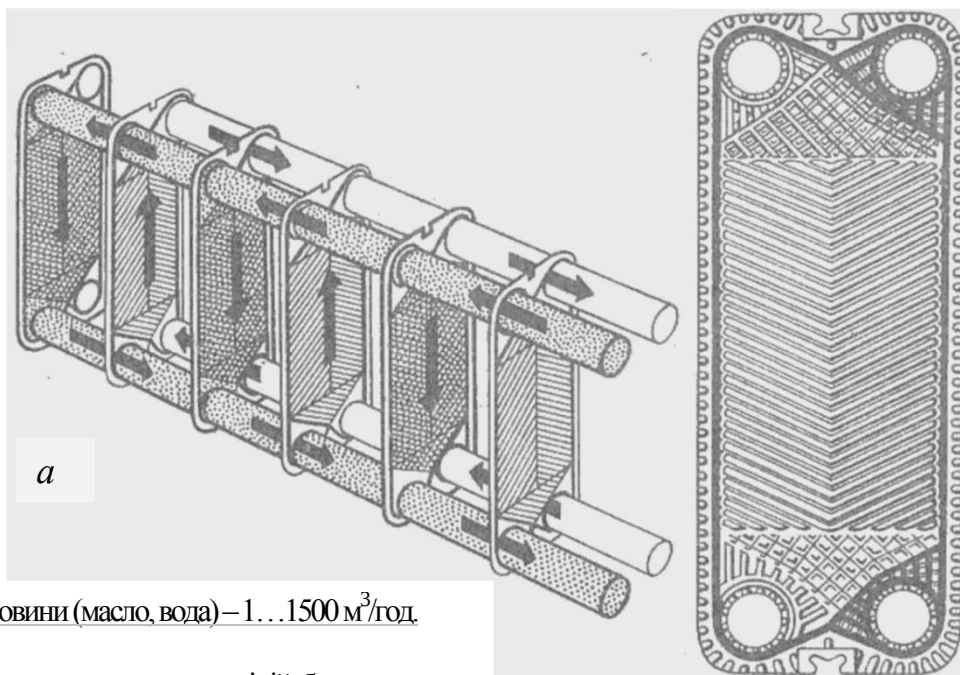


Рис. 2.20. Будова та принцип дії кожухотрубного масляного холодильника: 1 – корпус; 2 – труби; 3 – вихід масла; 4 – вихід охолоджувальної води; 5 – вхід масла; 6 – вхід охолоджувальної води



Витрата охолоджувальної речовини (масло, вода) – $1 \dots 1500 \text{ м}^3/\text{год}$.

Робочий тиск – до 14 бар.

Матеріал пластини – нержавіюча сталь, титан, алюміній, бронза.

Рис. 2.21. Схема роботи пластинчатого холодильника фірми «Альфа-Лаваль» (а) і форма теплопередавальної пластини (б)

Контрольне питання. Чому пластинчаті теплообмінники все частіше застосовуються на судах?

Системи очищення стічного масла з сальників поршневих штоків
 Системи очистки сточного масла с сальников поршневых штоков
 Cleaning systems, stuffing box drain oil

Завдання. Описати стисло принцип роботи системи очищення стічного масла з сальників поршневих штоків. [7]

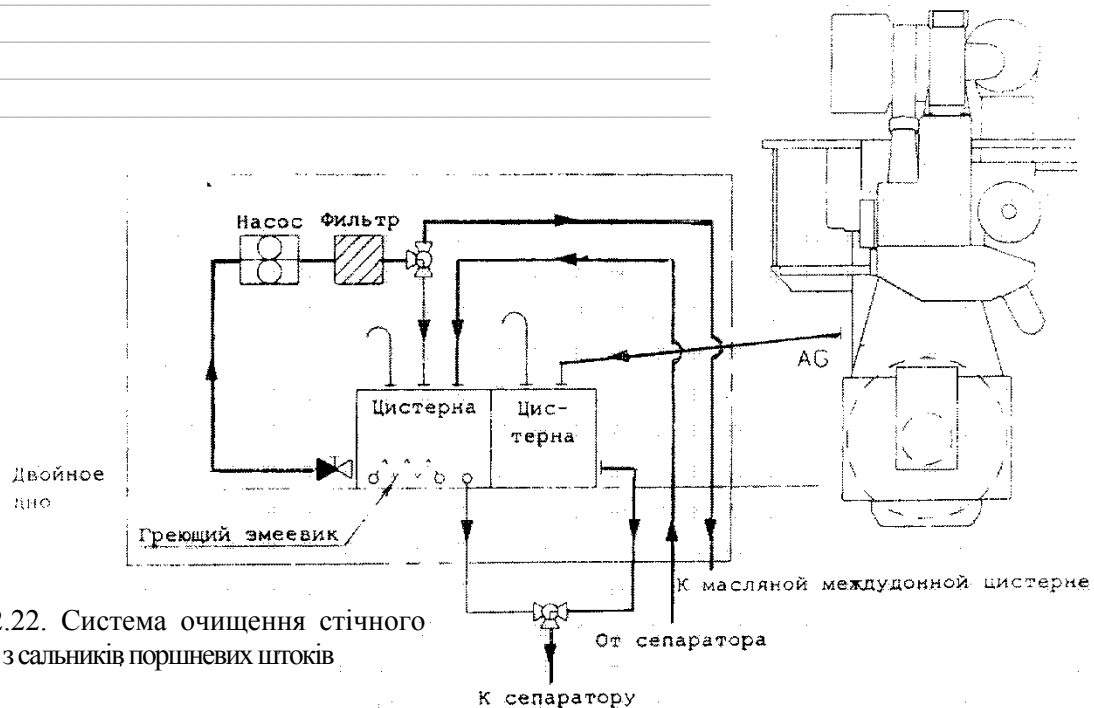
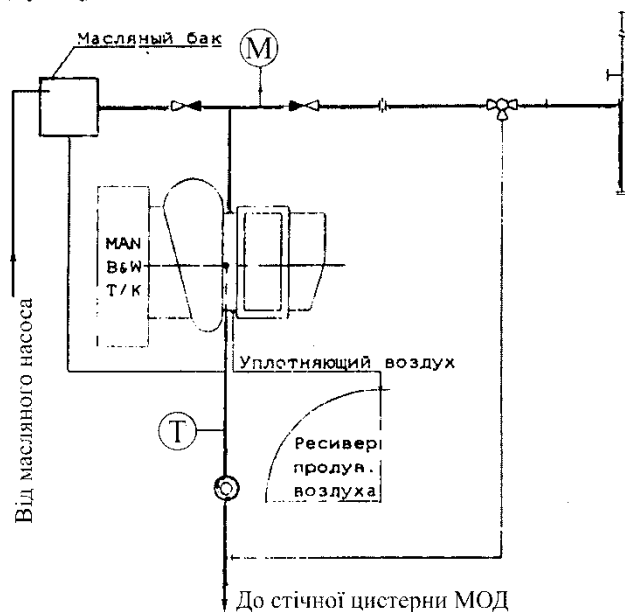


Рис. 2.22. Система очищення стічного масла з сальників поршневих штоків

Для двигунів, що працюють на важкому паливі, важливо, щоб масло, що зливається з сальників поршневих штоків, не потрапляло безпосередньо в циркуляційне масло, оскільки масло в сальникових штоках змішане зі шламом з підпоршневих порожнин продувного ресивера.

Тому необхідно очищати масло, що зливається, перед тим як повернути його в систему мастильного й охолоджувального масла.



(Буквенные символы смотри "Перечень фланцев".
 Номера'позиций смотри "Перечень приборов".)

Рис. 2.23. Масляні трубопроводи,
 Турбокомпрессор MAN B&W типу NA.../S

Контрольне питання. Для чого слугує масляний бак?

[7]

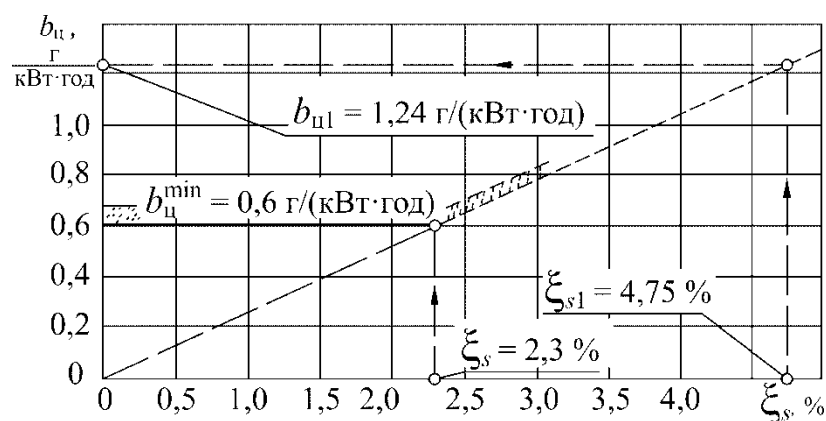
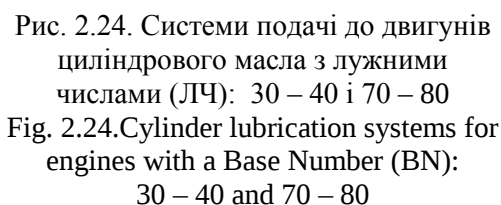


Рис. 2.25. Питома витрата циліндрового масла для МОД в залежності від вмісту сірки у важкому паливі

$$b_{\text{ц}} = 0,26\xi_s, \text{ г/(кВт}\cdot\text{год)}; \quad B = 10^{-5} \cdot 26\xi_s N_e^{\text{H}}, \text{ кг/год},$$

де N_e^{H} – в кВт; ξ_s – %.

Контрольне питання. Чому при $\xi_s \leq 2,3$ % питома витрата циліндрового масла залишається незмінною?

2.6. Системи прісної та забортної води

Завдання. Перелічити елементи центральної системи охолодження, які відрізняють її від традиційної.

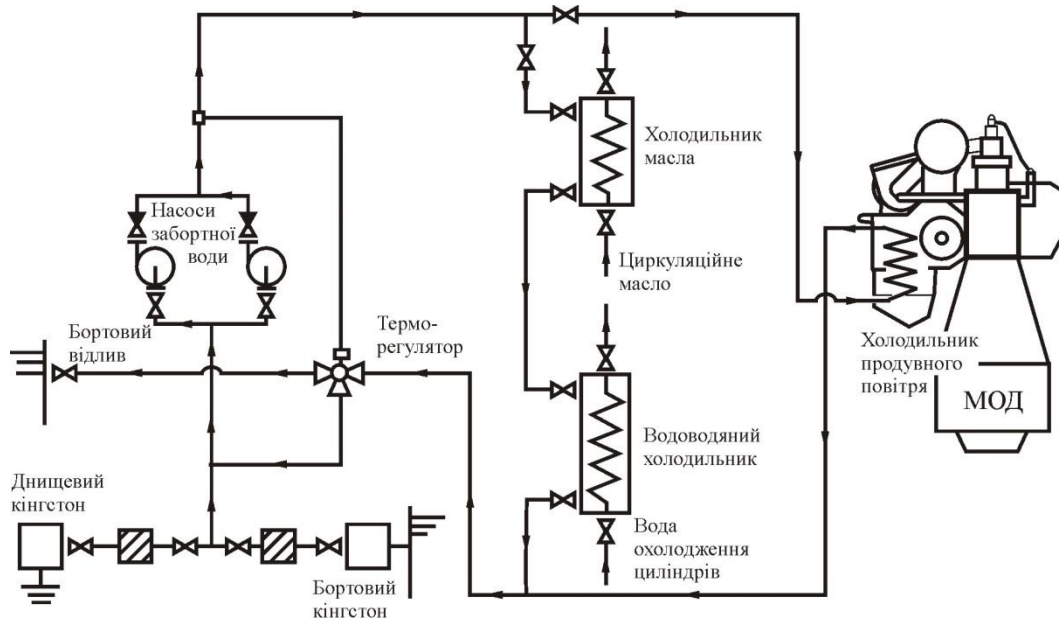


Рис. 2.26. Спрощена схема традиційної системи охолодження для МОД

Контрольне питання. Що обумовлює наявність двох кінгстонів – бортового та днищевих?

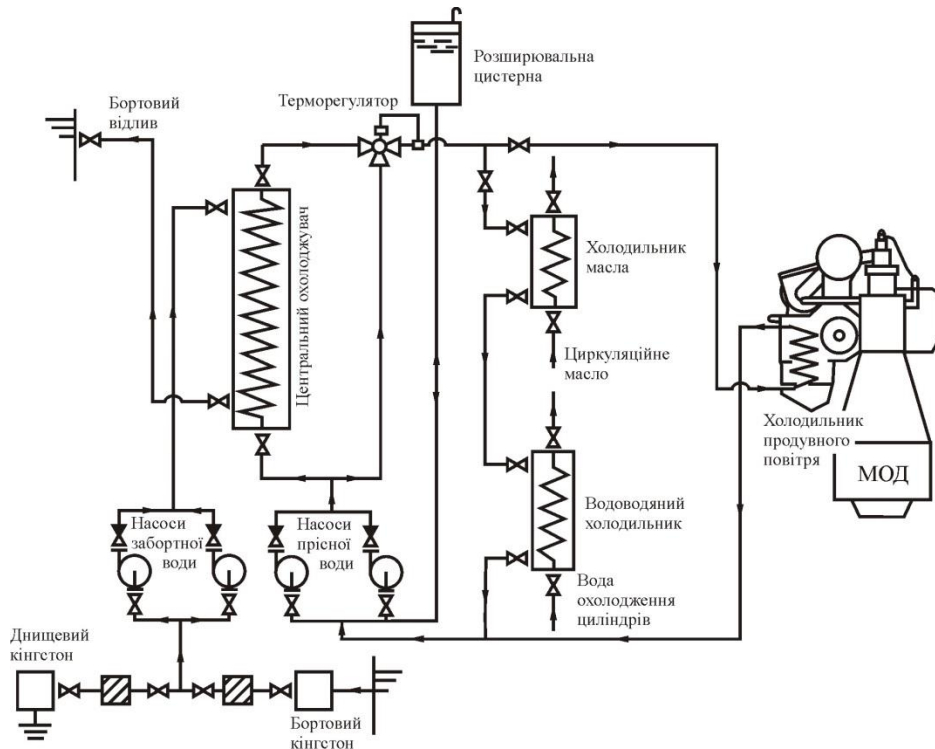
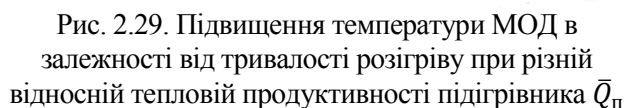
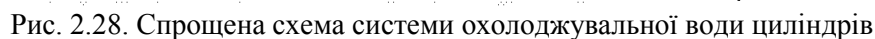
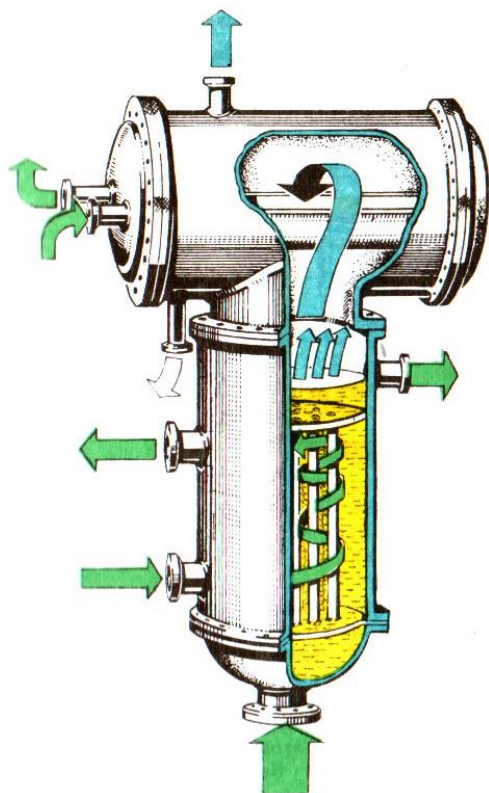


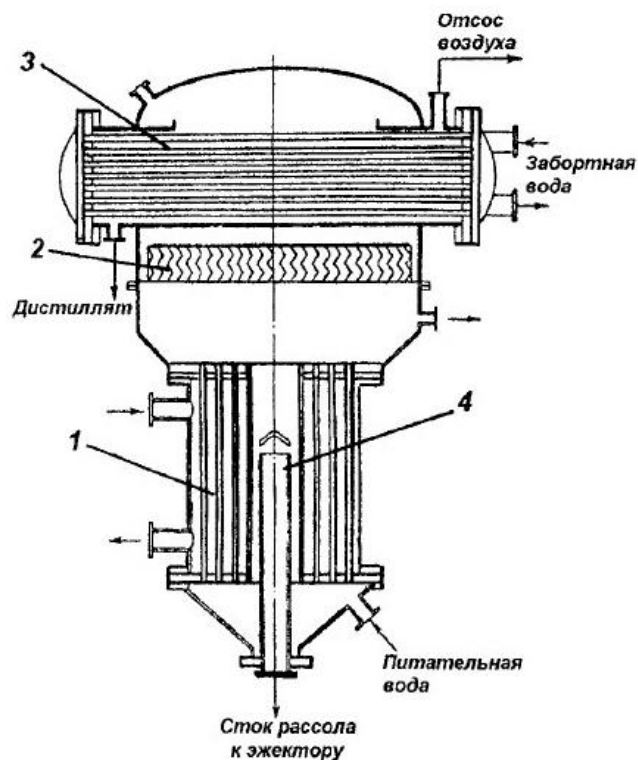
Рис. 2.27. Спрощена схема центральної системи охолодження для МОД



Контрольне питання. За яких умов не підігрівають МОД перед запуском? _____



а



б

Рис. 2.31. Водоопрісник:

а – принцип дії; б – конструктивна схема; 1 – мельхіорові труби; 2 – жалюзійний сепаратор; 3 – двоходовий прямотрубний конденсатор; 4 – зливна труба

Показники режиму роботи

1. Температура випаровування – $36...40^{\circ}\text{C}$.
2. Тиск пари – $\sim 0,07$ бара.
3. Температура нагрівальної води – $\sim 80^{\circ}\text{C}$.
4. Зниження температури нагрівальної води – $5...15^{\circ}\text{C}$.
5. Підігрів води у конденсаторі – $4...8^{\circ}\text{C}$.

Контрольне питання №1. Чи залежить тиск всередині водоопрісника від температури заборотної води, яка поступає до конденсатора? (Пояснити розгорнуто).

Контрольне питання №2. Звідки береться повітря, яке відсмоктується з конденсатора?

Завдання. Описати стисло принцип роботи відцентрового насоса. “[20] Ключові слова”

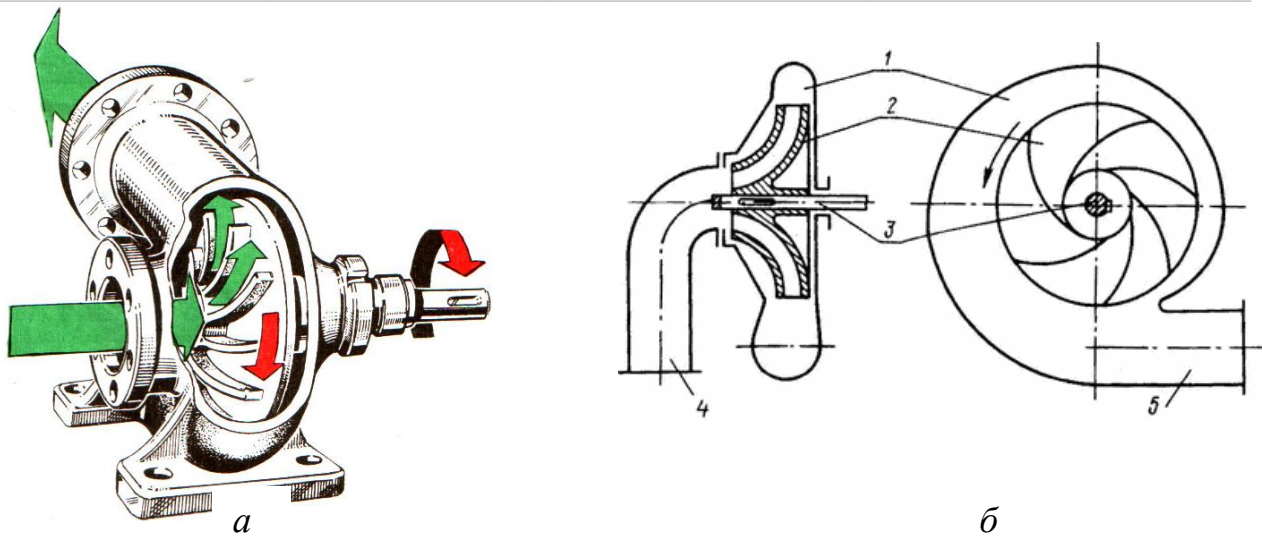


Рис. 2.32. Відцентрові насоси:
а – принцип дії; б – конструктивна схема: 1 – корпус; 2 – робоче колесо; 3 – вал;
4 – всмоктувальний патрубок; 5 – нагнітальний патрубок

Коефіцієнт корисної дії – 60...85 %.

Тиск – 0,2...0,6 МПа.

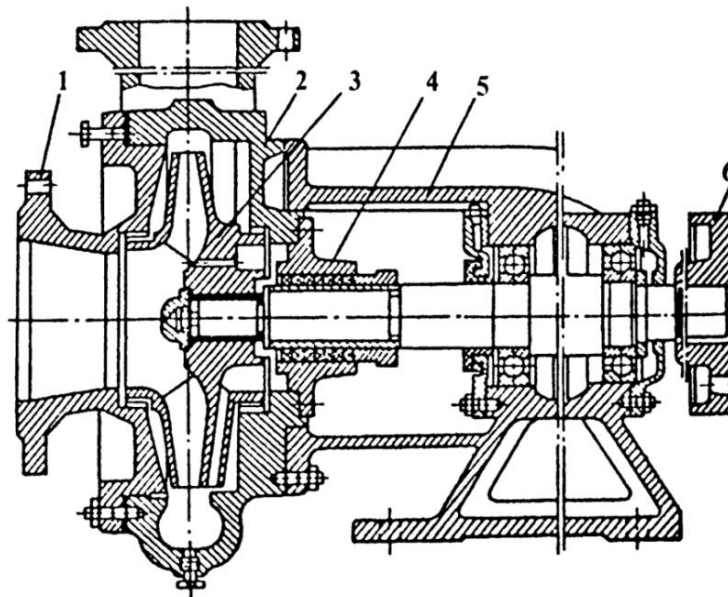


Рис. 2.33. Переріз відцентрового горизонтального несамоувсмоктувального насоса:
1 – вхідний фланець; 2 – корпус; 3 – робоче колесо; 4 – вузол ущільнення; 5 – опорна стійка; 6 – муфта

Контрольне питання. Де саме в насосі можуть мати місце кавітаційні явища?

2.7. Валогенератори, їх змащення й охолодження

Завдання. Вказати мету застосування на судах валогенераторів (ВГ). [7]

Компанія MDT

L42MC Проектное руководство

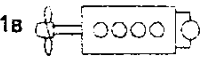
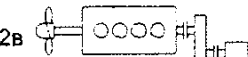
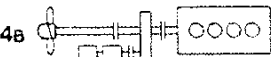
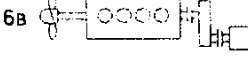
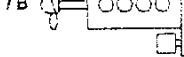
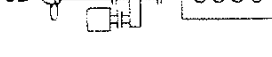
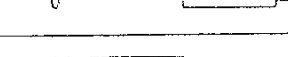
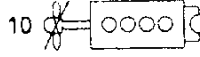
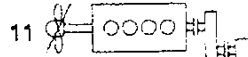
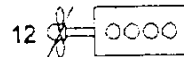
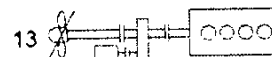
	Вариант расположения генератора	Конструкция	Установка	Общий к.п.д.
PTO/RCF	1a  1в 	BWII/RCF	На дизеле (вертикальный генератор)	88-92
	2a  2в 	BWII/RCF	На двойном дне	88-92
	3a  3в 	BWIII/RCF	На дизеле	88-92
	4a  4в 	BWIV/RCF	На двойном дне	88-92
PTO/CFE	5a  5в 	BWII/CFE	На дизеле (вертикальный генератор)	81-85
	6a  6в 	BWII/CFE	На двойном дне	81-85
	7a  7в 	BWIII/CFE	На дизеле	81-85
	8a  8в 	BWIV/CFE	На двойном дне	81-84
	9a  9в 	DMG/CFE	На дизеле	84-88
PTO/GCR	10 	BWII/GCR	На дизеле (вертикальный генератор)	92
	11 	BWII/GCR	На двойном дне (горизонтальный генератор)	92
	12 	BWIII/GCR	На дизеле	92
	13 	BWIV/GCR	На двойном дне	92

Рис. 2.34. Типи відборів «потужності» (PTO) від колінчастого вала МОД

Валогенератор встановлюється з метою _____

Завдання. Перелічити, які елементи ВГ потребують змащення й охолодження.

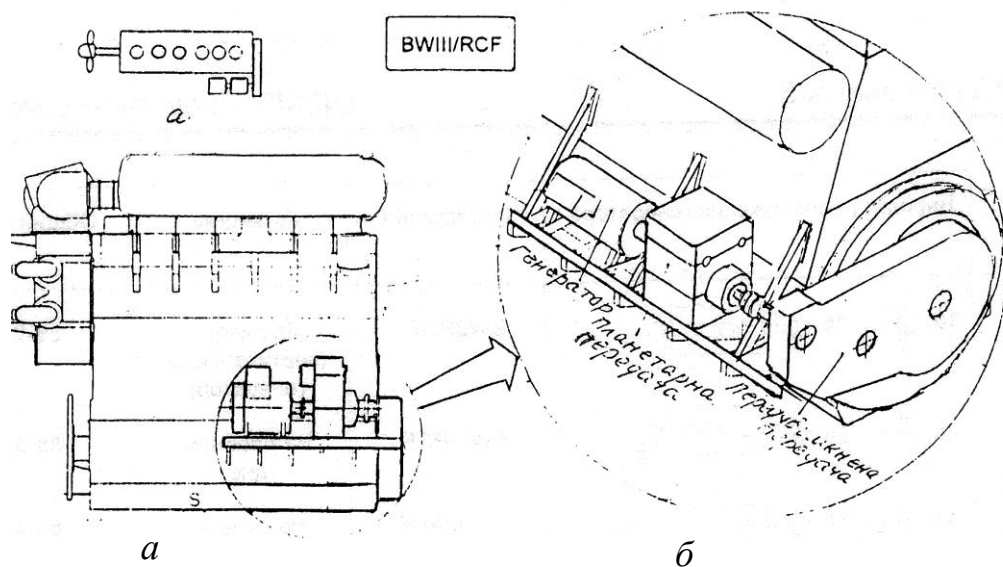


Рис. 2.35. Принципова конструктивна схема (а) та розміщення (б) валогенератора з мультиплікатором на фундаментній рамі й картері МОД (конструкція BWIII / RCF)

Контрольне питання. Яку роль відіграє муфта 2?

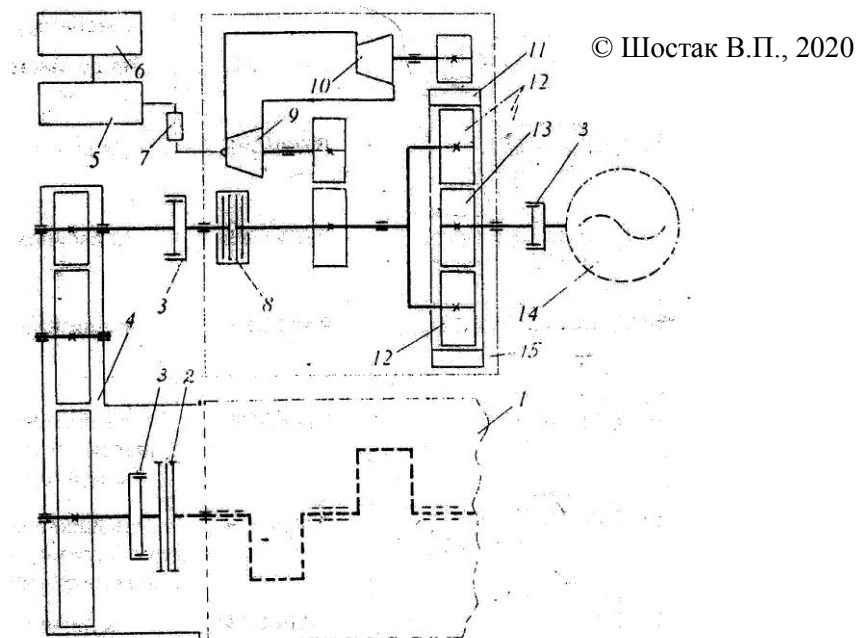


Рис. 2.36. Кінематична схема мультиплікатора зі сталою вихідною частотою обертання:

1 – фундамента рама з колінчастим валом МОД; 2 – еластична демпфіруюча муфта; 3 – зубчаста муфта; 4 – підвищувальна передувімкнена передача; 5 – гідростатична система регулювання; 6 – пульт управління на ГРЦ; 7 – сервопривід; 8 – багатодискова роз'єднувальна муфта; 9 – насос змінної продуктивності; 10 – гідромотор; 11 – епіцикл (корончата шестерня); 12 – планетарні шестерні; 13 – сонячна шестерня вихідного вала; 14 – валогенератор; 15 – планетарна підвищувальна передача

Завдання. Вказати діапазон номінальної частоти обертання, призначений МОД компанії MDT, та частоту обертання суднового генератора електричного струму частотою 50 і 60 Гц. [7]

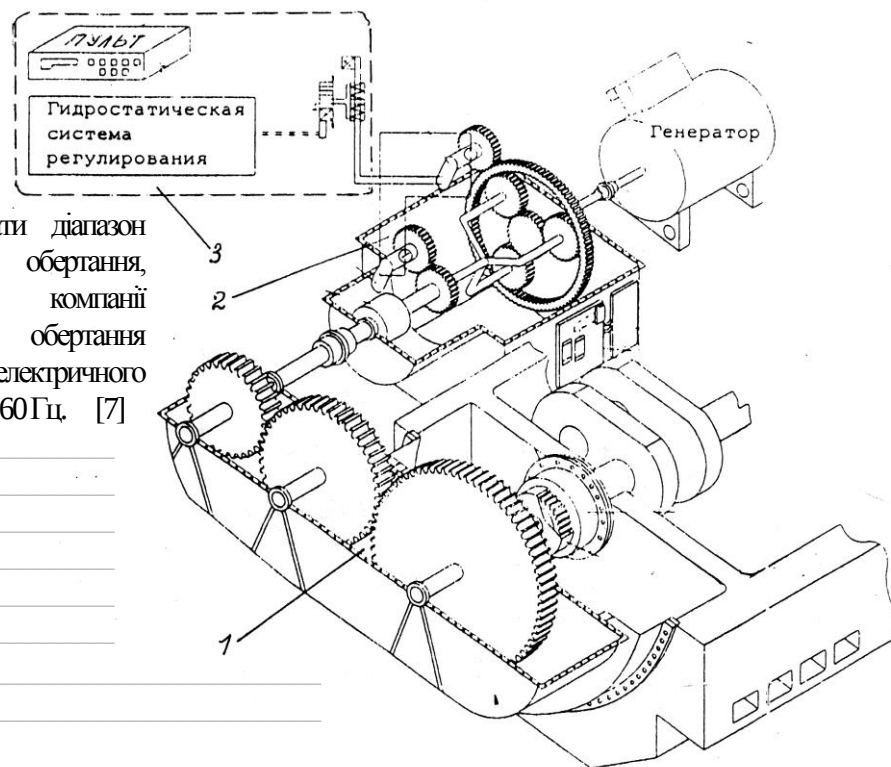
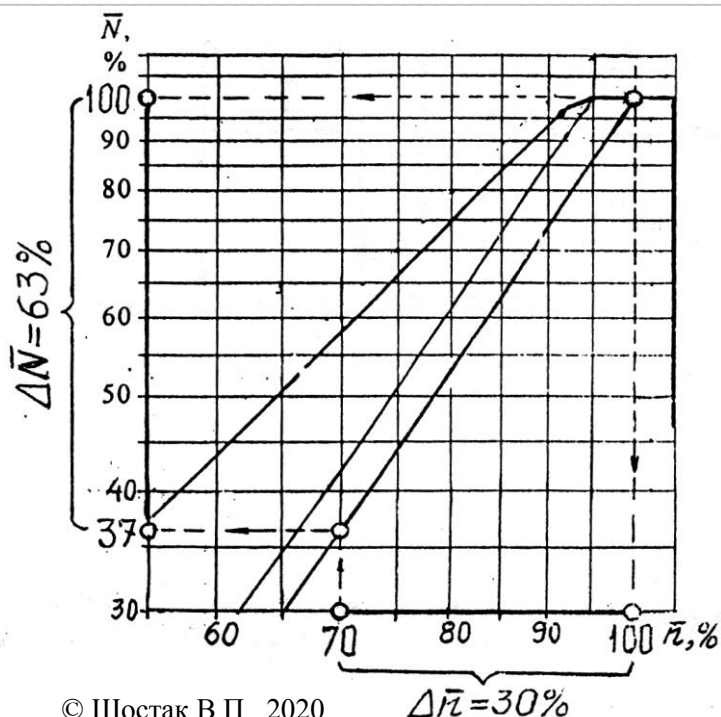


Рис. 2.37. Валогенератор з підвищувальною передачею-мультиплікатором (PTO/RCF):
1 – передувімкнена передача; 2 – планетарна передача; 3 – блок управління



© Шостак В.П., 2020

Рис. 2.38. До питання діапазону навантаження МОД, в якому працює валогенератор:

1 – нормальна гвинтова характеристика (ГХ) МОД; 2 – штормова ГХ МОД; 3 – навантажувальна діаграма. [19]

Мультиплікатори німецької фірми Renk, конструктивна схема яких зображена на рис. 2.37, забезпечують сталу частоту обертання генератора у діапазоні частоти обертання колінчастого вала МОД від 70 до 100 %.

Контрольне питання №1. Яке передавальне число підвищувальної передачі?

Контрольне питання №2. На яких ходових режимах роботи судна (малий, середній чи повний хід) може працювати ВГ?

ВГ може працювати

Завдання. Назвати доповнення в системі охолодження в разі застосування ВГ.

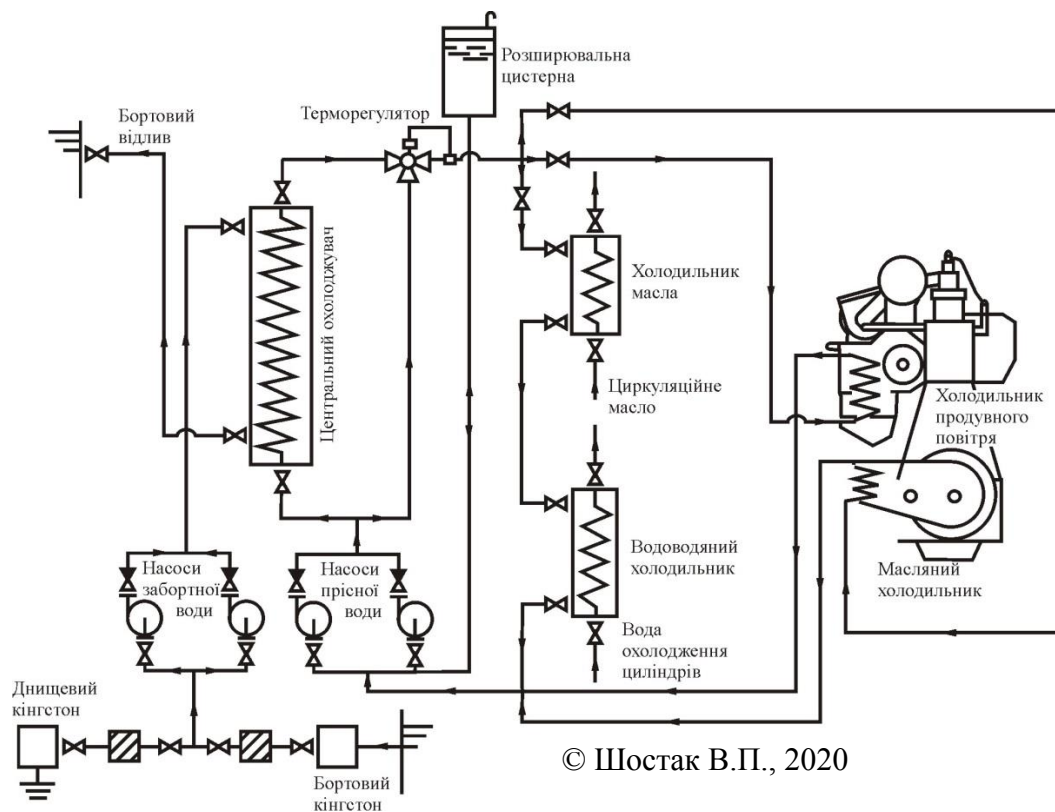


Рис. 2.39. Спрощена схема центральної системи водяного охолодження для МОД з валогенератором

Контрольне питання. Як замінити масло в планетарній передачі?

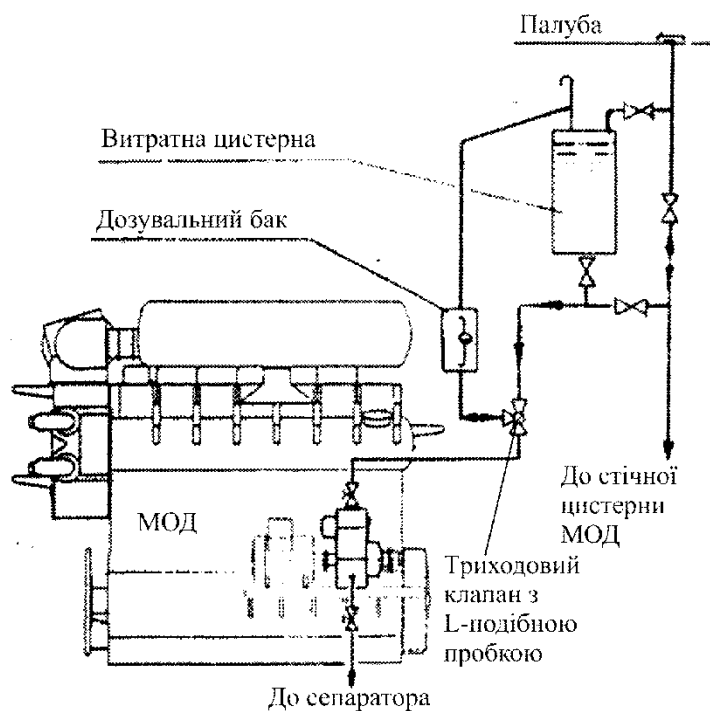


Рис. 2.40. Спрощена схема масляної системи планетарної передачі валогенератора

2.8. Системи газовипуску

Завдання. На «пустих» строчках написати назви українською та вказати температуру газів перед УК (у залежності від навантаження ГД і району плавання судна). [7]

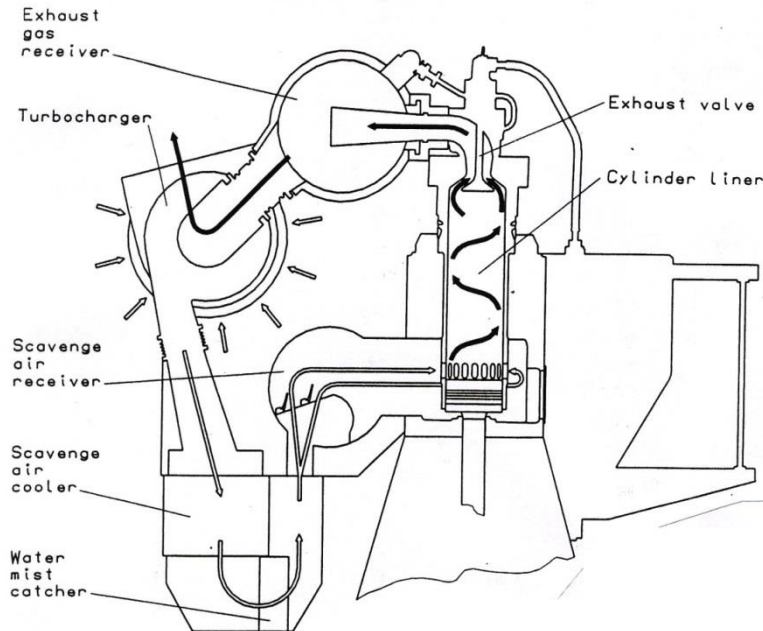


Рис. 2.41. Система відхідних

Fig. 2.41. Exhaust gas system on engine

Відхідні гази – це продукти згорання вуглеводнів у повітрі.

Вони складаються із азоту – 76 % N_2 , кисню – 13 % O_2 , води – 5,4 % H_2O , вуглекислого газу – 2,5 % CO_2 (що становить близько 97 %) та оксидів азоту й сірки (~3 %).

В оксидах азоту NO_x міститься 94 % монооксиду NO , 5 % діоксиду NO_2 і 1 % звеселяючого газу N_2O .

Контрольне питання. Для чого застосовуються «exhaust gas compensator»?

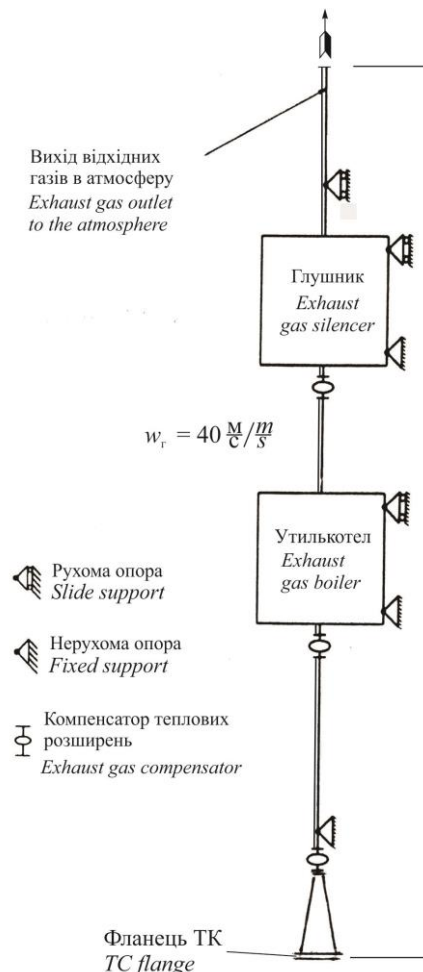


Fig. 2.42. Exhaust gas system, more than one turbocharger
Рис. 2.42.

Завдання. Написати українською десять ключових слів стосовно тексту на цій сторінці.

Газовыпускная система за турбокомпрессором

При спецификационной МДМ (М) полное противодействие в газовойпускной системе за турбокомпрессором – определяемое статическим давлением, замеренным в трубопроводе за турбокомпрессором – не должно превышать 350 мм вод. ст. (0 035 бар).

Для того, чтобы иметь запас противодействия для окончательной системы, рекомендуется в проектной стадии использовать первоначальную цифру ок.300 мм вод. ст. (0.030 бар).

Для внешних соединений газовойпускных труб рекомендуемая максимальная скорость выпускных газов составляет 50 м/с при спецификационной МДМ (М).

Действительное противодействие в газовойпускной системе при МДМ зависит от скорости газов, т.е. оно пропорционально квадрату скорости выпускных газов и, соответственно, диаметру труб в 4-й степени. Нормальной практикой является иметь скорость выпускных газов за утилизационным котлом порядка 35-40 м/с.

Пока полное противодействие газовойпускной системы, включая потери давления на всех трубах и узлах, отвечает вышеприведенным требованиям, потери давления на каждом элементе могут выбираться произвольно.

Общие конструктивные подходы по каждому элементу, описываемые ниже, могут быть использованы для ориентировки в начальной стадии проектирования.

Компенсатор расширения трубопровода

При выборе компенсатора для соединения турбокомпрессора с газовойпускной трубой, необходимо учитывать, наряду с прочими обстоятельствами, влияние двигателя на тепловое расширение при прогреве от холодного состояния до рабочей температуры.

В то же время, необходимо обеспечивать, чтобы усилие компенсатора ни при каких обстоятельствах не воздействовало на газовойпускной фланец ТК.

Утилизационный котел (УК)

При спецификационной МДМ рекомендуемый перепад давления газа на утилькотле нормально 150 мм вод. ст..

Такая потеря давления зависит от общей потери давления в остальной системе, как отмечено выше. Поэтому, если не устанавливается глушитель выпускных газов/искрогаситель, приемлемая потеря давления на УК может быть несколько выше, нежели максимально 150 мм вод. ст., тогда как в случае установки глушителя/искрогасителя может оказаться необходимым уменьшить максимальную потерю давления (на УК).

Необходимо отметить, что вышеприведенная потеря давления на утилькотле включает также потери во входной и выходной газовых полостях.

Глушитель шума выпускных газов и/или искрогаситель

Типовые уровни шума газовойпускной системы дизеля в октавных полосах звукового давления, замеренные на расстоянии в 1 м от среза выпускной трубы показаны на рис.

Для каждого удвоения расстояния уровень шума будет уменьшаться примерно на 6 ДБ (закон дальнего поля).

В случае если глушитель выпускных газов будет необходим – это зависит от действительных требований к уровню шума на крыльях мостика, обычно предписывающих максимальное ограничение 60-70 ДБ (А) – рекомендуется глушитель простой схемы абсорбционного типа. В зависимости от изготовителя, такой тип глушителя нормально имеет потерю давления порядка 10-30 мм вод. ст. при спецификационной МДМ.

Рекомендуется, чтобы общая потеря давления на глушителе и/или искрогасителе не допускалась выше 100 мм вод. ст. при спецификационной МДМ – в зависимости, конечно, от потерь давления в остальной части системы.

Вышеупомянутые потери давления на глушителе и/или искрогасителе должны включать и потери давлений в переходных камерах на входе и выходе.

Контрольне питання. Які заходи проводяться протягом експлуатації судна, що запобігають суттєвому росту перепаду тиску газів на УК?

2.9. Системи пускового і керуючого повітря

Завдання №1. Дописати назву рис. 2.43., пояснивши обладнання 3 і 4. [7]

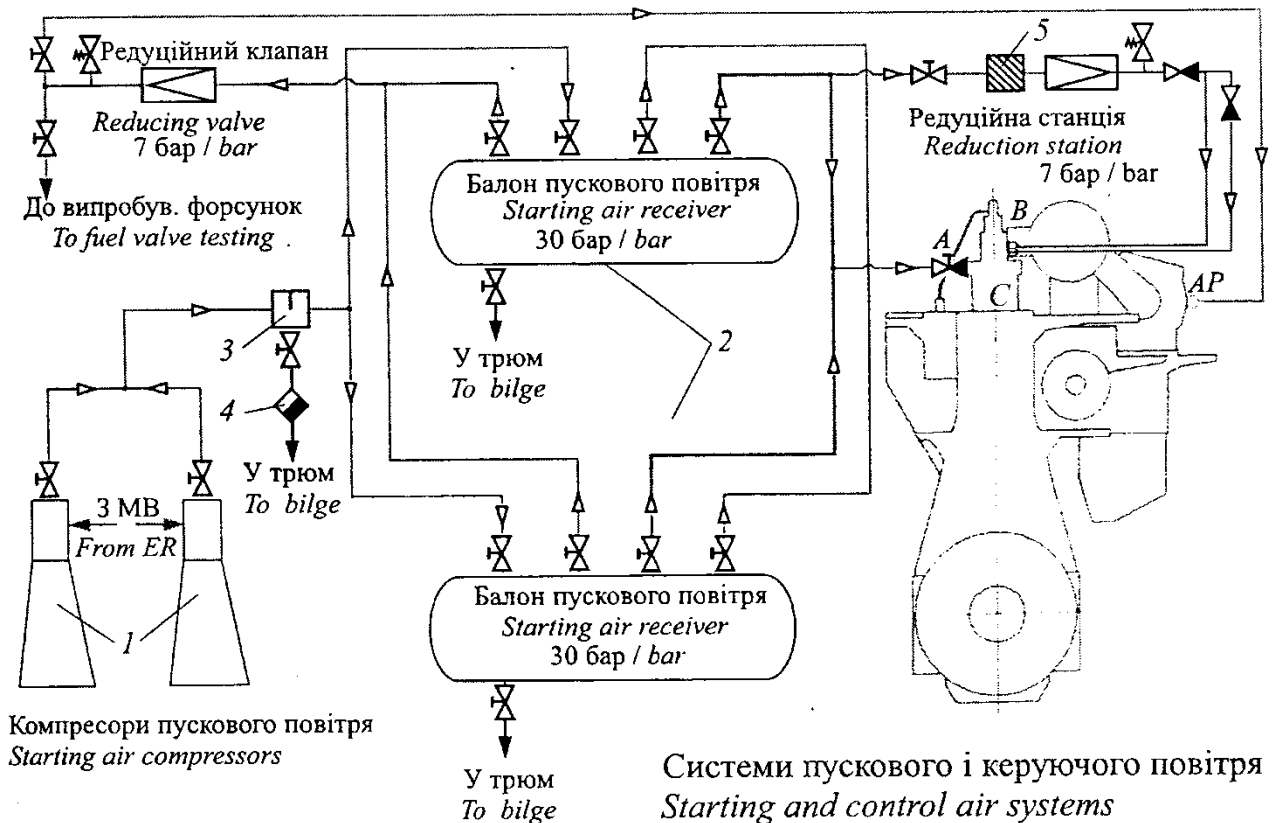


Рис. 2.43. Схема

5 – фільтр, 100 мкм.

Пусковой воздух давлением 30 бар подается компрессорами пускового воздуха (001) на рис. 2.43 к баллонам пускового воздуха (002) и от них к главному двигателю на вход «А». Через редукционную станцию (003) сжатый воздух давлением 7 бар подается к двигателю в качестве:

- Управляющего воздуха для системы управления и для пневмомеханизмов выпускных клапанов через «В».
- Воздуха защиты для аварийной остановки через «С».

- Через редукционный клапан (004) к «АР» на очистку турбокомпрессора (мягкая очистка), и в небольшом объеме используется для стенда испытаний форсунок.

Расход воздуха в качестве управляющего воздуха, воздуха системы защиты, на очистку турбокомпрессора, уплотняющего воздух для выпускных клапанов и для стенда испытания форсунок, а также пуска вспомогательных двигателей учтен в характеристиках пусковых баллонов и компрессоров в «Перечне характеристик».

Завдання №2. Написати українською п'ять ключових слів стосовно російськомовного тексту.

Контрольне питання. З якою метою до складу системи (рис. 2.43) входить саме два компресори та два балони?

Трубопроводы стиснутого повітря МОД

Завдання №1. На «пустих» строчках написати характерний текст українською. [7]

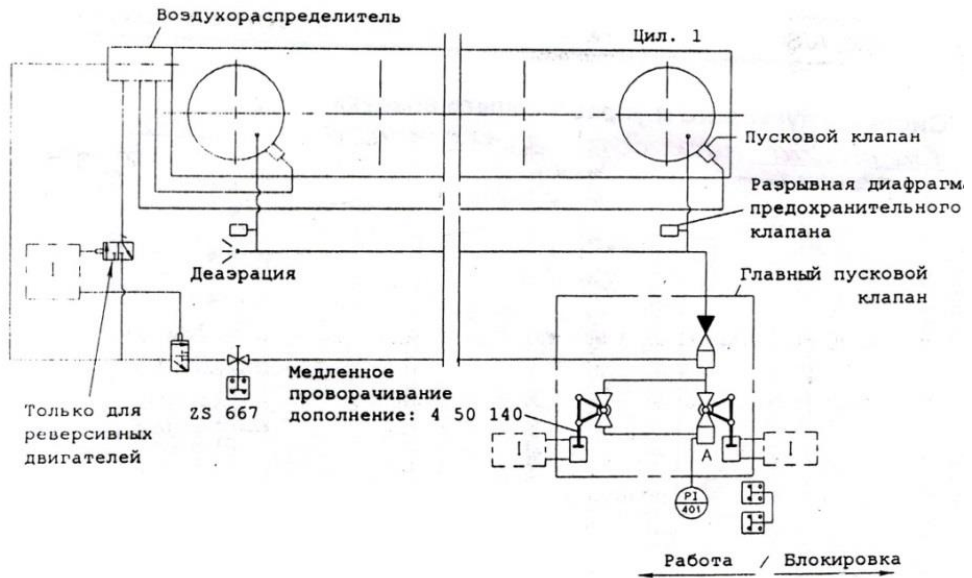


Рис.2 44.1. Трубопроводы пускового повітря

Трубопроводы пускового воздуха, рис. 2.44.1 содержат главный пусковой клапан (шаровой клапан с приводом), невозвратный клапан, воздухораспределитель и пусковые клапаны цилиндров.

Главный пусковой клапан встроен в систему управления, которая обеспечивает пуск двигателя.

Медленное проворачивание двигателя перед пуском является дополнением и рекомендовано MAN B&W Diesel.

Воздухораспределитель пускового воздуха регулирует подвод управляющего воздуха к пусковым клапанам в соответствии с порядком вспышек.

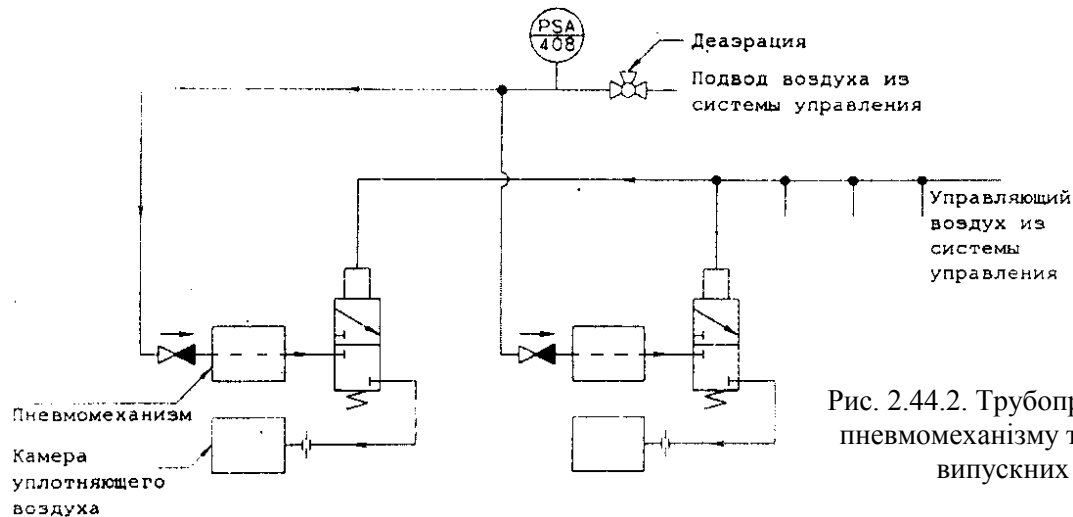


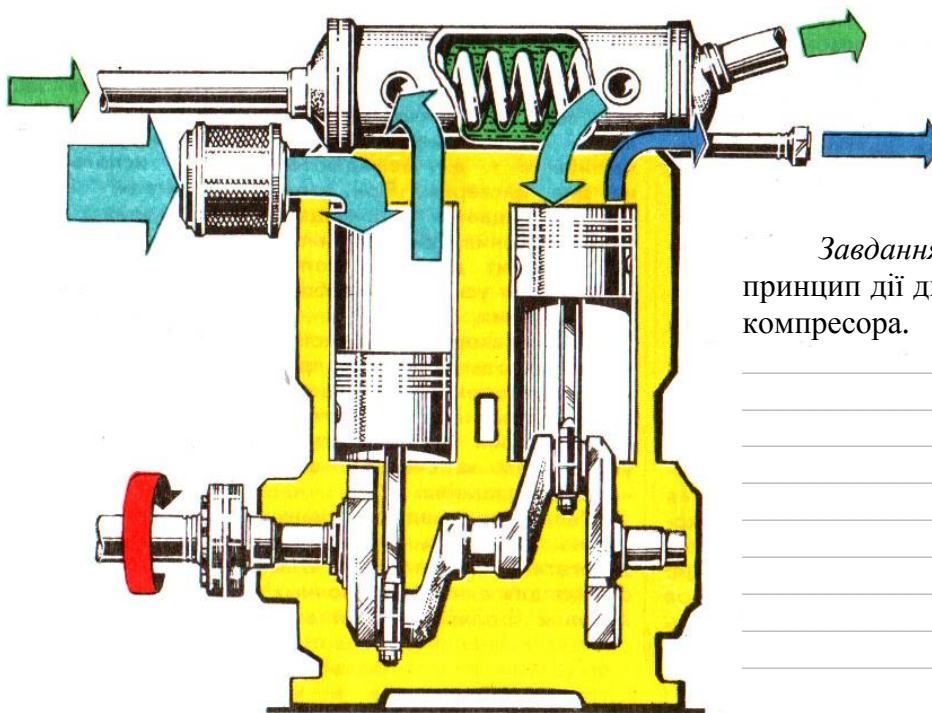
Рис. 2.44.2. Трубопроводы повітря до пневмомеханізму та на ущільнення випускних клапанів

Выпускной клапан открывается гидравлически, а закрытие осуществляется под действием пневмомеханизма ("воздушной пружины"), не препятствующего вращению шпинделя клапана. Сжатый воздух подводится из системы управляющего воздуха.

Уплотняющий воздух для шпинделей выпускных клапанов подводится от системы управления и задействуется давлением воздуха системы управления, см. рис. 2.44.2.

Завдання №2. Написати українською шість ключових слів стосовно російськомовного тексту.

Для заповнення балонів повітрям ($p = 30$ бар) використовуються двоступеневі поршневі електрокомпресори, конструктивна «схема» якого зображена на рис. 2.45.



Завдання. Описати стисло принцип дії двоступеневого повітряного компресора. “[20] Ключові слова”

Рис. 2.45. Будова та принцип дії двоступеневого повітряного компресора:
1 – вхід охолоджувальної води; 2 – вихід охолоджувальної води;
3 – засмоктуване повітря; 4 – стиснене повітря



Рис. 2.46. Загальний вигляд двоступеневих компресорів з електродвигунами (блок на одній рамі)

Контрольне питання. Який з компресорів (рис. 2.46) являється основним, а який резервним?

2.10. Технологічні системи для МОД

Паливна економічність МОД відчутно залежить від температури продувного повітря – повітря на вході в циліндр: чим вона нижча, тим менше питома витрата палива. [7] Температура повітря залежить не тільки від температури охолоджувальної води, а й від ефективності роботи холодильника стисненого в ТК повітря. Тому холодильник періодично очищають, промиваючи його теплообмінну поверхню зі сторони повітря водою, яка являє собою розчин хімічних реактивів у прісній воді. Для цього передбачається технологічна (спеціальна) **система очищення холодильника наддувного повітря (ХНП)**.

Завдання. Стисло описати принцип роботи системи очищення ХНП.

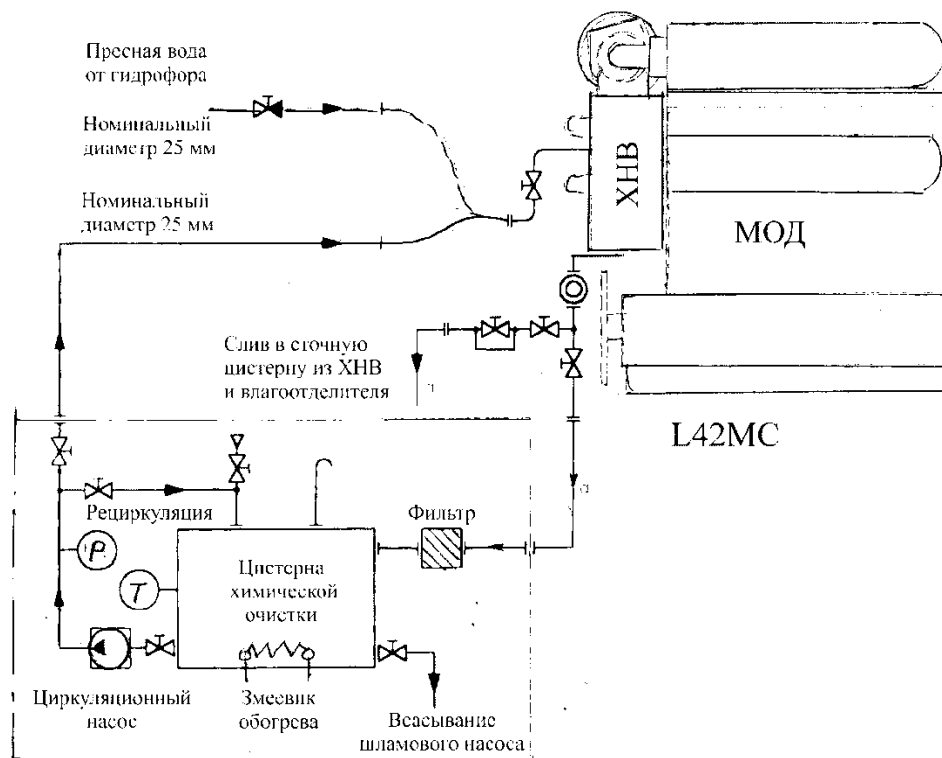


Рис. 2.47. Система очищення холодильника наддувного повітря (ХНВ)

Моющая вода должна удовлетворять химическим требованиям, предусмотренным заводом-изготовителем МОД, при следующих характеристиках:

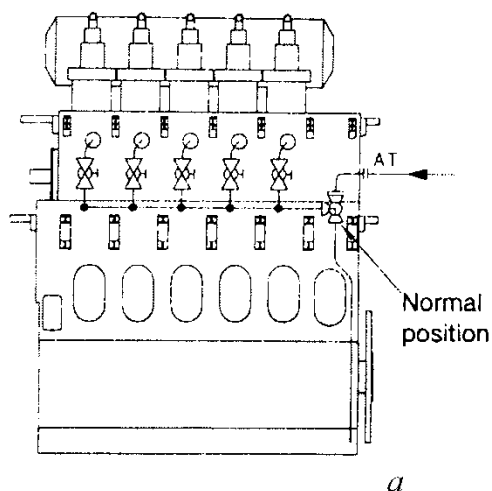
Количество цилиндров (для L42MC)	4–9 цил.	10–12 цил.
Емкость химической цистерны	0,3 м ³	0,6 м ³
Производительность циркуляционного насоса при 3 бар	1 м ³ /ч	2 м ³ /ч
Номинальный диаметр труб	25 мм	50 мм

Контрольне питання №1. Який тип циркуляційного насоса застосовується в системах очищення ХНП?

Контрольне питання №2. Якою водою поповнюється гідрофор у рейсі?

При порушенні газорозподілу можлива поява полум'я у ресивері продувного повітря. Тому застосовуються **протипожежні системи**: водяні та вуглекислотна, схеми яких зображені на рис. 2.48. [7]

Завдання. На «пустих» строчках написати 10 ключових слів.



Стандарт: Паротушение
Standard: Steam extinguishing

Steam pressure: 3-10 bar
Steam approx.: 3.2 kg/cyl

Дополнение: Тушение водным душем

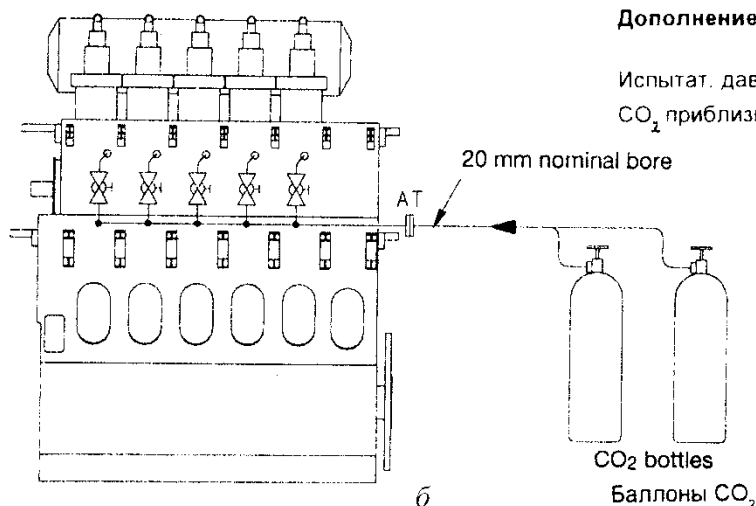
Давление пресной воды мин 3.5 бар
Расход пресной воды приблизит.: 1,2 кг/цил.

Option: Water mist extinguishing

Freshwater pressure: min. 3.5 bar
Freshwater approx.: 2.6 kg/cyl.

Для запобігання поширення полум'я на сусідні циліндри, кульовий клапан сусіднього(их) циліндра(ів) повинен бути відкритий при виникненні пожежі на одному з циліндрів.

Повинні бути встановлені, принаймні, два балони, балони поставляються верф'ю. У більшості випадків одного балона достатньо для гасіння пожежі на трьох циліндрах, але потрібні два або більше балонів для гасіння пожежі на всіх циліндрах.



Дополнение: Углекислотное тушение

Испытат. давление CO₂: 150 бар
CO₂ приблизительно: 6,5 кг/цил.

Option: CO₂ extinguishing

CO₂ test pressure: 150 bar
CO₂ approx.: 6.5 kg/cyl.

Рис. 2.48. Системи гасіння пожежі в порожнинах ресивера продувного повітря:
а – парогасіння; б – вуглекислотного гасіння

Контрольне питання. З якою метою, крім парогасіння, передбачається дублювання вуглекислотним гасінням і гасінням водяним душем?

2.11. Системи для МОД і система «пар-конденсат»

Завдання. Дописати (на с. 78) принцип роботи систем.

© Шостак В.П., 2020

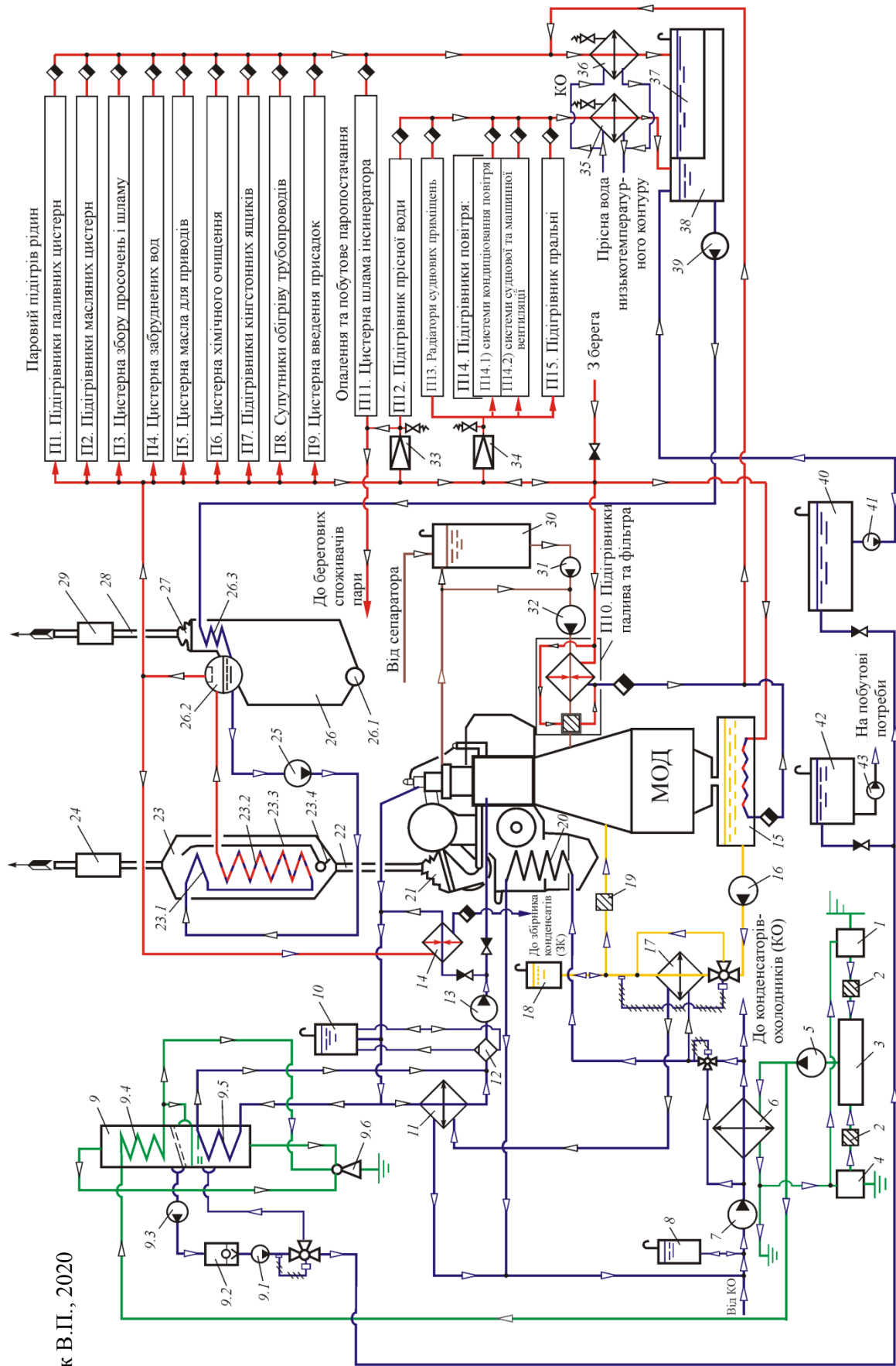


Рис. 2.49. Головний двигун (МОД) і спрощені схеми систем, що забезпечують його роботу

На рис. 2.49 зображена принципова схема допоміжних систем з основним і утилізаційним обладнанням, характерним для СЕУ з двигунами компанії MDT, з центральною системою водяного охолодження і з системою "пар – конденсат". На ній позначено:

1 – бортовий кінгстонний ящик; 2 – фільтр заборотної води; 3 – кінгстоннорозподільний канал; 4 – днищевий кінгстонний ящик; 5 – насос заборотної води; 6 – центральний холодильник; 7 – насос води центрального охолодження; 8 – розширювальна цистерна центрального охолодження; 9 – водопріснювальна установка: 9.1 – дистильатний насос; 9.2 – бустерна ємність; 9.3 – вакуумний дистильатний насос; 9.4 – конденсатор; 9.5 – підігрівник ВОУ; 9.6 – ежектор; 10 – розширювальна цистерна води охолодження циліндрів; 11 – холодильник води циліндрів; 12 – деаератор; 13 – насос води охолодження циліндрів; 14 – підігрівник води охолодження циліндрів; 15 – стічна масляна цистерна; 16 – насос циркуляційного масла; 17 – холодильник циркуляційного масла; 18 – витратна масляна цистерна; 19 – масляний фільтр; 20 – холодильник наддувного повітря; 21 – компенсатор газохода МОД; 22 – газохід МОД; 23 – утилізаційний котел (УК): 23.1 – економайзер; 23.2 – випарник; 23.3 – обвідний газовий канал; 23.4 – газова заслінка; 24 – іскрогасник-глушник; 25 – циркуляційний насос УК; 26 – допоміжний котел (ДК): 26.1 – водяний колектор; 26.2 – паровий колектор ДК – сепаратор пари УК; 26.3 – економайзер; 27 – компенсатор газохода ДК; 28 – газохід ДК; 29 – іскрогасник ДК; 30 – витратна паливна цистерна; 31 – паливопідкачувальний насос; 32 – паливний циркуляційний насос; 33 – редуктор пари до 0,5 МПа; 34 – редуктор пари до 0,4 МПа; 35 – конденсатор-охолодник чистих конденсатів; 36 – конденсатор-охолодник забруднених конденсатів; 37 – контрольна цистерна; 38 – збірник конденсатів; 39 – живильний насос; 40 – цистерна запасу котлової води; 41 – насос котлової води; 42 – цистерна дистилату; 43 – насос побутової води.

Забортна вода через фільтр 2 надходить до насоса заборотної води 5. Більша її частина йде на охолодження прісної води центрального охолодження, решта – до конденсатора ВОУ (в разі її роботи). Більша частина підігрітої заборотної води відводиться за борт, менша – на поповнення випарника 9.5 ВОУ. Розсіл із випарника висмоктується вакуумним пристроєм 9.6 і видаляється за борт. Також цим пристроєм висмоктується повітря з конденсатора 9.4; тим самим підтримується необхідний вакуум у ВОУ.

Відсепароване та частково підігріте паливо надходить до витратної паливної цистерни 30, яка знаходиться під атмосферним тиском. З неї воно забирається паливопідкачувальним насосом 31, подається на всмоктування

До ТК через компенсатор теплових розширень 21 приєднується газохід, через який відхідні гази поступають до утилізаційного котла (УК) 24. Тут вони спочатку проходять через трубний пучок (або змійовик) випарника 23.2, потім через

економайзер 23.1. За УК встановлено іскрогасник-глушник 24, з якого гази через прикінцеву частину газоходу відводяться назовні. Із випарника пароводяна суміш надходить до сепаратора 26.2, в нижню частину якого також подається живильна вода. Звідси вода з температурою, зазвичай нижчою температури насичення, забирається циркуляційним насосом 25 і подається до економайзера, а від нього до випарника. Пара із сепаратора, більша її частина, йде до чисельних споживачів теплової енергії з температурою $\sim 165^{\circ}\text{C}$ на підігрів рідин, зокрема, як показано на схемі, до паливопідігрівника та фільтра П10, де, конденсуючись, віддає теплоту паливу для МОД. Крім того, значно менша частина пари дроселюється до тиску $\sim 4,5$ бара в пристроях 33 і 34, завдяки чому знижується її температура до $\sim 145^{\circ}\text{C}$, далі йде на опалення та побутове паропостачання, а інколи на стоянці судна – до берегових споживачів. При необхідності, частіше всього на стоянці, пара від допоміжного котла 26 подається до витратної паливної цистерни 30. В споживачах водяна пара конденсується, і

через конденсатівідвідники вода йде до збірників конденсатів 35 та 36. Втрати прісної води від випару та просочень компенсуються опрісненою водою із цистерни 40 за допомогою насоса котлової води 4.

Забортна вода через фільтр 2 надходить до насоса забортної води 5. Більша її частина йде на охолодження прісної води центрального охолодження, решта – до конденсатора ВОУ (в разі її роботи). Більша частина підігрітої забортної води відводиться за борт, менша

– на поповнення випарника 9,5 ВОУ. Розсіл із випарника висмоктується вакуумним пристроєм 9.6 і видається за борт. Також цим пристроєм висмоктується повітря з конденсатора 9.4; тим самим підтримується необхідний вакуум у ВОУ.

Відсепароване та частково підігріте паливо надходить до витратної паливної цистерни 30, яка знаходиться під атмосферним тиском. З неї воно забирається паливопідкачувальним насосом 31, подається на всмоктування.

3. СИСТЕМИ ЗІ СПЕЦИФІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ СДУ

3.1. Методи й засоби зменшення оксидів сірки та азоту у відхідних газах МОД.....	80
3.2. Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів СДУ.....	95

3.1. Методи й засоби зменшення оксидів сірки та азоту у відхідних газах МОД

3.1.1. Фізико-хімічні процеси утворення та нейтралізації оксидів сірки й азоту (стосовно МОД)	81
3.1.2. Системи очищення відхідних газів від оксидів сірки	84
3.1.3. Системи рециркуляції частини відхідних газів.....	88
3.1.4. Системи селективного каталітичного відновлення азоту	91

Абревіатури (підрозд. 3.1)

CBV	–	клапан байпасу
CRS	–	common rail systems / електронно-керована акумуляторна система подачі палива
EEDI	–	energy efficiency design index / індекс енергоефективності
EGR	–	exhaust gas recirculating / рециркуляція відхідних газів
EGR valve	–	клапан перепуску відпрацьованих газів
FW	–	fresh water / прісна вода
IMO	–	International maritime organization / Міжнародна морська організація
IC	–	international convention / МК – міжнародна конвенція
NECA	–	NO _x emission control areas / оксиди азоту в зонах контролю
PS	–	pre-scruber / передскрубєр
SCR	–	selective catalytic reduction / селективне каталітичне відновлення
SECA	–	SO _x emission control areas / оксиди сірки в районах контролю
SW	–	sea water / забортна вода
TC	–	turbocharger / турбокомпресор
WTS	–	система очищення вологи

3.1. Методи й засоби зменшення оксидів сірки та азоту у відхідних газах МОД

Проблема екологічної безпеки стає пріоритетною для провідних виробників, і цей напрямок починає займати *головне* положення в основних напрямках розвитку сучасного суднового двигунобудування. Постійне підвищення вимог екологічних стандартів примушує виробників двигунів забезпечувати ці вимоги, не дивлячись на наявні втрати в паливній економічності та збільшення вартості, розмірів і ваги агрегатів.

Вимоги Міжнародної конвенції MARPOL щодо NO_x

Міжнародним стандартом для суднових дизелів є Додаток VI до Міжнародної конвенції MARPOL, який встановлює граничну норму викидів NO_x (димність і викиди твердих частинок і вуглеводнів не регламентовані). На даний момент, хоча літературні дані дещо суперечливі, можна вважати керівними наступні норми:

рівень викидів NO _x	Tier I	Tier II (з 2011 р.)	Tier III (з 2016 р.)
гранична норма ISO, г/(кВт·год)	17	14,4	3,4

Викиди оксидів азоту, в г/(кВт·год), двигуном розраховуються як середньозважена величина за наступним рівнянням:

$$\xi_{\text{NO}_x} = 0,05\xi_{25} + 0,11\xi_{50} + 0,55\xi_{75} + 0,29\xi_{100},$$

де індекси «25», «50», «75» і «100» вказують навантаження двигуна, при якому визначається питома кількість NO_x.

Вимоги МК MARPOL стосуються країн (держав, які ратифікували цю конвенцію (Організація ІМО – авторитетна й впливова стосовно торговельного флоту).

The most important trend in modern diesel engine construction is reduction of harmful emissions into air as a result of diesel oil products combustion.

These IMO's requirements are based on Annex VI, MARPOL Convention concerning NO_x emission, which entered into force in May 2005.

Важнейшей тенденцией развития современного дизелестроения является сокращение вредных выбросов в атмосферу в продуктах сгорания дизельных топлив.

Требования ИМО (Технический кодекс по выбросам окислов азота). Эти требования основаны на Приложении VI Конвенции MARPOL, касающемся выбросов окислов азота, которое вступило в силу в мае 2005 года.

Ключові слова стосовно підрозд. 3.1: двигун внутрішнього згоряння, екологічна безпека, двопорційне впорскування палива, відпрацьовані гази, рециркуляція відпрацьованих газів, селективне каталітичне відновлення азоту, _____

Завдання. Доповнити список ключових слів.

Контрольне питання. Який зв'язок між Міжнародною морською організацією (ІМО) і МК MARPOL?

3.1.1. Фізико-хімічні процеси утворення та нейтралізації оксидів сірки й азоту

Вважається, що при температурах, більших за 1700 °С, азот і кисень повітря розпадаються на нітроген і кисень.

Завдання. Дописати назву рис. 3.1.

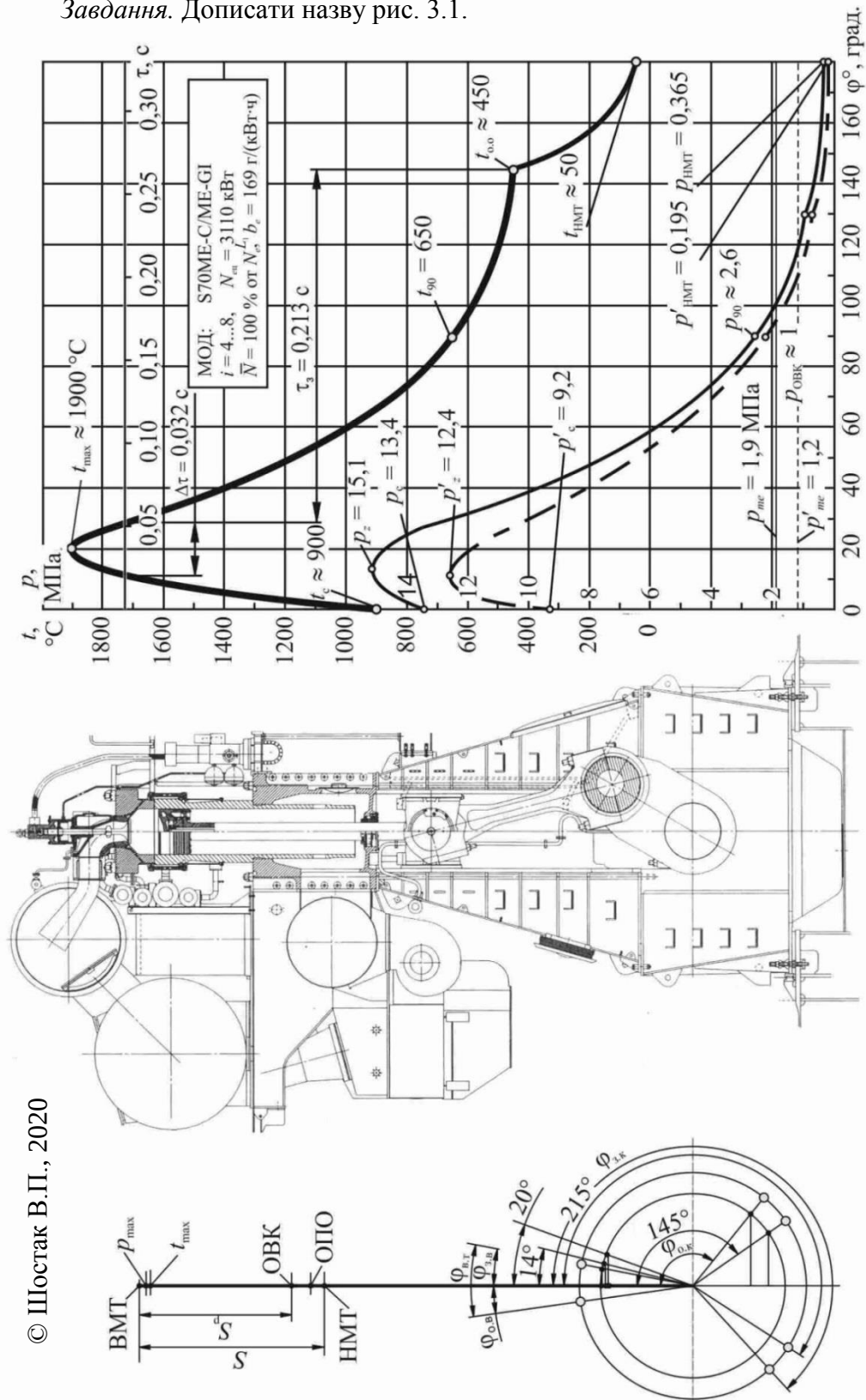


Рис. 3.1. Температура t і тиск p

Контрольне питання. У якому двигуні – малообертовому чи середньообертовому – утворюється більше оксидів азоту і чому?

Потоки енергії (e) та речовини на вході і виході МОД

Завдання. Викласти стисло суть утворення аміаку із сечовини та відновлення азоту.

© Шостак В.П., 2020

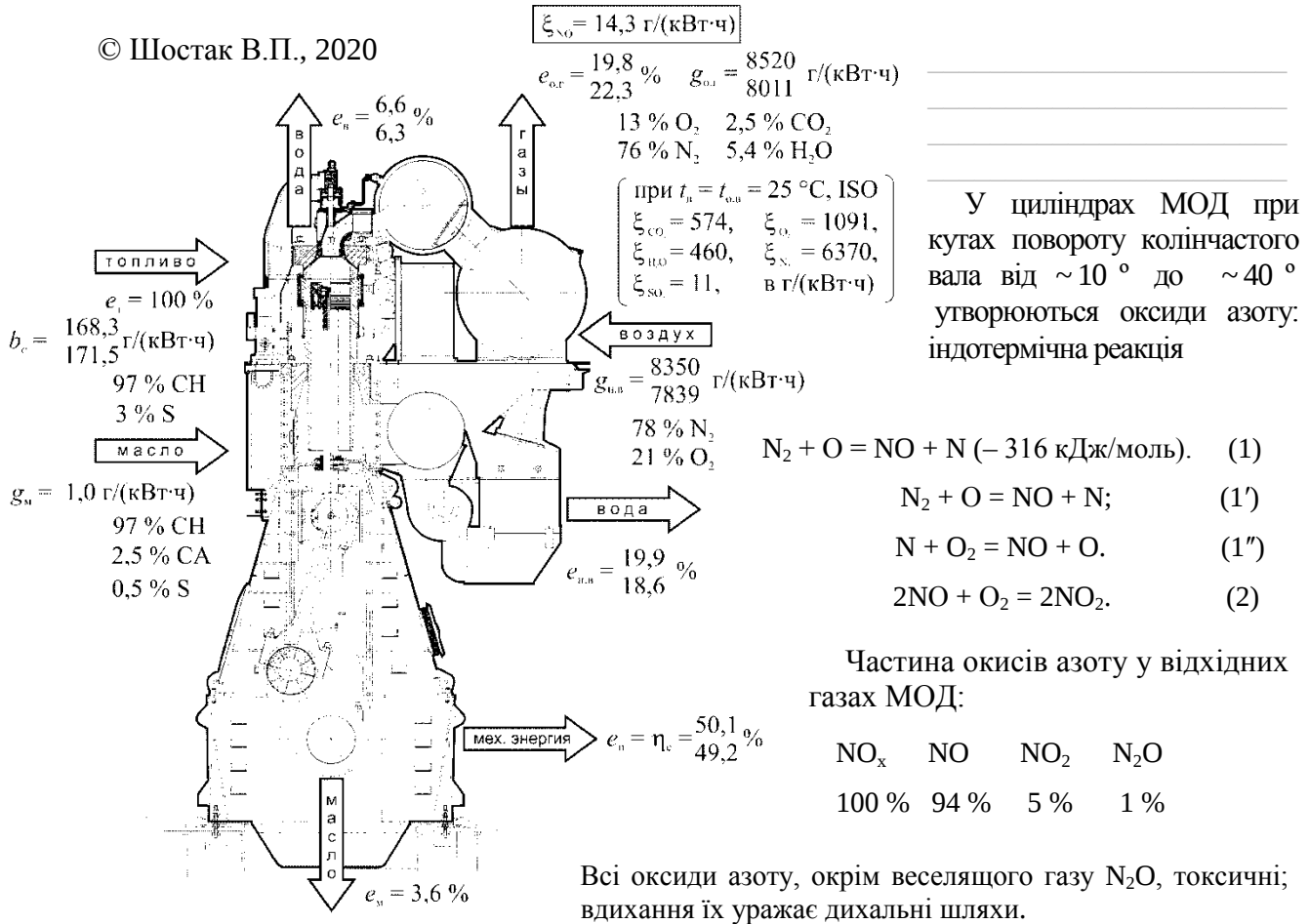
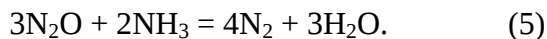
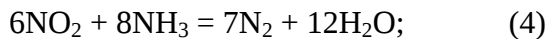
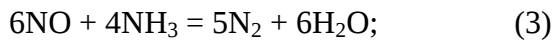


Рис. 3.2. Малообертовий двигун сімейства МЕ та параметри його матеріальних і зовнішніх енергетичних потоків при $\bar{N} = 100 \%$

Вилучити наявність оксидів азоту в відхідних газах двигуна можна шляхом відновних реакцій за допомогою, наприклад, аміаку NH₃, в результаті яких виходить азот і вода:



Аміак для цих цілей можна отримати з сечовини CO(NH₂)₂, вприснувши її водний розчин в потік газів, які відходять від двигуна, коли їх температура становить $\sim 400^\circ \text{C}$, тобто перед ТК, з виділенням оксиду вуглецю IV – діоксиду CO₂ (вуглекислого газу) відповідно до рівняння



Контрольне питання. Яким чином можна зменшити вміст оксидів сірки у відхідних газах МОД?

Завдання №1. Стисло описати протікання реакцій відновлення азоту у відхідних газах МОД. “[20] Ключові слова”

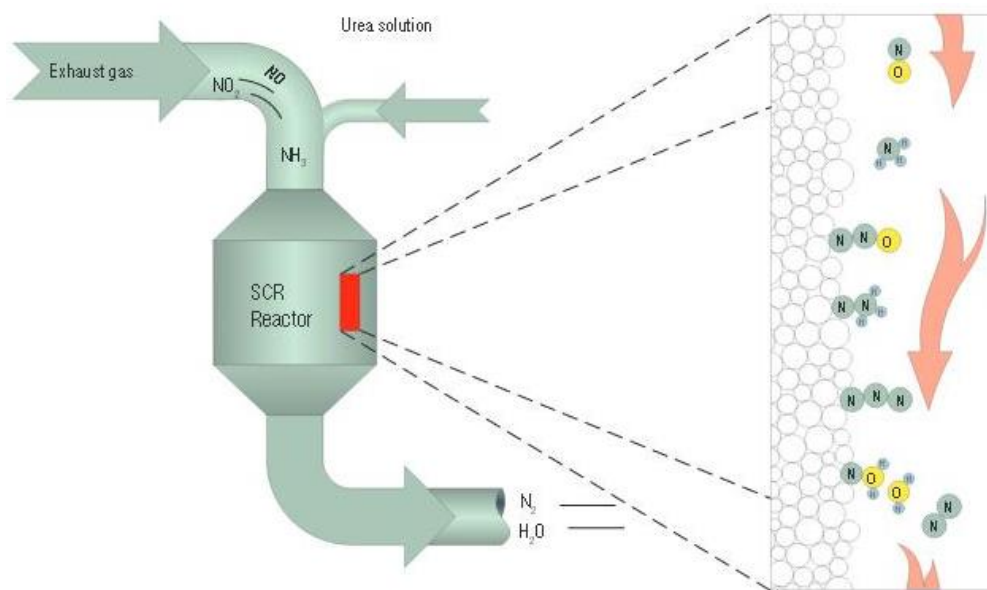
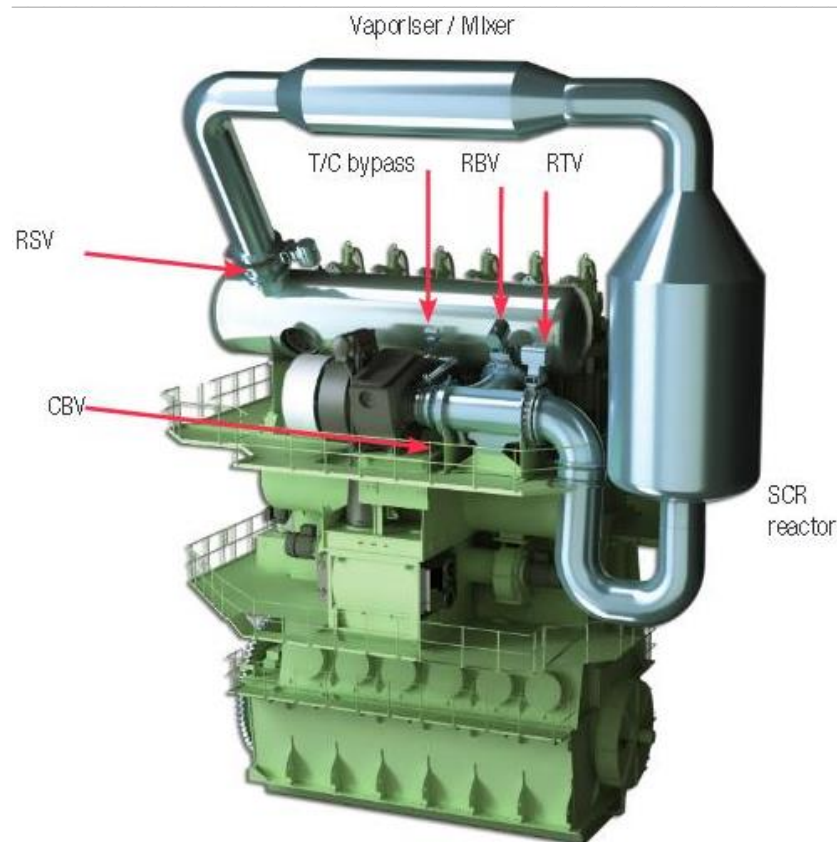


Fig. 3.3. The SCR system

Рис. 3.3.

Контрольне питання №1. Для чого застосовується каталізатор у реакторі SCR?



Завдання №2. Поряд з назвами-позначеннями англійською написати українською.

Контрольне питання №2. Чому саме селективне відновлення азоту у реакторі SCR?

Fig. 3.4. Example of an SCR system supplied by Hitachi Zosen

Рис. 3.4.

3.1.2. Системи очищення відхідних газів від оксидів сірки

Скорочення викидів сполук сірки з відхідними газами – задача яка традиційно розв’язувалась встановленням скруберів. “[20] Ключові слова”

Завдання №1. Поряд з назвами-позначеннями англійською написати українською.

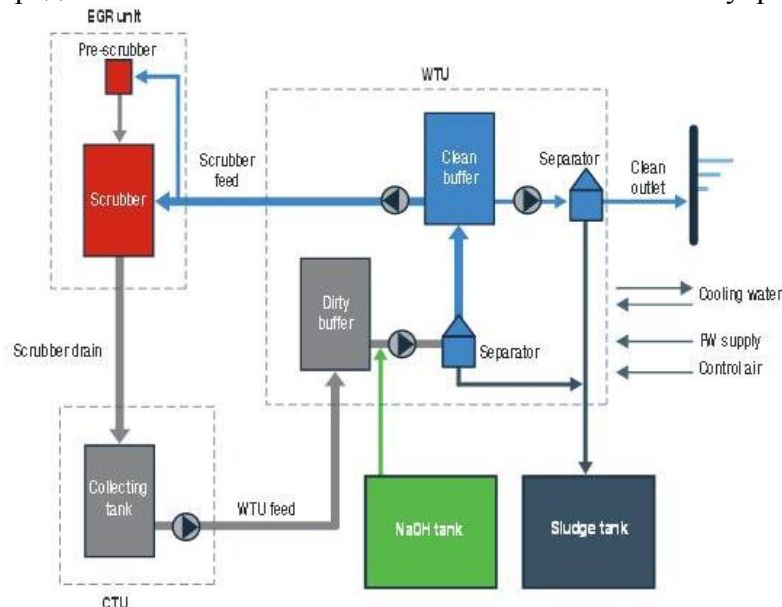


Fig. 3.5. Diagram showing WTS units, tanks and pipe connections

Рис. 3.5.

Завдання №2. Стисло описати роботу системи очищення відхідних газів за допомогою луку NaOH.

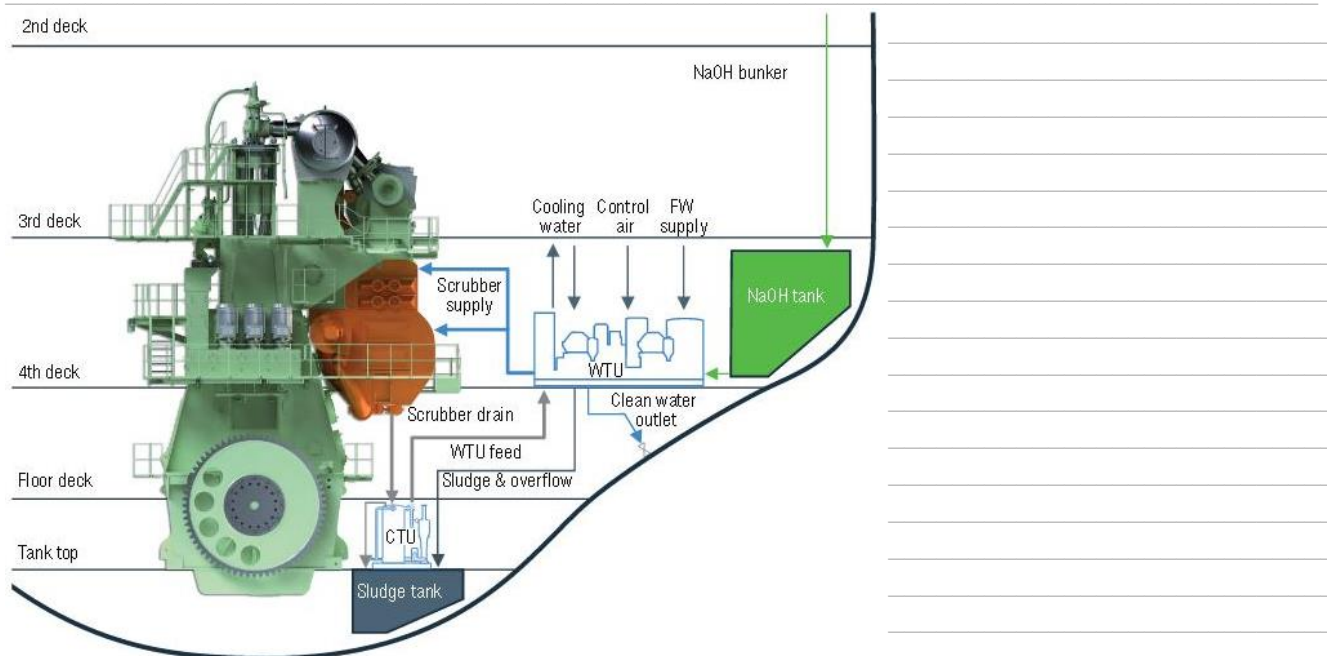


Рис. 3.6. Розміщення головного двигуна і обладнання системи для очищення відхідних газів

Контрольне питання. Чи змінюються розміри машинного відділення при застосуванні системи очищення відхідних газів «NaOH»? (пояснити розгорнуто)

Завдання №1. Поряд з назвами-позначеннями англійською написати українською.

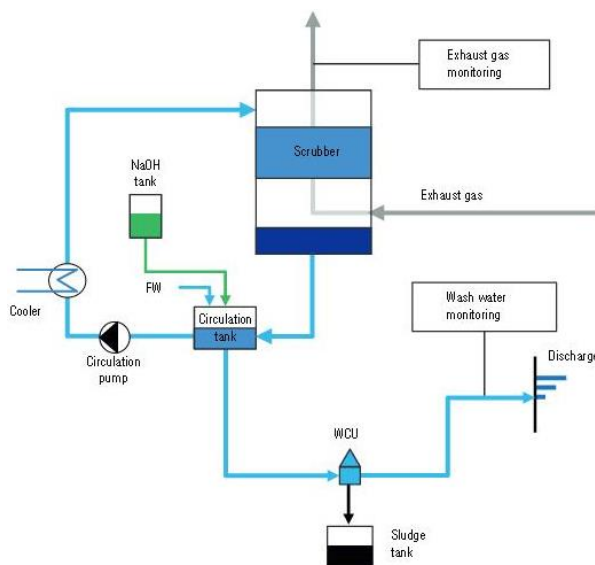


Fig. 3.7. Closed loop system

Рис. 3.7.

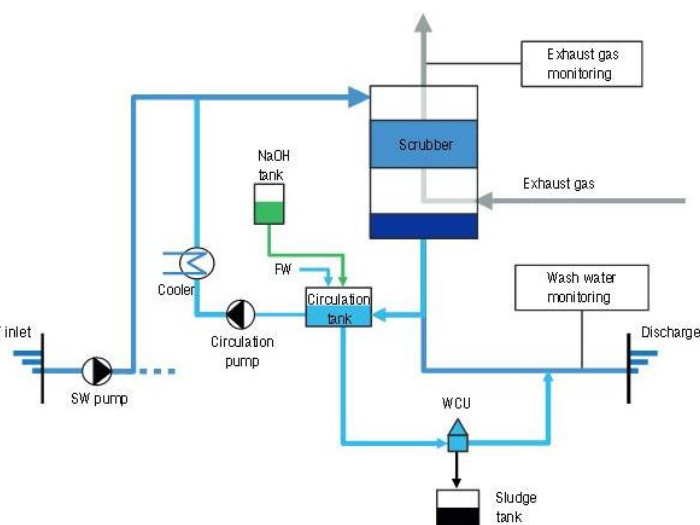


Fig. 3.8. Hybrid system

Рис.. 3.8.

Контрольне питання №1. Для чого застосовується луг NaOH? (пояснити розгорнуто)
 “[20] Ключові слова”

Контрольне питания №2. Яке
призначення абсорбера?

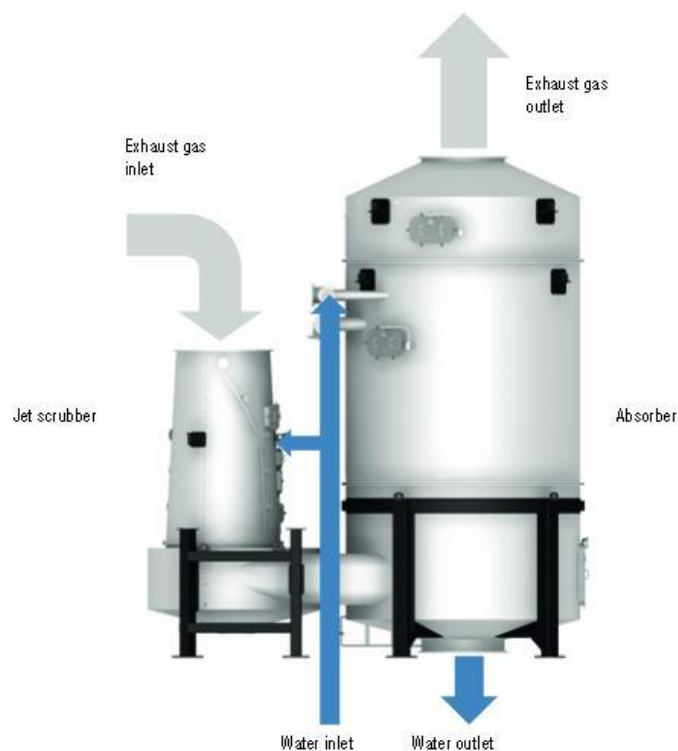


Fig. 3.9. Alfa Laval SO_x scrubber combining a jet scrubber and an absorber

Рис. 3.9.

Завдання. Поряд з назвами обладнання англійською написати українською.

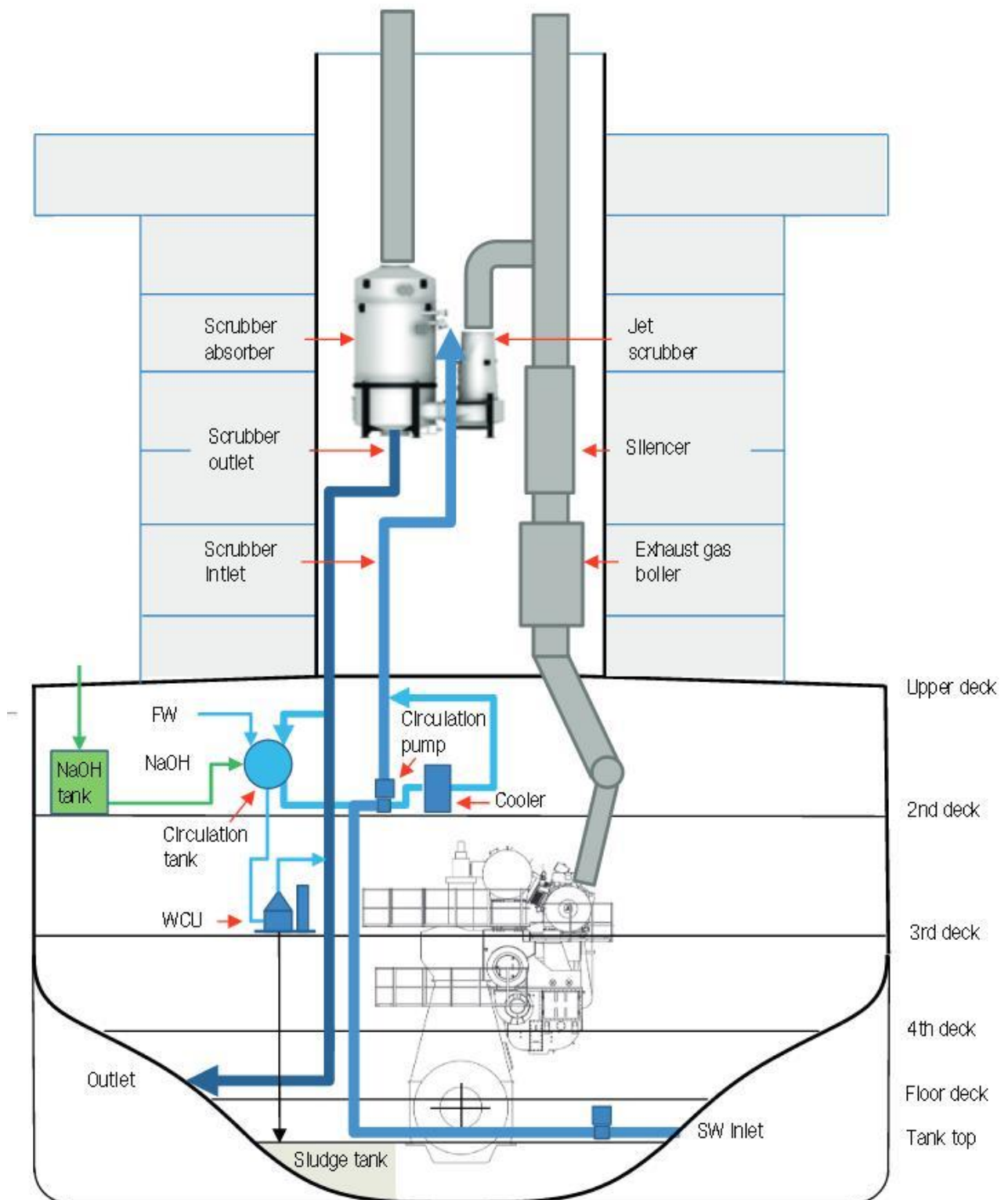


Рис. 3.10. Розміщення обладнання системи очищення відхідних газів

Контрольне питання. За яких умов у рейсі функціонує система очищення відхідних газів від оксидів сірки? “[20] Ключові слова”

Завдання. Поряд з назвами обладнання англійською написати українською та порівняти ці системи з системою на попередній сторінці.

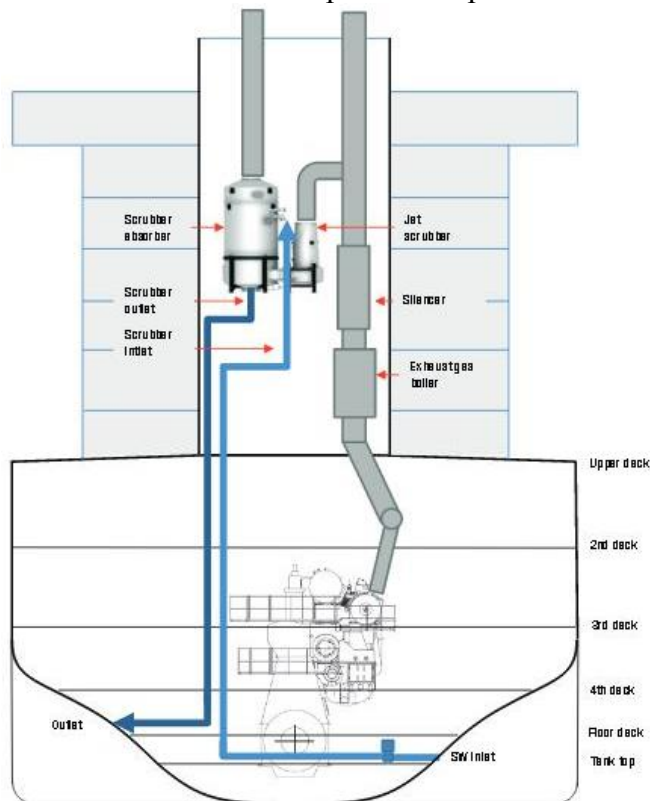


Fig. 3.11. Schematic arrangement of an open loop SO_x scrubber system (SW)
Рис. 3.11.

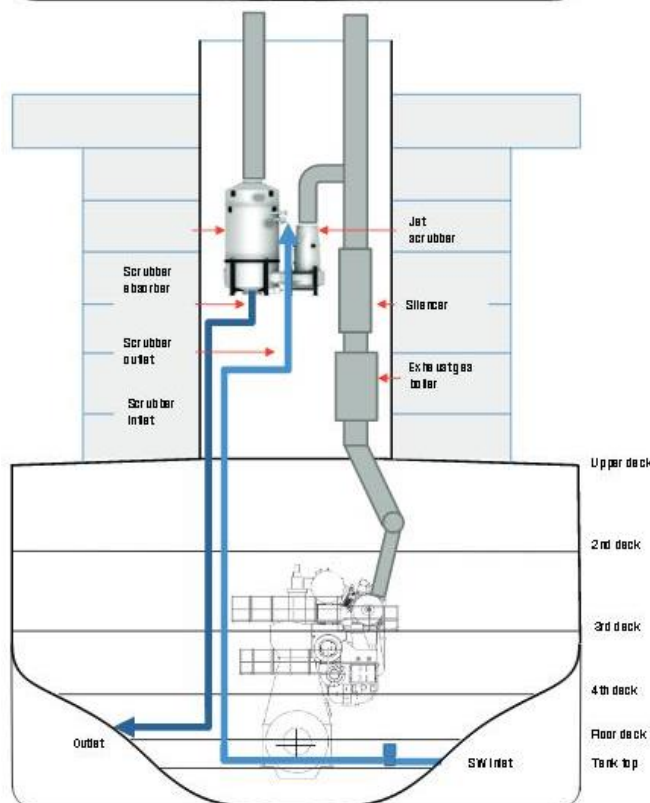
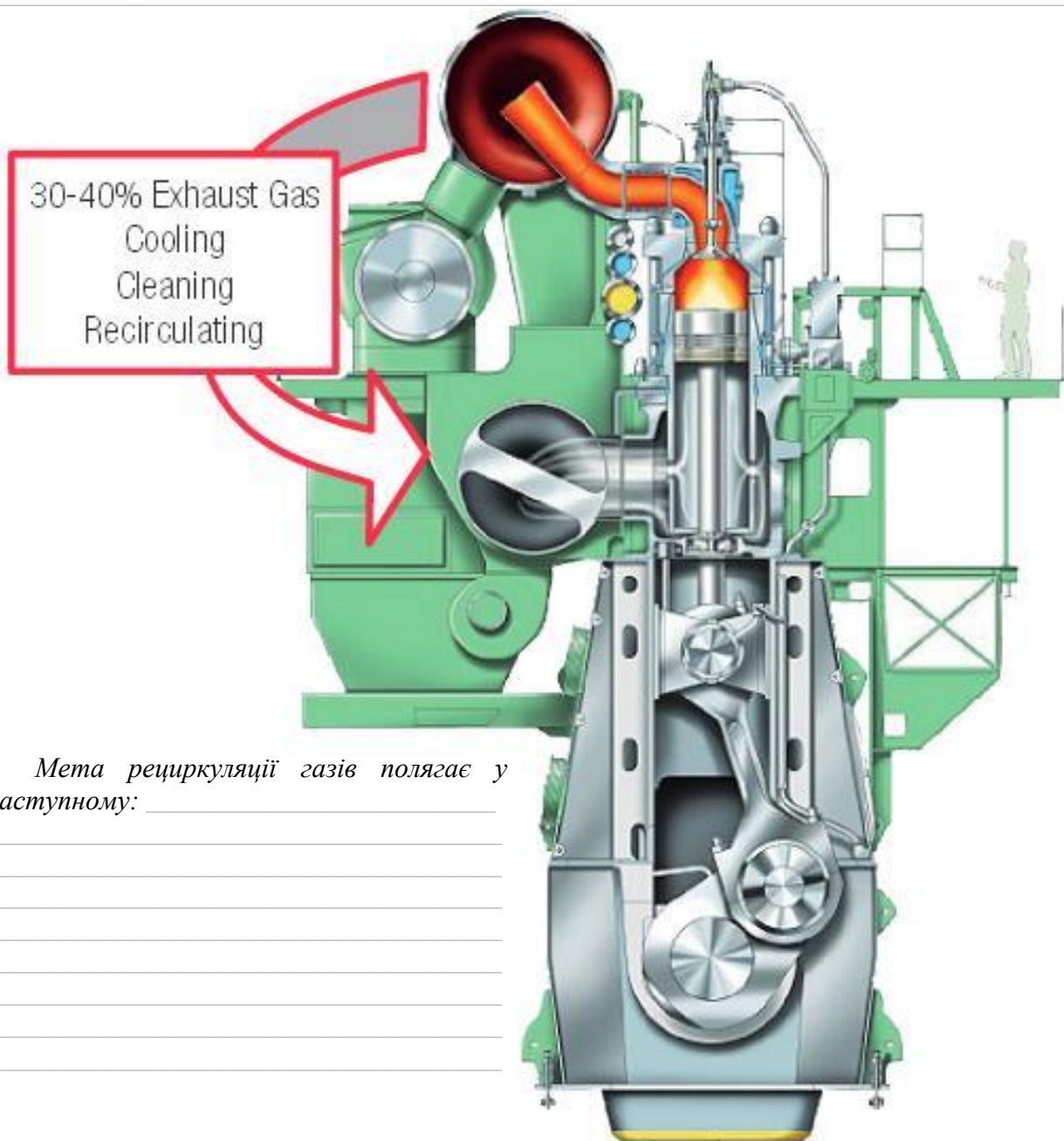


Fig. 3.12. Schematic arrangement of a closed loop SO_x scrubber system (SW)
Рис. 3.12.

Контрольне питання. Як впливає на роботу МОД введена в дію системи очищення відхідних газів від оксидів сірки SO_x ? “[20] Ключові слова”

3.1.3. Системи рециркуляції частини відхідних газів

Завдання. Охарактеризувати мету рециркуляції частини охолоджених очищених відхідних газів МОД. “[20] Ключові слова”



Мета рециркуляції газів полягає у наступному: _____

Рис. 3.13. Ідея рециркуляції частки відхідних газів для МОД компанії MDT

Контрольне питання. Від чого очищують та як охолоджують відхідні гази МОД в системі EGR?

Завдання. Поряд з назвами-позначеннями англійською написати українською.

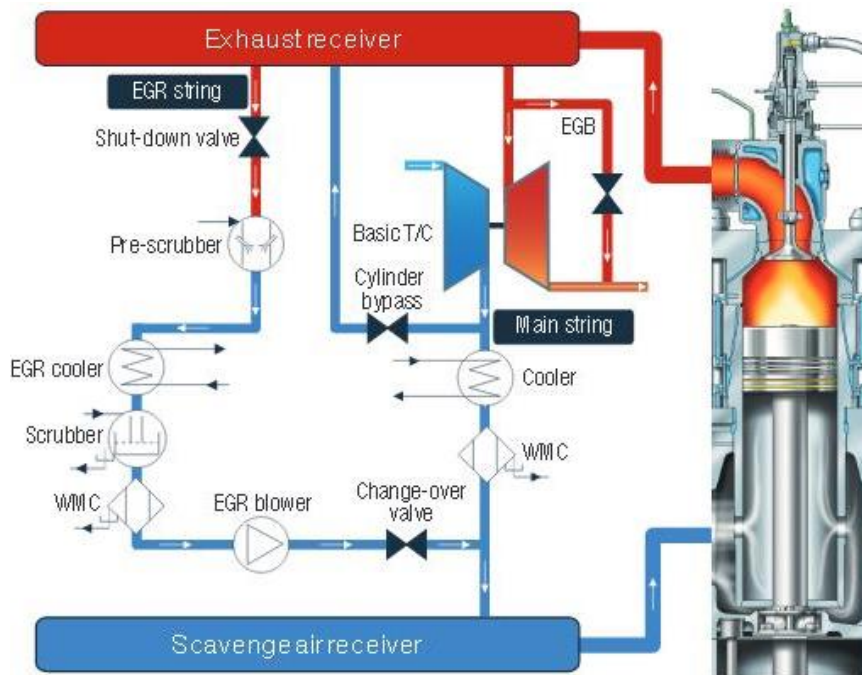


Fig. 3.14. EGR process diagram with one turbocharger
Рис. 3.14.

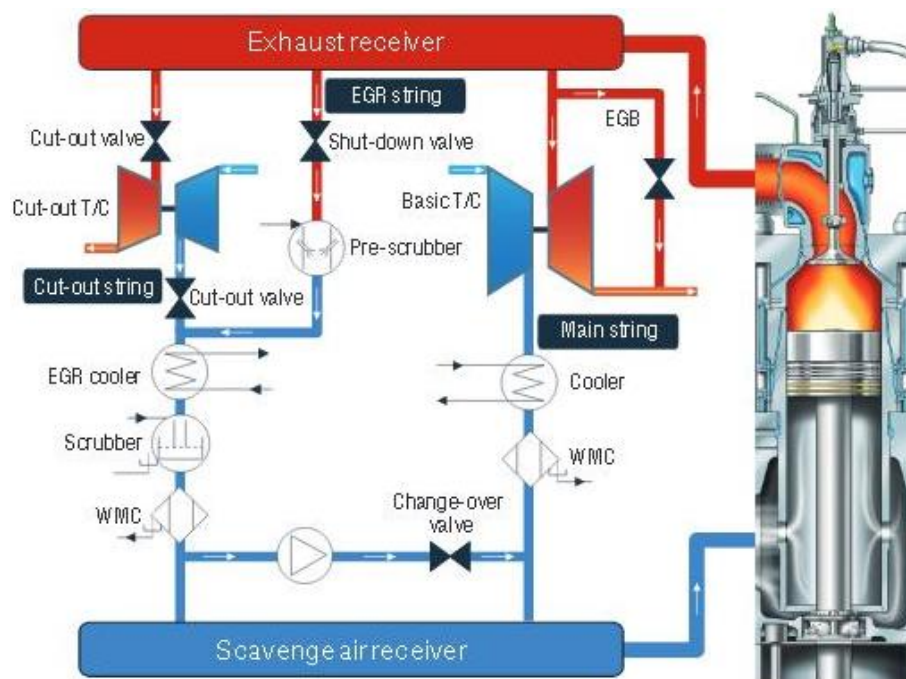


Fig. 3.15. EGR process diagram with two turbocharger
Рис. 3.15.

Контрольне питання №1. Який тиск газів після пристрою «EGR blower»?
“[20] Ключові слова”

Контрольне питання №2. Яке призначення очищувача «Pre-scruber»?

Завдання. Перелічити українською обладнання для рециркуляції відхідних газів МОД.
“[20] Ключові слова”

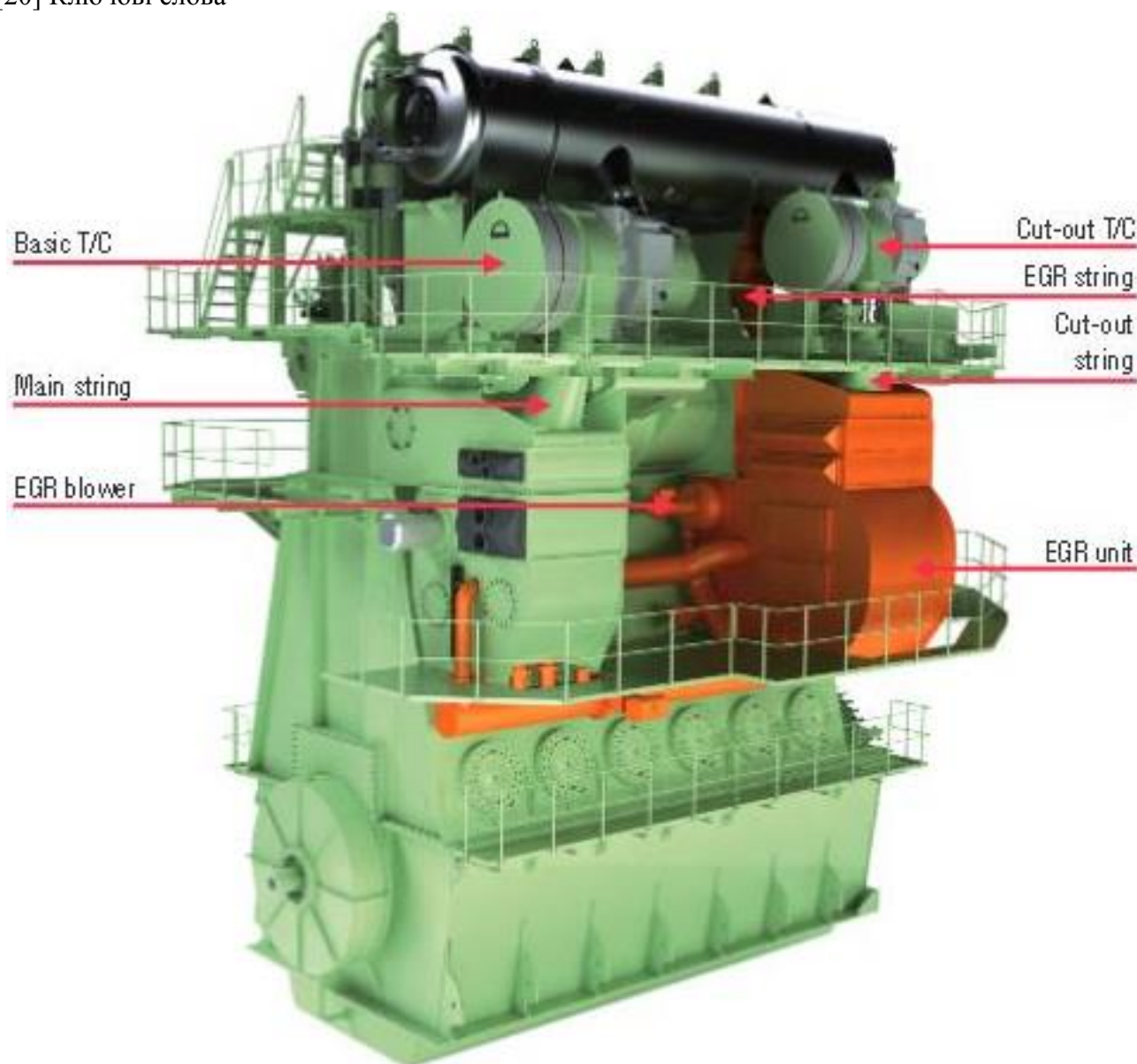


Fig. 3.16. Integrated EGR layout for two turbochargers

Рис. 3.16.

Контрольне питання. Чи впливає обладнання «EGR unit» на розміщення ГД на судні
(пояснити розгорнуто)? “[20] Ключові слова”

3.1.4. Системи селективного каталітичного відновлення азоту

У системі SCR передбачено використання каталізатора на основі каталітично активних з'єднань металів перехідної валентності (наприклад, пентаоксид ванадію V_2O_5) на керамічних носіях кристалічної структури. “[20] Ключові слова”



Рис. 3.17. Принципова схема системи селективного каталітичного відновлення азоту у відхідних газах

Завдання. Описати принцип дії системи SCR.

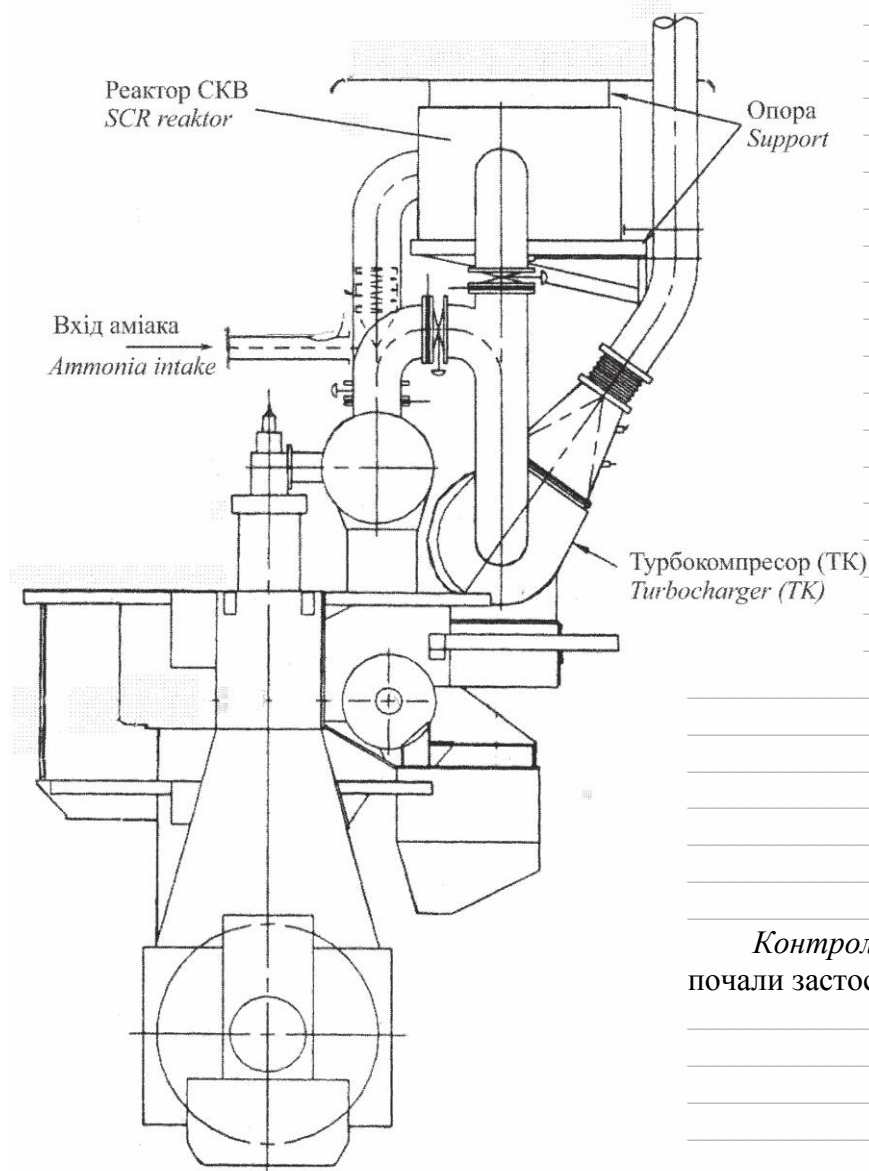


Рис. 3.18. Конструктивна схема двигуна з надбудовою СКВ

Контрольне питання. Коли на суднах почали застосовувати систему SCR?

Завдання. Позначення і назви перекласти на українську.

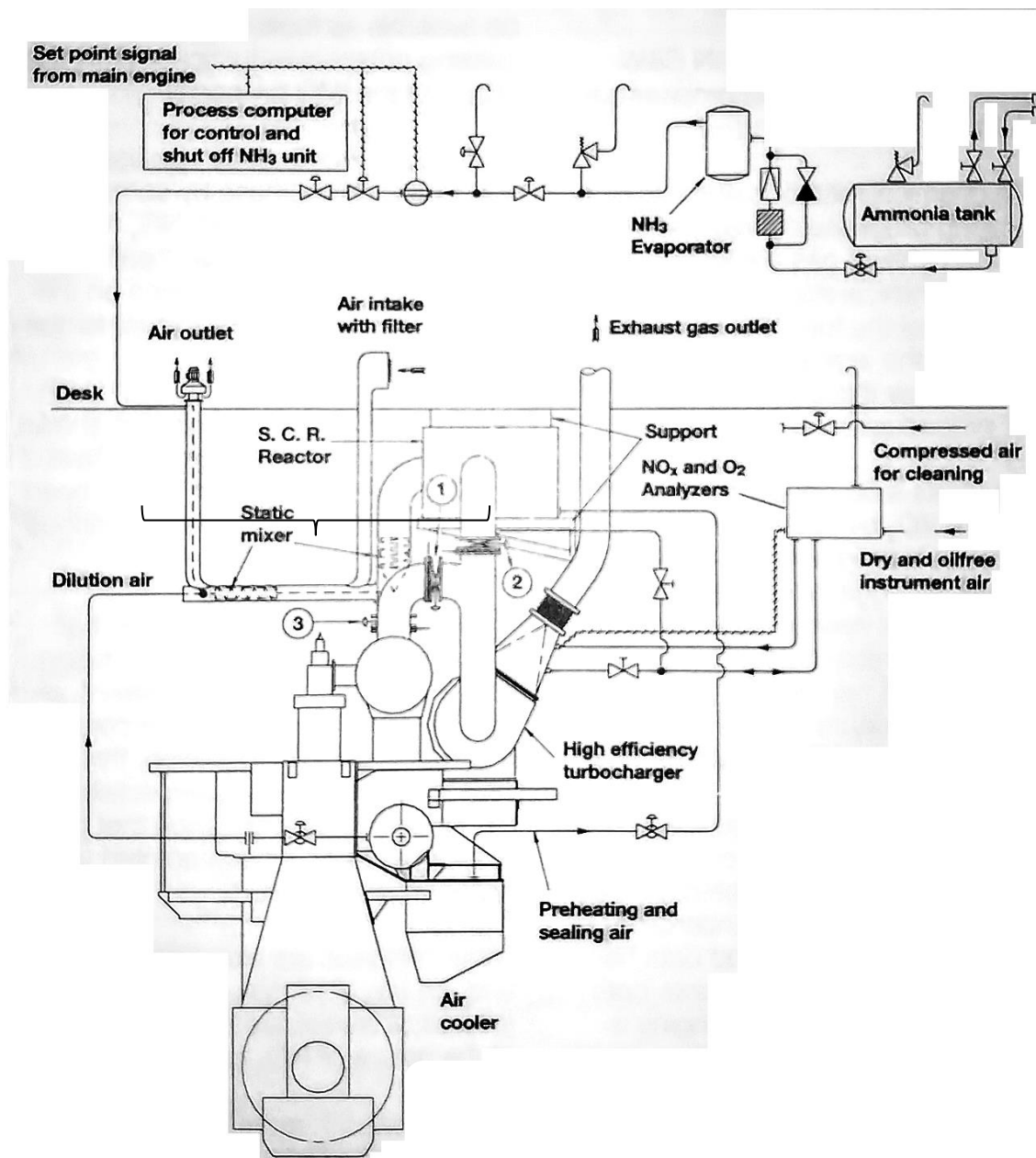


Рис. 3.19. Система газопуску МОД з обладнанням для зниження оксидів азоту з використанням аміаку

Air cooler – *повітроохолодник*, Preheating and sealing air – _____,
 High efficiency turbocharger – _____, Dry and oil-free instrument air – _____,
 _____, Compressed air for cleaning – _____,
 _____, NO_x and O₂ Analyzers – _____,
 _____, Support – _____, Dilution air – _____,
 _____, Static mixer – _____, S.C.R. Reactor – _____,
 _____, Desk – _____, Air outlet – _____,
 _____, Air intake with filter – _____, Exhaust gas outlet – _____,
 outlet – _____, Ammonia tank – _____,
 _____, NH₃ Evaporator – _____,
 Process computer for control and shut off NH₃ unit – _____,
 Set point signal from main engine – _____.

Завдання №1. Поряд з назвами-позначеннями англійською написати українською.

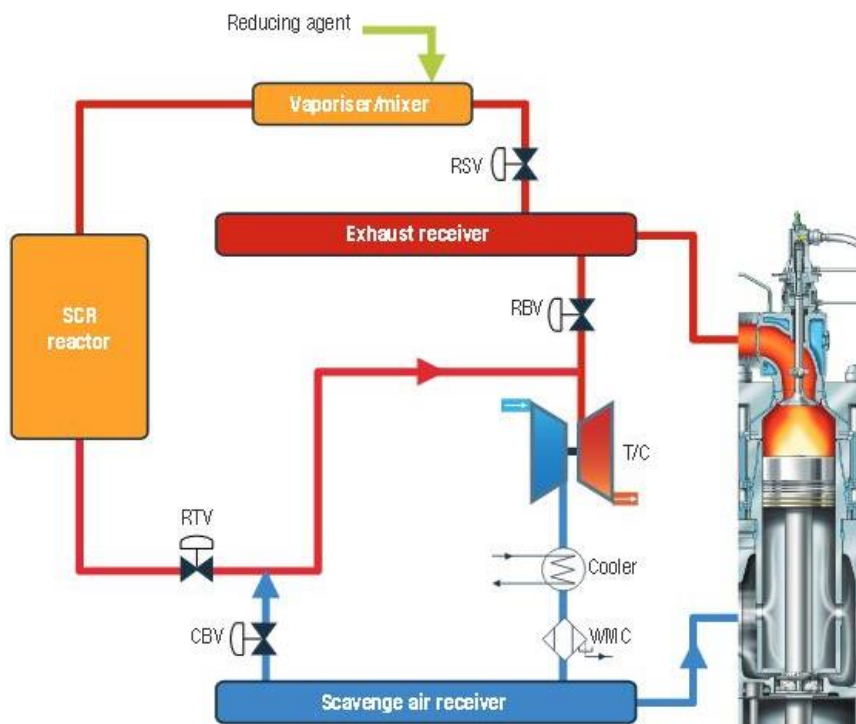


Fig. 3.20, a. SCR system diagram
Рис. 3.20, а.

Контрольне питання №1. Для чого слугує пристрій «WMC»? [20] Ключові слова

Завдання №2. Стисло описати принцип управління параметрами системи селективного каталітичного відновлення азоту (SCR).

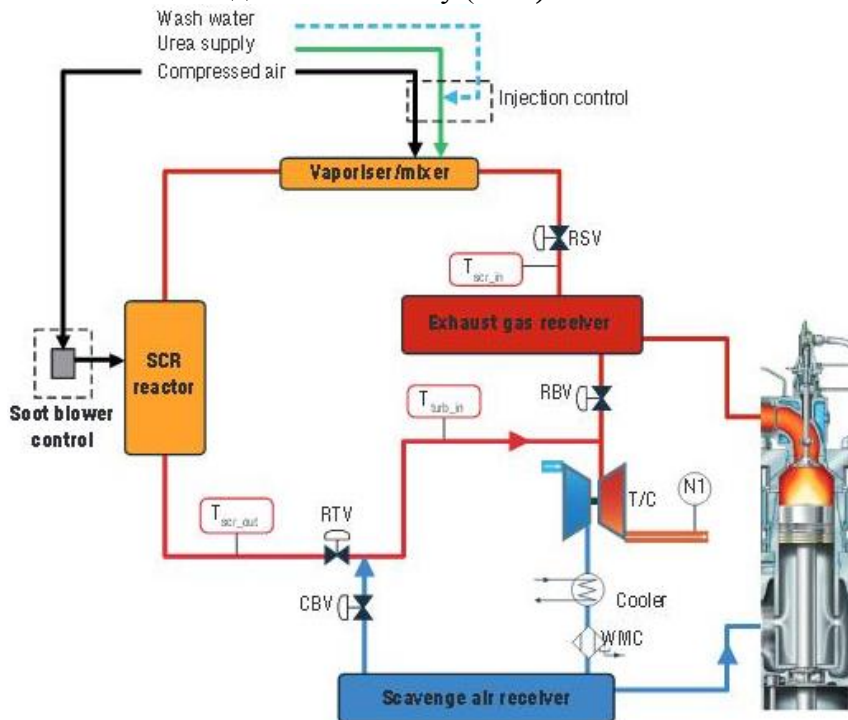


Fig. 3.20, б. SCR system diagram
Рис. 3.20, б.

Контрольне питання №2. Яка температура у газовому ресивері?

Завдання №1. Поряд з назвами англійською написати українською.

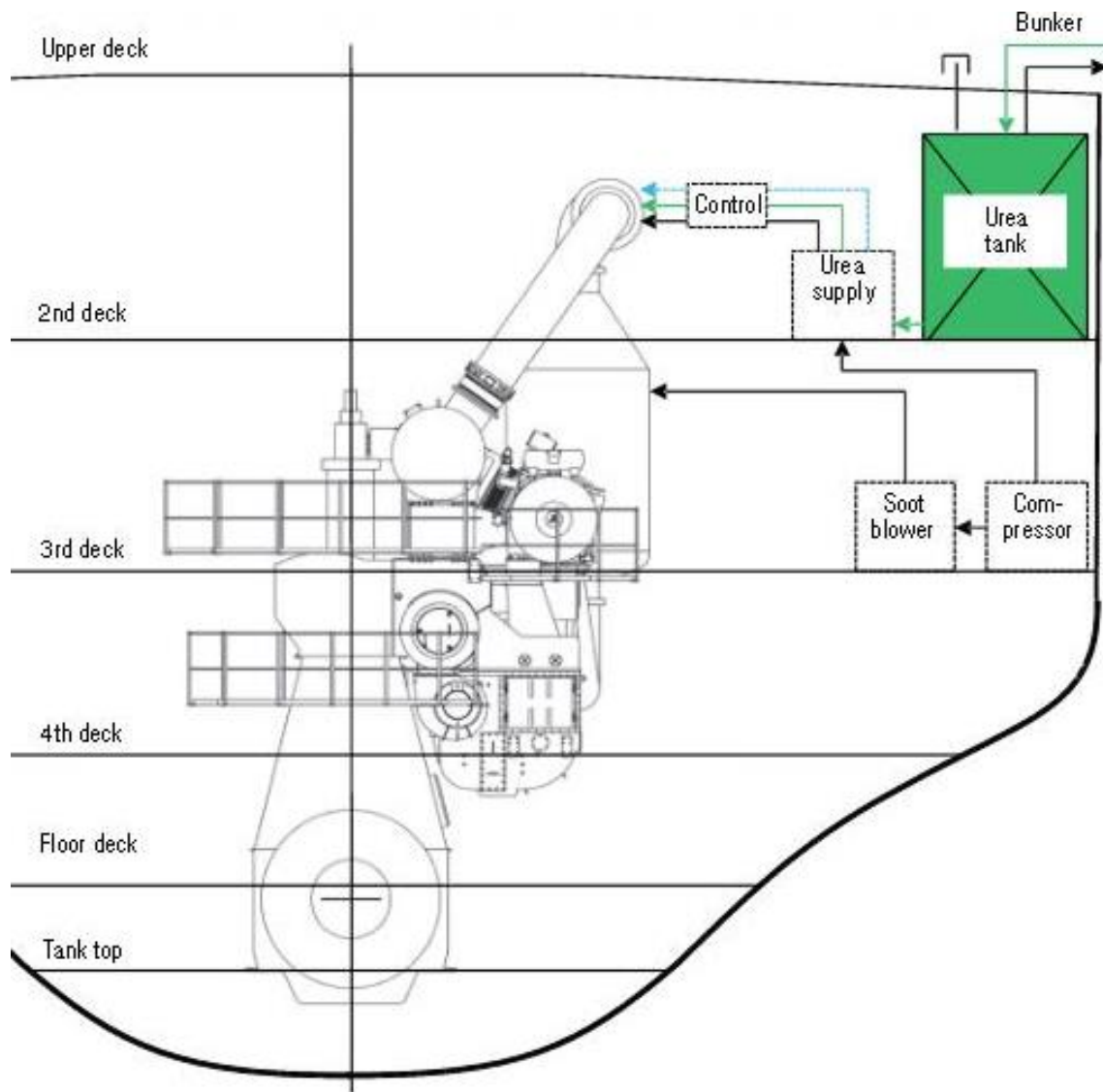


Fig. 3.21. Example of an SCR arrangement in the engine room

Рис. 3.21.

Контрольне питання. Як впливає на роботу ГД система SCR при введенні її в дію?
 “[20] Ключові слова”

3.2. Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів СДУ

3.2.1. Сучасні контейнеровози та їх ЕУ.....	96
3.2.2. Потоки енергії в руховій установці.....	99
3.2.3. Схеми систем глибокої утилізації відхідної теплоти.....	100
3.2.4. Утилізація відхідної теплоти газів і стисненого повітря.....	109
3.2.5. Масляна система турбозубчастого агрегату	115
3.2.6. Схеми систем, пов'язаних з паровою машиною	116

Завдання. Дописати назву рис. 3.22 (завдання виконати після вивчення глибокої утилізації теплоти).

© Шостак В.П., 2020

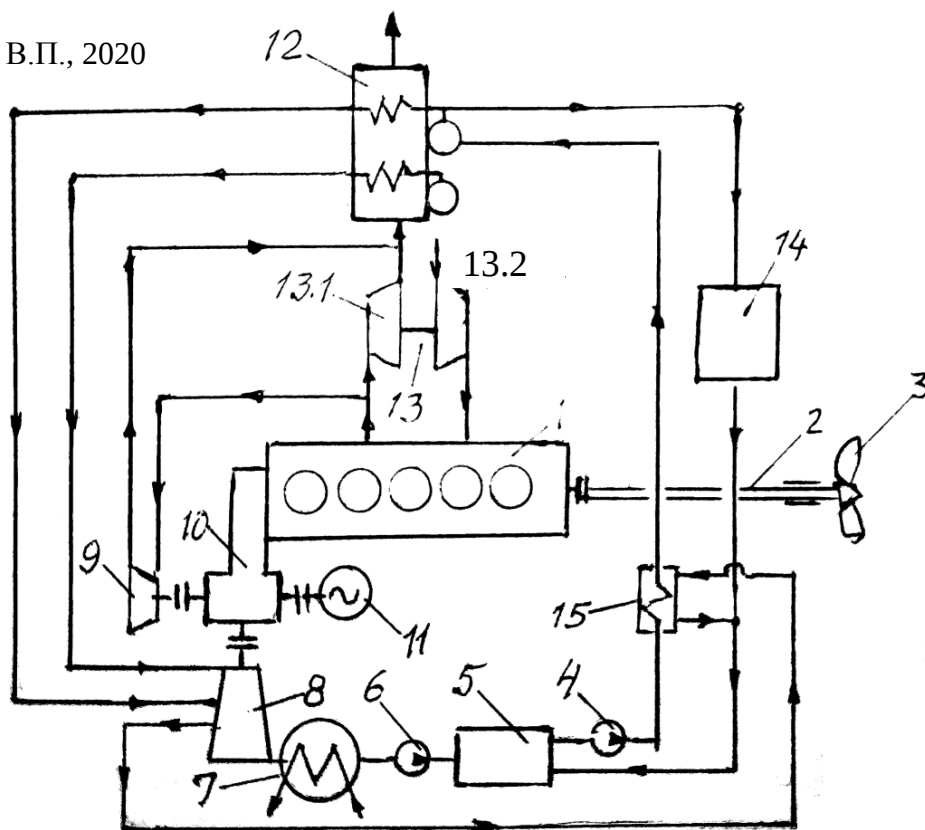


Рис. 3.22. СЕУ з найбільшою енергоефективністю:

1 – МОД (ГД); 2 – валопровід; 3 – _____

Контрольне питання. Чому ця СЕУ має найбільшу енергоефективність?

3.2.1. Сучасні контейнеровози та їх ЕУ

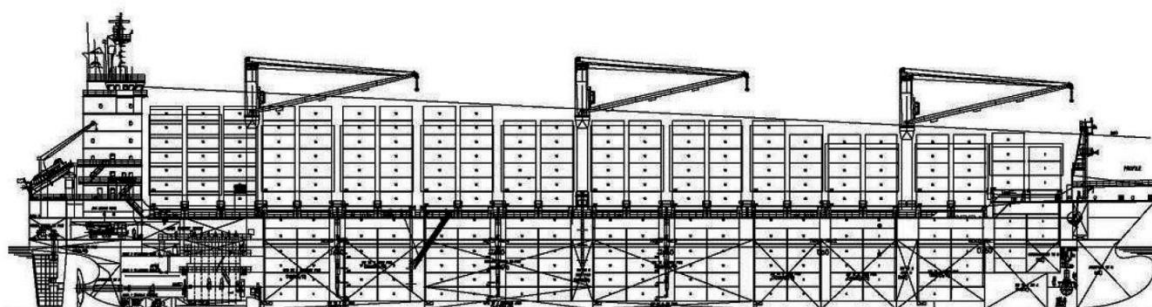


Рис. 3.23. Повздовжній переріз контейнеровоза

Рік побудови	Назва голов. судна (кількість в серії)	v_s , вуз	LxBxT, м	Головний двигун			N_k , TEU	Країна
				марка	кВт	хв ⁻¹		
2006	Emma Maersk (8)	~25	397x56x16	14RT-flex-96C	80080	122	15512	Данія (DW=156907t)
2005	Gudrun Maersk	—	—	12RT-flex-96C	68640	122	10500	Данія
2012	Marco Polo (3)	22, 5	396x54x16	11RT-flex-96C	68640	122	16020	Франція
2013	Mc-Kinney (1 + 19)	22	400x59x15,5	G-type	2x31600	68	18000	Данія (будівництво – Корея)
До 2012 р. $n_{суд} = 119$ од. з $N_k \geq 10000$ TEU, з них 29 суден з $N_k > 14000$ TEU замовлено 160 ULCS*								
* – Ultra Long Container Ship								

Завдання. Записати визначення «контейнеровоз».



Рис. 3.24. Сучасний контейнеровоз

Контрольне питання. Чому контейнеровози найпривабливіші для впровадження глибокої утилізації вторинних енергоресурсів?

Контейнеровози типу "Емма Маєрск"

Завдання. Оцінити розміри машинного відділення (МВ).



а Рис. 3.25. Загальний вигляд контейнеровоза:
а – аксонометричне зображення; *б* – фото судна в баласті;
в – фото судна з повним вантажем



6
Контрольне питання. Перевага чи недолік є розташування МВ майже посередині судна?

Показники, мм	
A	3300
H_l	15925

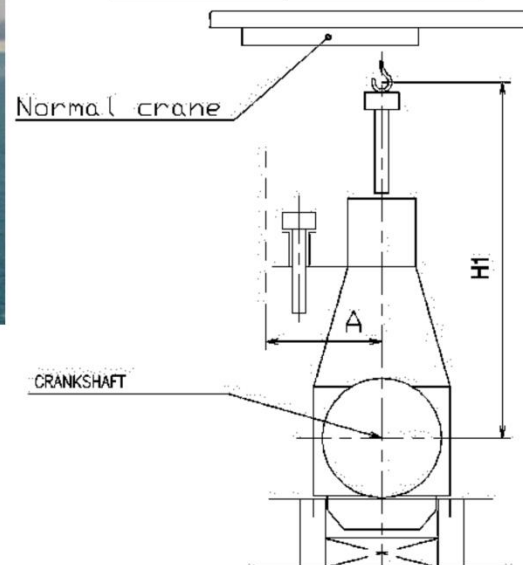


Рис. 3.26. Габаритні розміри ГД

Пропульсивна установка з утилізацією теплоти

Завдання. Стисло описати режим роботи ПУ при максимально можливій швидкості ходу.

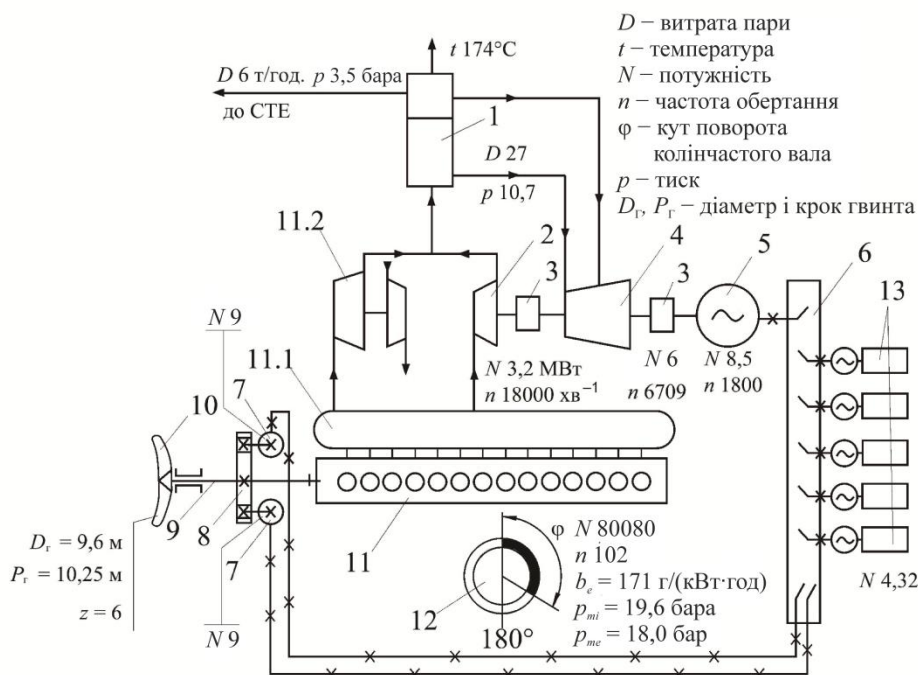


Рис. 3.27. Структурна схема пропульсивної установки контейнеровоза «Emma Maersk» (проектний варіант):

1 – утилізаційний котел; 2 – газова силова турбіна; 3 – редуктор; 4 – парова утилізаційна турбіна; 5 – генератор електричної енергії; 6 – груповий розподільний щит; 7 – електродвигун; 8 – редуктор; 9 – валопровід; 10 – гребний гвинт фіксованого кроку; 11 – малообертовий двигун; 11.1 – газовипускний колектор; 11.2 – турбокомпресор; 12 – «робочий хід»; 13 – дизельгенератори

Контрольне питання. Чи будувались МОД з більшою кількістю циліндрів ніж 14?

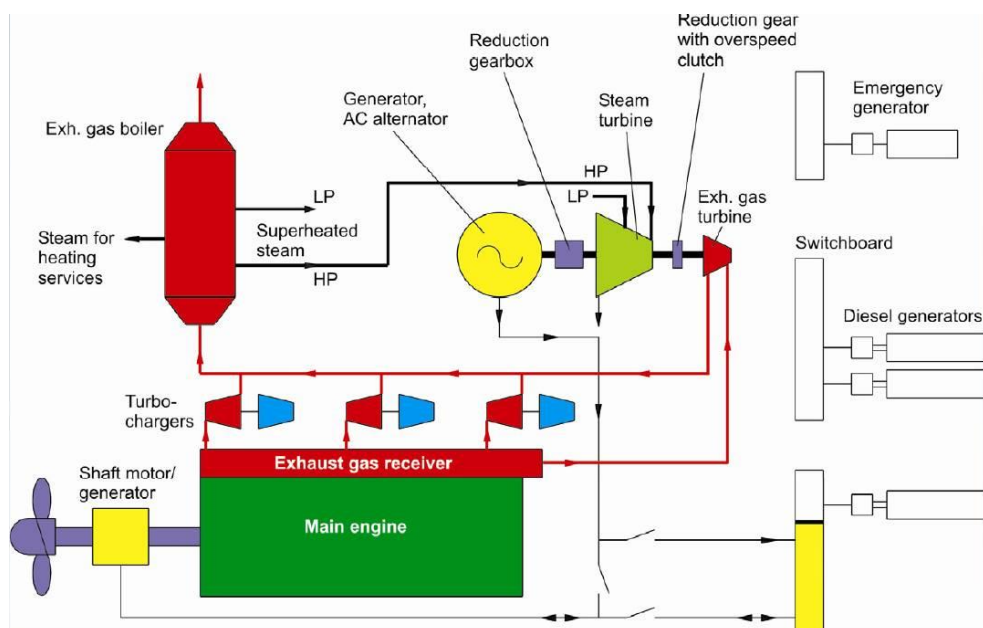
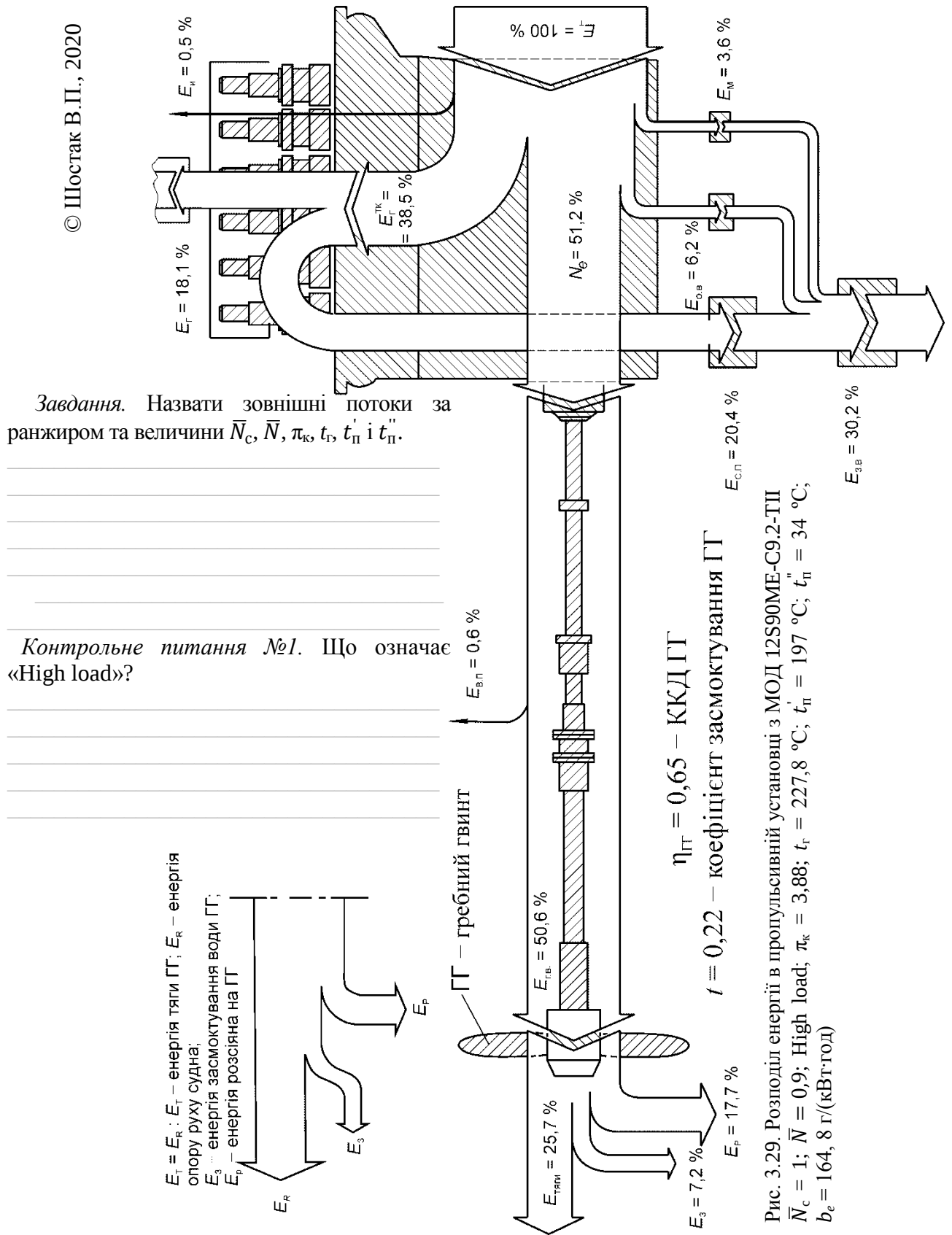


Рис. 3.28. Альтернативний проектний варіант рухової установки для контейнеровоза «Emma Maersk»

3.2.2. Поток энергии в движущей установке

© Шостак В.П., 2020



Контрольне питання №2. Чому «тяги» гребного гвинта менша за його «упор»?

3.2.3. Схеми систем глибокої утилізації відхідної теплоти

Завдання. Стисло описати роботу пропульсивної установки з утилізаційною силовою газовою турбіною та вказати область її можливого застосування.

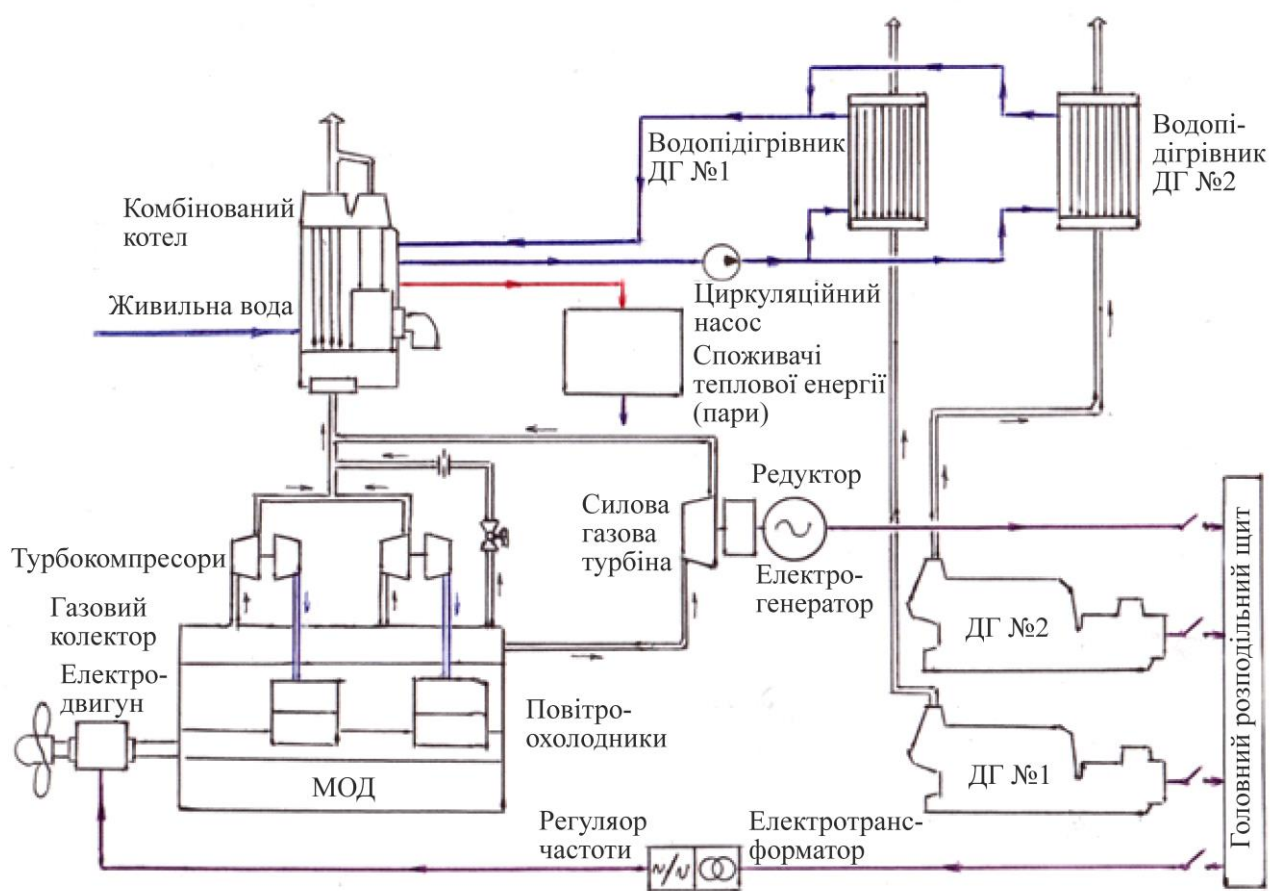


Рис. 3.30. Принципова схема СУВТ з силовою газовою турбіною

Контрольне питання. Яка частина відхідних газів використовується в силовій газовій турбіні?

Завдання. Перелічити елементи системи, які відрізняють її від системи, зображеної на рис. 3.30.

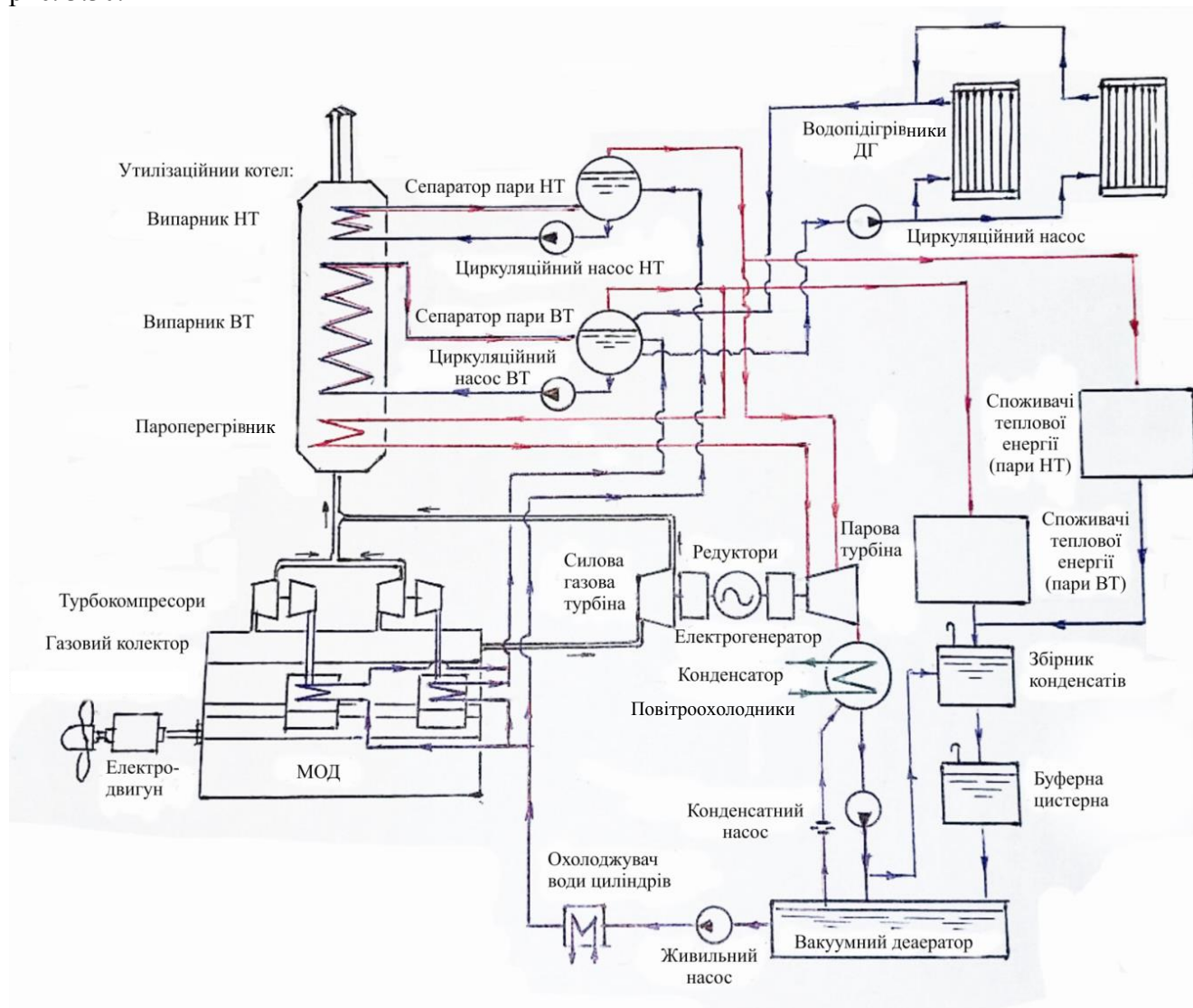


Рис. 3.31. Принципова схема СУВТ з силовою газовою та паровою турбінами й насиченою паром низького тиску (НТ) та перегрітою паром високого тиску (ВТ)

Контрольне питання. Яке призначення вакуумного деаератора?

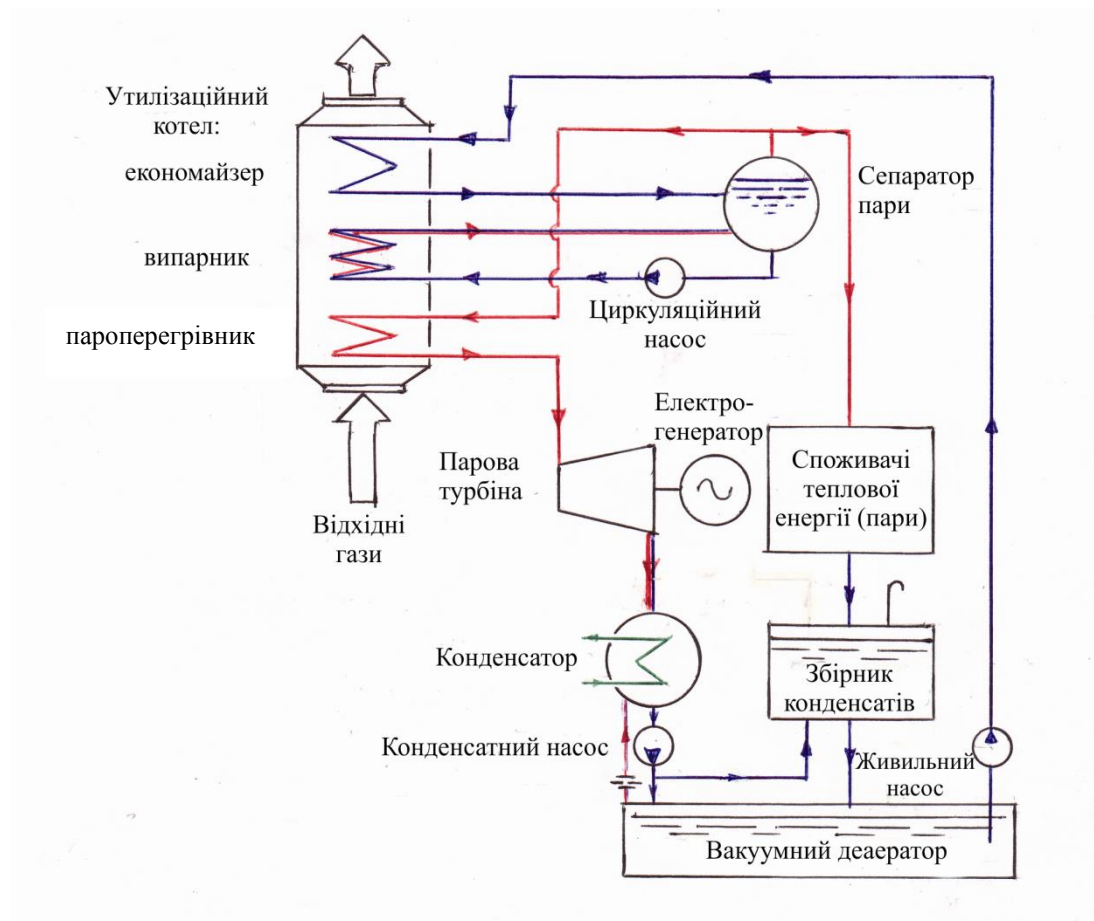


Рис. 3.32. Принципова схема СУВТ з котлом одного тиску

Завдання. Стисло описати рух робочого тіла (води) у системі утилізації теплоти.

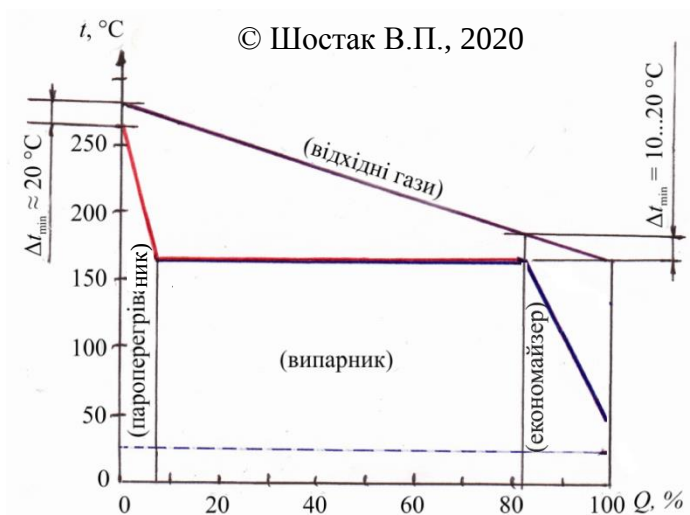


Рис. 3.33. Діаграма "температура – теплота" ($t - Q$) для СУВТ з котлом одного тиску

Контрольне питання. Яка температура в деаераторі та який недолік, на ваш погляд, у цієї системи?

Завдання. Перелічити елементи системи, які відрізняють її від системи, зображеної на рис. 3.32.

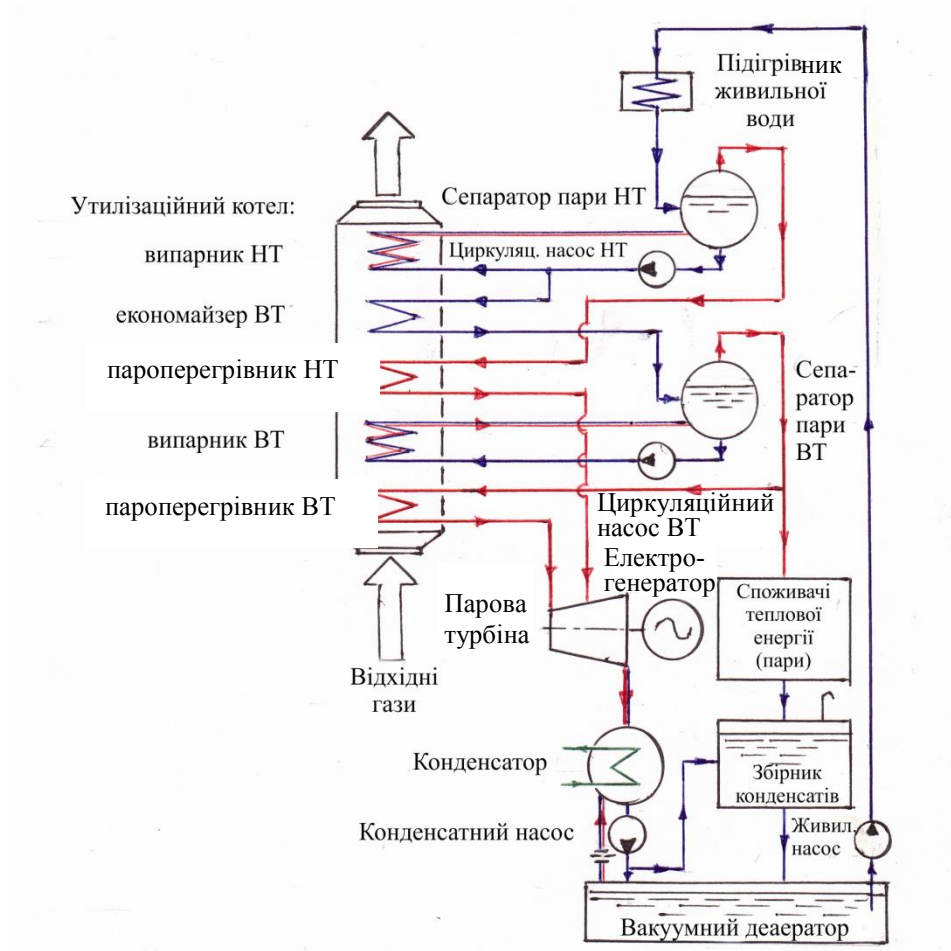


Рис. 3.34. Принципова схема СУВТ з котлом двох тисків (низького – НТ та високого – ВТ)

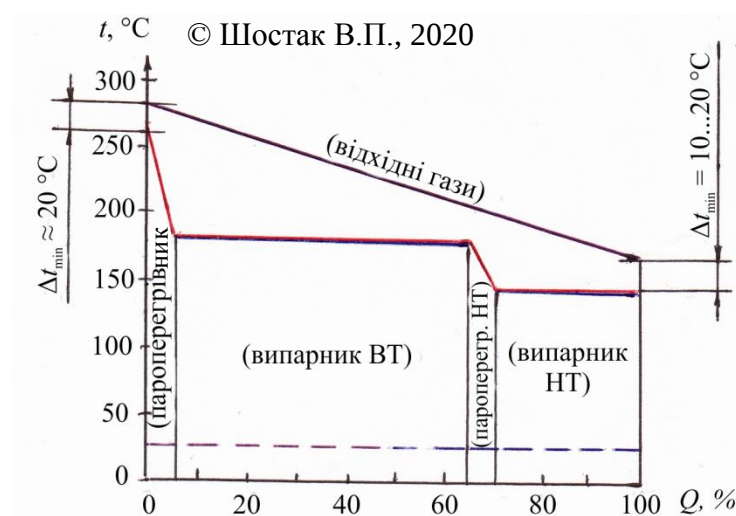


Рис. 3.35. Діаграма "температура – теплота" ($t - Q$) для СУВТ з котлом двох тисків

Контрольне питання. Чи можлива низькотемпературна сіркова корозія хвостових поверхонь УК (відповідно до схеми рис. 3.34)?

Завдання. Стисло описати призначення магістралі, по якій рухаються речовини із вакуумного деаератора до конденсатора.

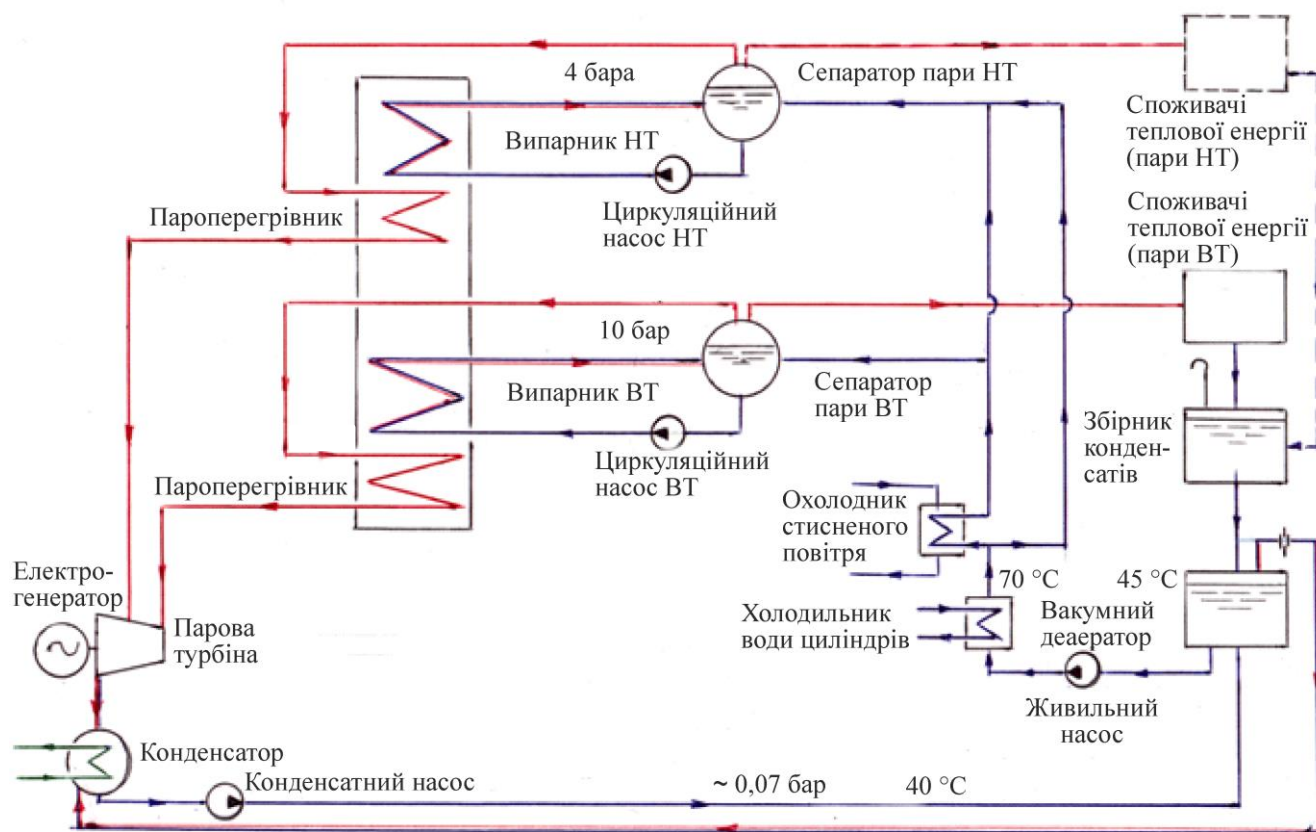


Рис. 3.36. Принципова схема СУВТ двох тисків перегрітої пари (низького – НТ та високого – ВТ)

Контрольне питання №1. Чи потрібне доохолодження стисненого повітря?

Контрольне питання №2. Чи можуть бути охолоджені відхідні гази в УК (рис. 3.36) до температури нижче точки роси?

Завдання. Назвати наступні величини: J , H_a , H_i , x , p і s .

© Шостак В.П., 2020

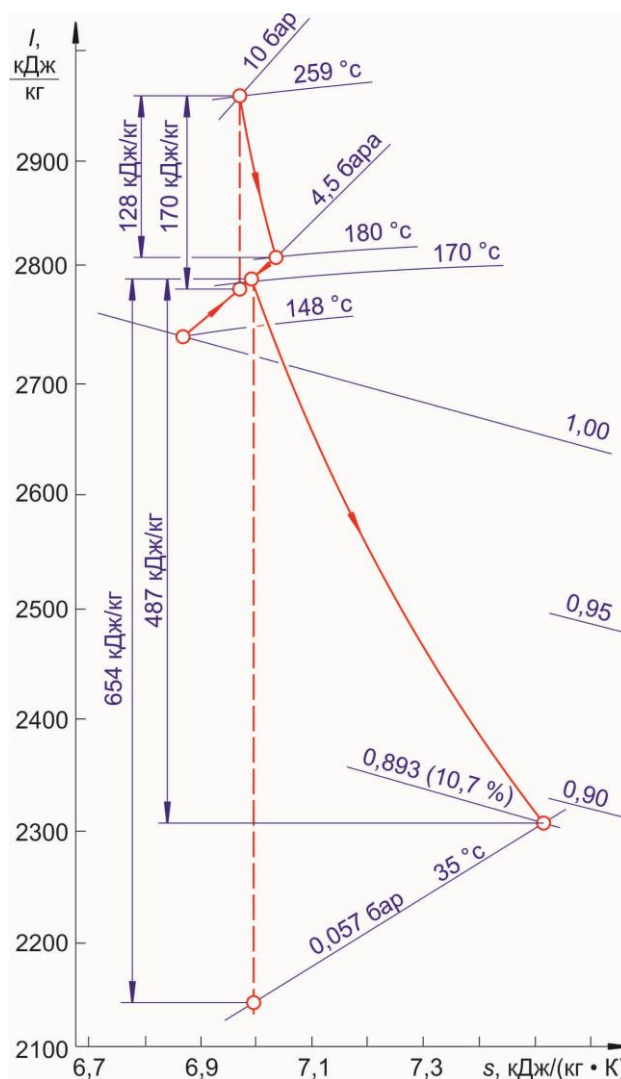


Рис. 3.37. Процеси розширення пари в турбіні з проміжним підводом пари (відповідно до схеми на рис. 3.36)

Контрольне питання №1. Яка найбільша вологість водяної пари припустима на виході із турбіни?

Контрольне питання №2. За яких рейсових умов і особливостей налаштування МОД може бути досягнута температура перегрітої пари до 270 °С?

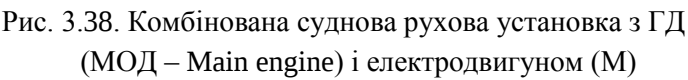
Завдання. Зазначити характерний, домінуючий, діапазон навантажень МОД (ГД) у рейсі транспортного судна.

Таблиця 3.1. Розрахункові дані компанії MDT (СУВТ)

Вихідні дані: МОД 10S90ME-C9,2 Потужність номінальна- специфікація 48510 кВт Байпасні відхідні гази 11,6 % Відсоток потужності СУВТ 8,6 % від 90 % N_e^c Витрата пари на споживачі теплової енергії 1,0 т/год. Умови ISO	Навантаження МОД	%	100	90	85	70	60	50
	Парова турбіна ВТ							
	Тиск	бар	10,0	9,2	8,6	7,4	6,7	6,5
	Температура	°C	259	258	257	254	254	256
	Витрата пари	т/год.	11,83	10,88	10,31	8,99	8,10	6,97
	Пара ВТ на споживачі теплової енергії							
	Витрата	т/год.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Тиск	бар	10,7	9,7	9,2	7,7	6,9	6,8
	Пара НТ на турбіну							
	Тиск	бар	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Температура	°C	148	148	148	148	148	148
	Витрата	т/год.	3,92	3,39	3,09	2,28	1,79	1,45
	Пара до конденсатора							
	Тиск	бар	0,057	0,052	0,049	0,045	0,045	0,045
	Температура	°C	35,3	33,6	32,5	31,0	31,0	31,0
	Витрата пари	т/год.	15,75	14,27	13,40	11,27	9,88	8,42
	Потужність							
	Парова турбіна	кВт	2477	2248	2108	1766	1539	1280
	Силовa турбіна	кВт	1836	1515	1360	1766	754	526
	Разом	кВт	4313	3763	3468	2747	2293	1806

Контрольне питання №1. Чим обумовлено зниження тиску перегрітої пари від 10,7 до 6,8 бар? (пояснити розгорнуто)

Контрольне питання №2. Що таке умови ISO?

[illegible]

Вихід газів

Вихід газів

а

б



Завдання. Описати стисло основні фізичні процеси, які протікають на кожній теплопередавальній поверхні.

© Шостак В.П., 2020

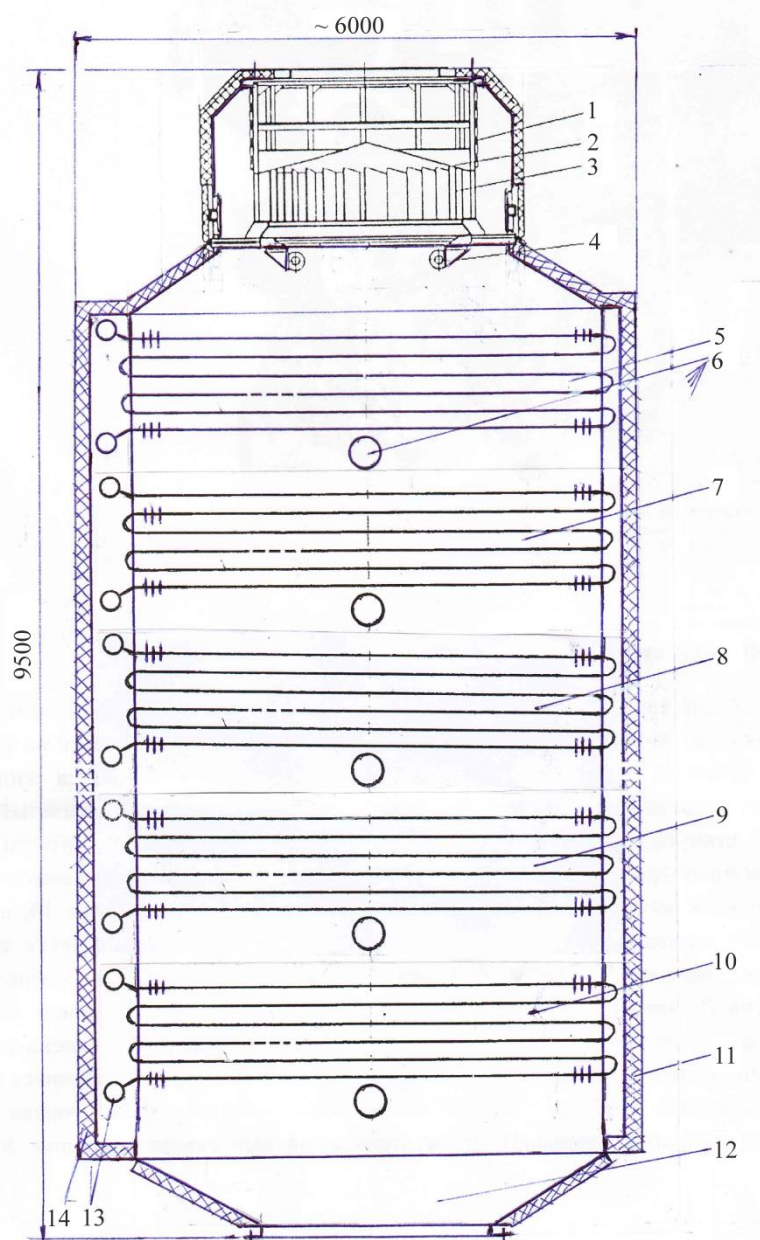


Рис. 3.40. Конструктивна схема УК для контейнеровоза $N_k \approx 15000$ TEU:

1, 2, 3 – сітка, конус і лопаті іскроуловлювача; 4 – сажообдувний пристрій; 5 – випарник СТ; 6 – лази;
 7 – економайзер ВТ; 8 – пароперегрівник СТ; 9 – випарник високого тиску; 10 – пароперегрівник ВТ;
 11 – кожух; 12 – приймальна камера; 13 – колектори; 14 – ізоляція

Контрольне питання. Яка швидкість газів притаманна УК?

3.2.4. Утилізація відхідної теплоти газів і стисненого повітря

Завдання. Назвати основні споживачі теплової енергії (водяної пари).

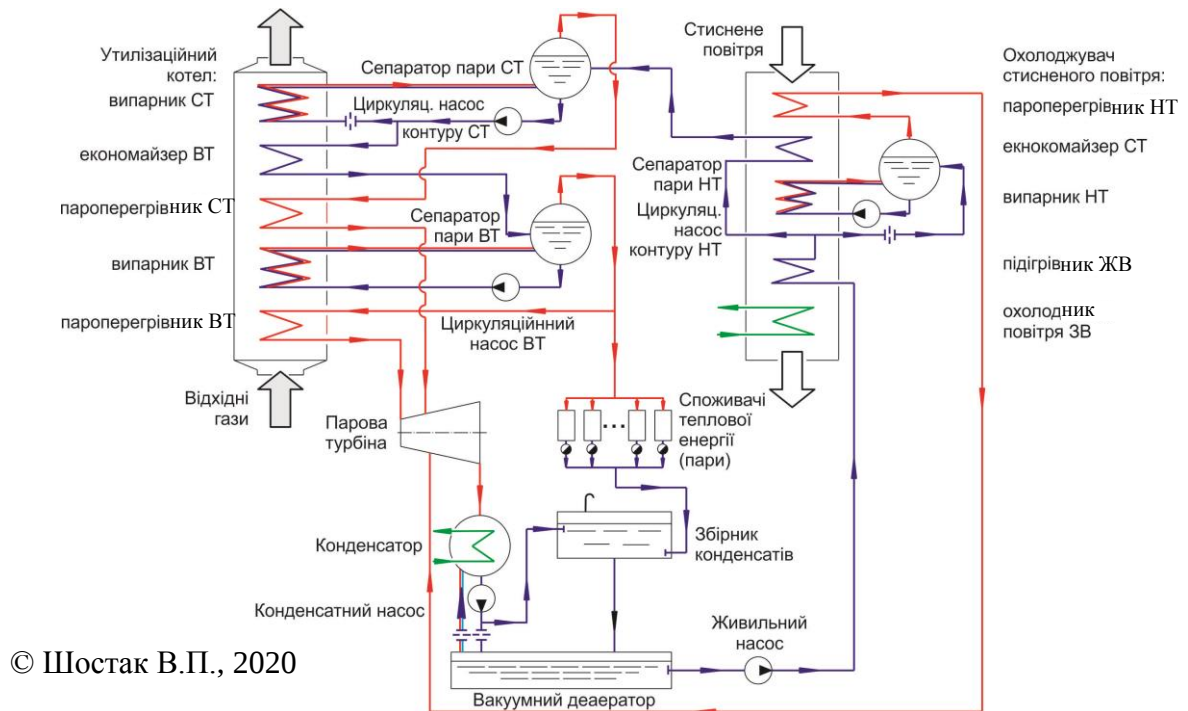


Рис. 3.41. Принципова схема системи ГУВЕР відхідних газів і стисненого надувного повітря

Контрольне питання №1. Які заходи застосовуються для запобігання кавітації в циркуляційних насосах?

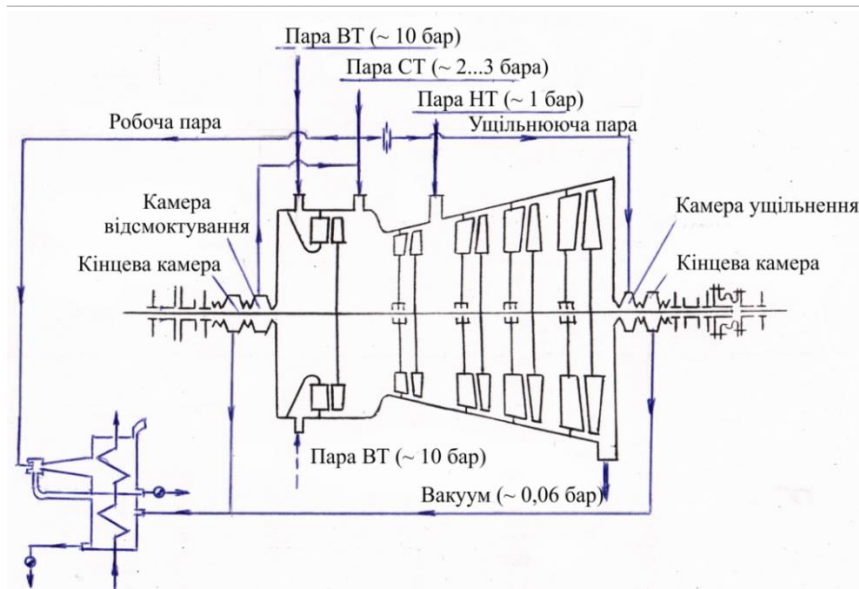
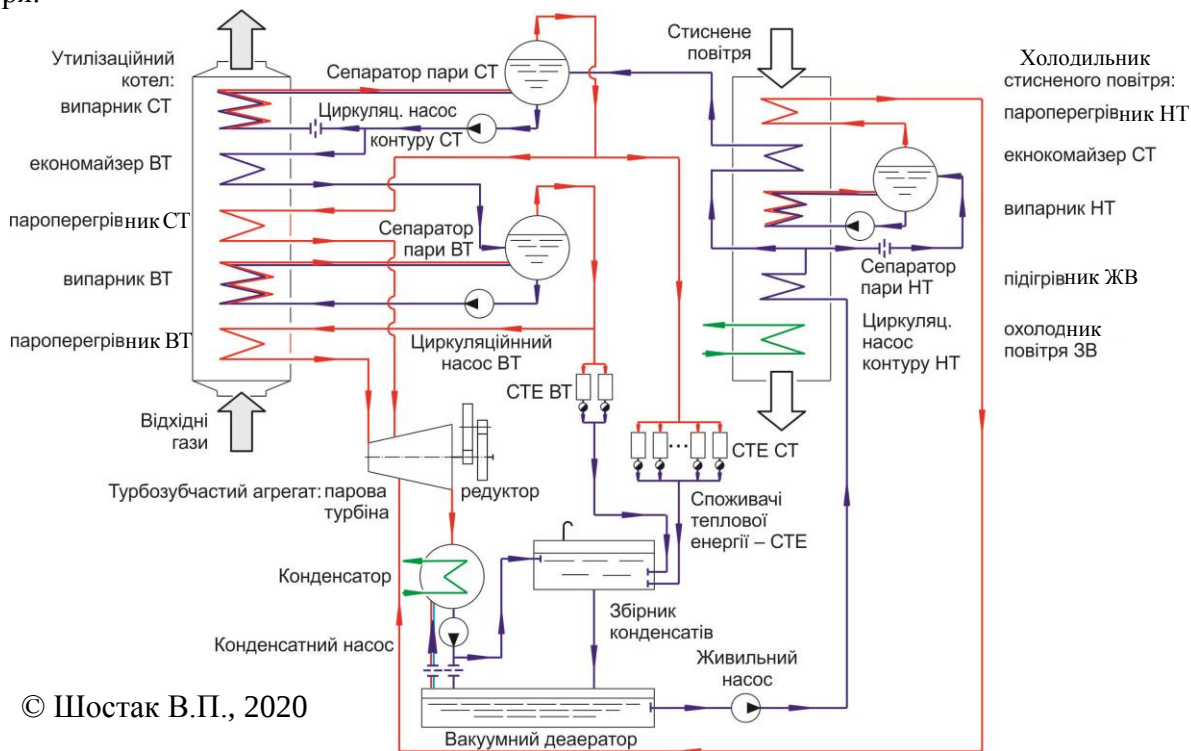


Рис. 3.42. Турбіна, відсмоктувальний пристрій і трубопроводи системи кінцевих ущільнень

Контрольне питання №2. Для чого слугує система кінцевих ущільнень?

Завдання. Описати основні фізичні процеси, що протікають у холодильнику стисненого повітря.



© Шостак В.П., 2020

Рис. 3.43. Принципова схема суднової системи утилізації теплоти відхідних газів і стисненого наддувного повітря МОД з УГТЗА

Контрольне питання №1. Який основний споживач серед СТЕ ВТ?

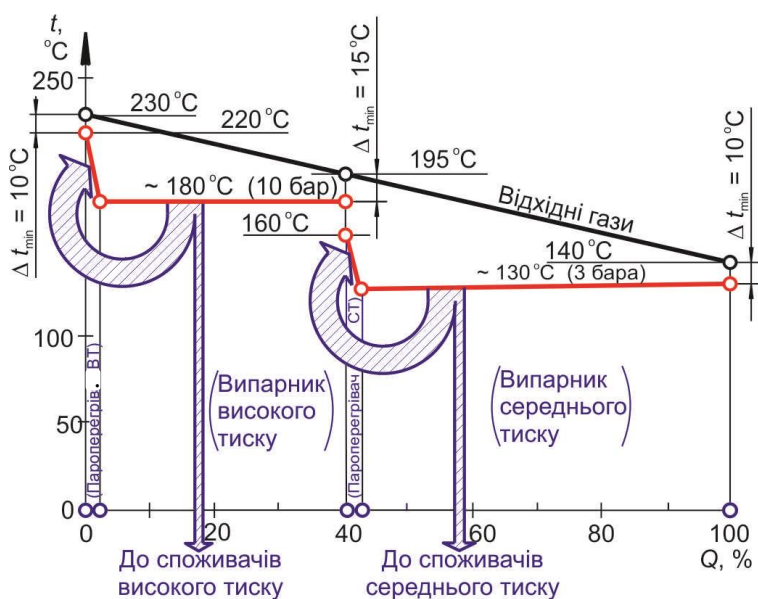
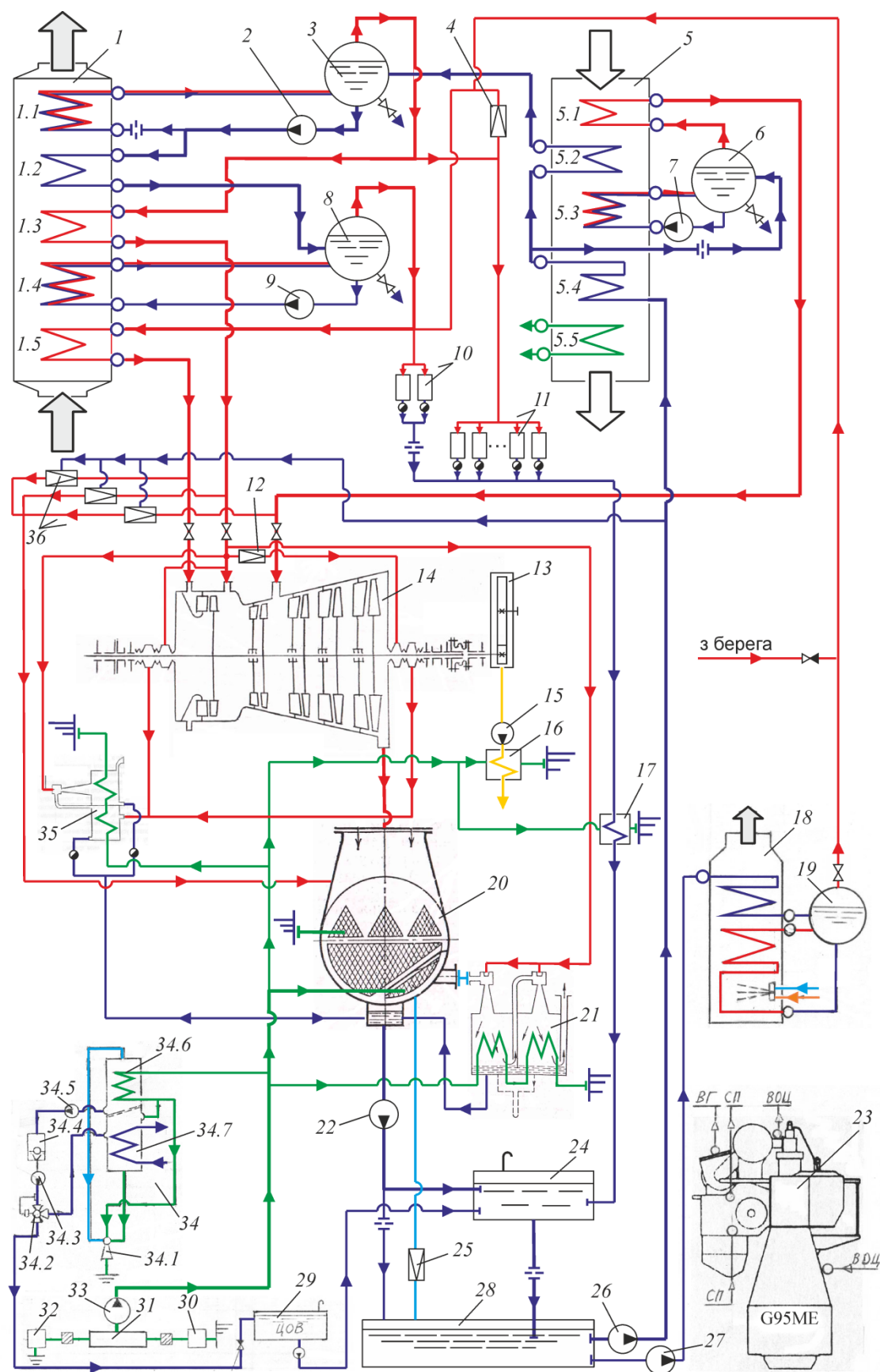


Рис. 3.44. Теплові процеси в утилізаційному котлі в діаграмі "температура – теплота ($t - Q$)"

Контрольне питання №2. Як зміниться температура газів перед УК з переходом судна в Аденську затоку? (описати розгорнуто)

Завдання. Описати розгорнуто (на наступній сторінці) призначення редукційно-охолоджувальних пристроїв 36.



© Шостак В.П., 2020

Рис. 3.45. Розгорнута теплова схема ГУВЕР для судна типу «Емма Маєрск»: (продовження на наступній сторінці)

1 – утилізаційний котел (УК): 1.1 – випарювач середнього тиску (СТ); 1.2 – підігрівач високого тиску (ВТ); 1.3 – пароперегрівник низького тиску (НТ); 1.4 – випарник ВТ; 1.5 – пароперегрівник ВТ; 2 – циркуляційний насос СТ; 3 – сепаратор СТ; 4 – дросельний пристрій ВТ/СТ; 5 – повітроохолодник (охолодник стисненого повітря – ОСП): 5.1 – пароперегрівник НТ; 5.2 – підігрівник СТ; 5.3 – випарник НТ; 5.4 – підігрівник НТ; 5.5 – охолодник заборною водою; 6 – сепаратор НТ; 7 – циркуляційний насос НТ; 8 – сепаратор ВТ; 9 – циркуляційний насос ВТ; 10 – споживачі насиченої пари ВТ; 11 – споживачі насиченої пари СТ; 12 – дросельний пристрій системи ущільнень турбіни; 13 – редуктор; 14 – конденсаційна парова турбіна; 15 – масляний насос турбіни; 16 – маслоохолодник; 18 – допоміжний котел (ДК); 19 – сепаратор пари ДК; 20 – конденсатор; 21 – двоступеневий ежекторний пристрій; 22 – конденсатний насос; 23 – малообертовий двигун; 24 – збірник конденсатів; 25 – дросельний пристрій «деаератор-конденсатор»; 26 – живильний насос «ОСП–УК»; 27 – живильний насос ДК; 28 – вакуумний деаератор; 29 – цистерна опрісненої води; 30 – бортовий кінгстон; 31 – канал забортної води; 32 – донний кінгстон; 33 – насос забортної води; 34 – опріснювальна установка (ОУ): 34.1 – ежектор ОУ; 34.2 – триходовий кран; 34.3 – насос опрісненої води; 34.4 – конденсатовідвідник; 34.5 – вакуумний насос опрісненої води; 34.6 – конденсатор ОУ; 34.7 – випарник ОУ; 35 – відсмоктувальний пристрій кінцевих ущільнень турбіни; 36 – редуційно-охолоджувальний пристрій.

Контрольне питання №1. Яке призначення елемента 25?

Контрольне питання №2. Які процеси протікають у конденсаторі?

Контрольне питання №3. Якою водою підживлюється опріснювальна установка?

Текст стосовно завдання:

В утилізаційному контурі значна кількість теплової енергії відводиться у забортну воду через конденсатор, до якого поступає волога пара (ступінь сухості $x \approx 0,9$), а відводиться дещо переохолоджений конденсат. Вода циркулює в трубках, нагріваючись, як правило, не більше як на 10°C .

Завдання. Описати розгорнуто фізичні процеси, що протікають у вакуумному конденсаторі.

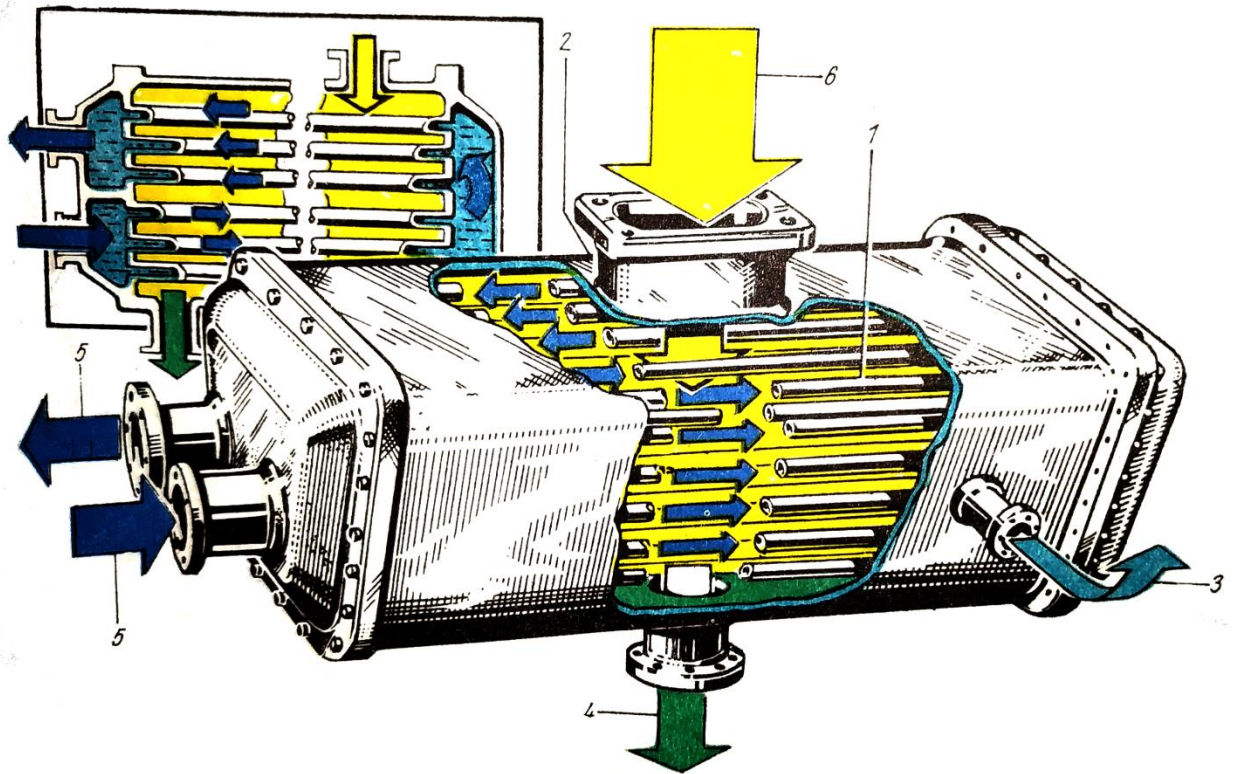


Рис. 3.46. Принцип дії вакуумного конденсатора
1 – трубки; 2 – корпус; 3 – повітря; 4 – конденсаційна вода;
5 – охолоджувальна вода; 6 – відпрацьована пара

Контрольне питання. Як зміниться тиск у конденсаторі при переході судна з високих широт до екватора?

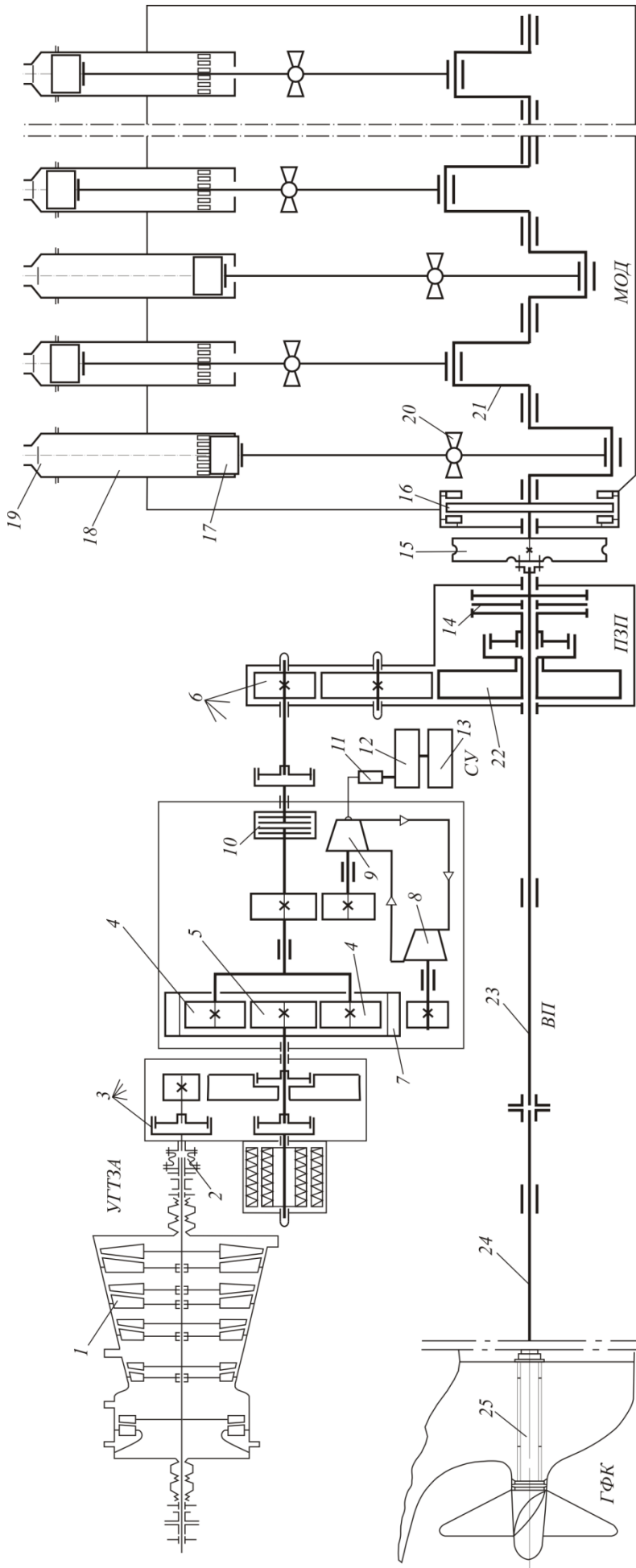


Рис. 3.47. Принципова схема механіки рухової установки з МОД, ВГ і УГТЗА для контейнеровоза з СУВТ

Завдання. Описати передачу енергії від МОД і утилізаційної турбіни на ГФК, назвавши елементи 1...25.

Контрольне питання. Яке призначення елементів 2, 10 і 14?

3.2.5. Масляна система турбозубчастого агрегату

Змащенню підлягають підшипники турбіни і редуктора, а також усі шестерні, кулачкові та дискові муфти. Перед запуском масло прокачується допоміжним шестерневим електронасосом; на робочих режимах – відцентровим насосом, який з'єднується з валом турбіни.

Завдання. Описати стисло роботу системи змащення ТЗА.

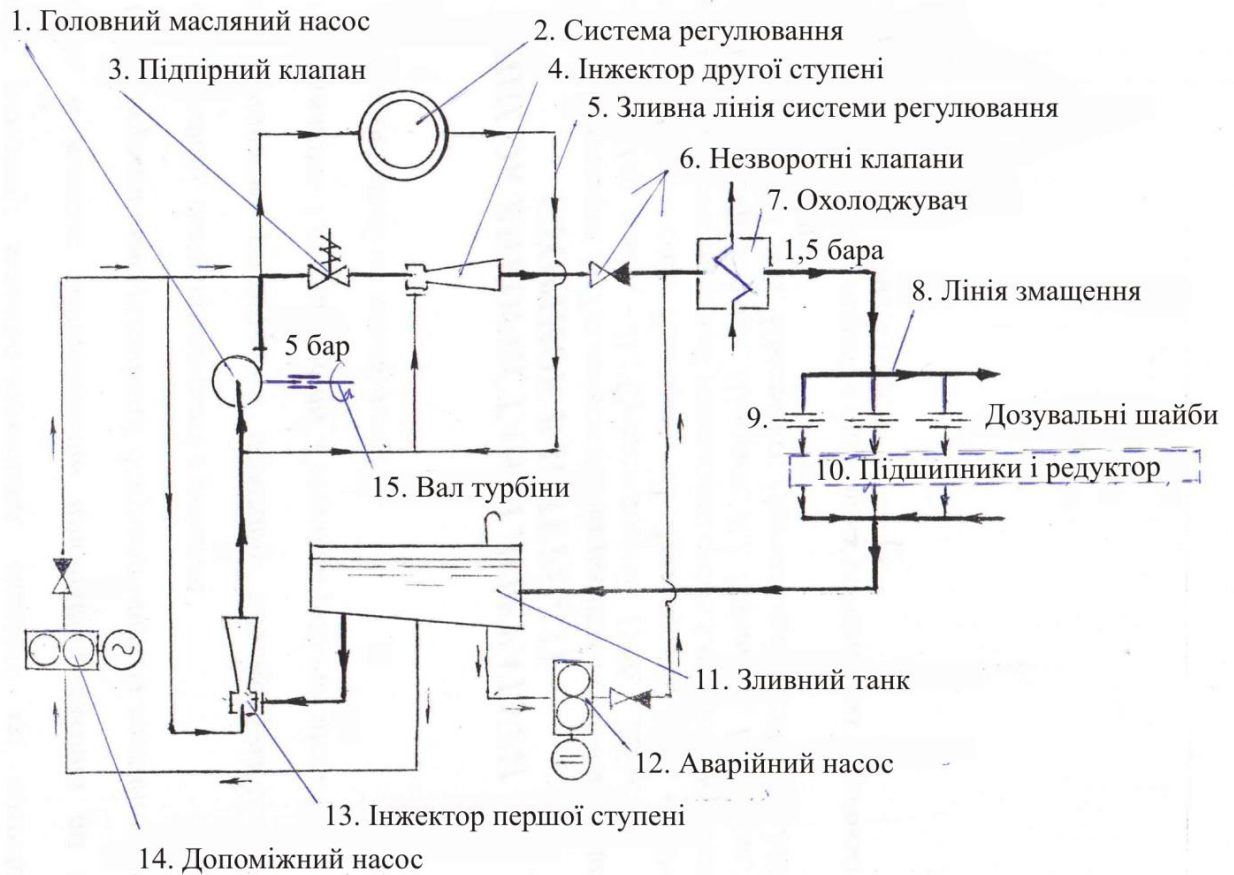


Рис. 3.48. Система змащення турбозубчастого агрегату

Контрольне питання. Яке призначення інжекторів 4 і 13?

3.2.6. Схеми систем, пов'язаних з паровою машиною

Парова машина – це тепловий двигун зовнішнього згоряння, який перетворює енергію водяної пари, що поступає з парового котла, в механічну роботу зворотно-поступального руху поршня, а потім у обертовий рух колінчастого вала.

Поршневі парові машини у період свого розквіту, біля 1910 р., розвивали потужність майже 15000 кВт.

На рис. 3.49 зображена конструктивна схема пропульсивної комбінованої установки з паровою поршневою машиною і паровою турбіною.

Робоча пара через паророзподільний золотник 1.4 поступає до циліндра високого тиску 1.1. Пара тисне на поршень і, розширюючись, змушує його рухатись вниз. Коли поршень приближується до своєї нижньої точки, золотник 1.5 змінює своє положення, і свіжа пара подається під поршень. Досягнувши низу, поршень під дією свіжої пари починає рухатися вгору. В той же час пара, що заповнювала раніше циліндр витісняється і йде до циліндра середнього тиску 1.2 і забезпечує рух його поршня так само, як і у циліндрі високого тиску. Те ж саме відбувається і в циліндрі низького тиску 1.3. Температура й тиск водяної пари на виході з кожного циліндра менші ніж на вході, а її об'єм суттєво зростає, що обумовлює більший розмір наступного циліндра.

Поршні здійснюють під час роботи рухи вгору і вниз. Вони за допомогою кривошипно-шатунних механізмів, які складаються із штоків 1.4, повзунів 1.5 і з'єднаних з колінчастим валом 1.7 шатунів 1.8, перетворюються в обертовий рух колінчастого вала. Впуск і випуск "свіжої" й "відпрацьованої" пари регулюються поршневими золотниками (клапанами) 1.5. Останні приводяться в дію від колінчастого вала за допомогою ексцентриків 1.10 через золотникові штанги 1.9. Для зниження нерівномірності обертання колінчастого вала слугує маховик 1.11.

Як видно, на рис. П1 зображена поршнева машина подвійної дії з триступеневим розширенням пари. У циліндрі високого тиску перегріта пара з тиском 15 бар і температурою 350 ° С знижує тиск і температуру до 6,6 бара і 251 ° С. Потім пара поступає в циліндр середнього тиску і виходить з нього ще в перегрітому стані з температурою 150 °С і тиском 2,4 бара. У циліндрі низького тиску в кінці процесу розширення пара частково конденсується; її параметри: 0,5 бара, 81 ° С і сухість 98 %. Подальше розширення водяної пари до тиску в конденсаторі 0,07 бара (що відповідає температурі 39 ° С) веде до суттєвого збільшення її об'єму – приблизно в 7 разів. Це потребувало б значного збільшення діаметра наступного (четвертого) циліндра.

По цій причині подальше використання енергії водяної пари здійснюється не в циліндрі, а в паровій чотириступеневій турбіні, в якій розширення проходить в області вологих парів – до вологості біля 8 %. Пара, що виходить з циліндра низького тиску, поступає через масляний фільтр (на рисунку не показано) в турбіну 4, потім в конденсатор 6, через який прокачується забортна вода.

Оскільки частота обертання турбіни (~ 5000 хв⁻¹) набагато вища, ніж поршневої парової машини (~ 100 хв⁻¹), то застосовано двоступеневий редуктор 2 з двома парами зубчастих коліс 2.1 і з фрикційною муфтою 2.2. Остання, на перехідних режимах, усуває різницю у частоті обертання, а також захищає зубці коліс від непередбачуваних короткотривалих випадкових навантажень й ударів, що виникають, наприклад, внаслідок нерівномірного навантаження гребного гвинта при виході його з води, тощо. Загалом, муфта призначена для передачі крутного моменту від ведучого вала до веденого та, що дуже важливо, для згладжування незначних поздовжніх, радіальних й кутових відхилень і крутильних коливань від гвинта та поршневої машини.

Механічна енергія від поршневої машини та парової турбіни передається через проміжний вал 3.1 і дейдвудний вал 3.2 на гребний гвинт 5. Упор від нього через ці вали й головний упорний підшипник 2.3 діє на корпус судна, що й забезпечує рух останнього.

При малих ходах і маневрах судна зміною положення перемикаючого клапана 7 відпрацьована в поршневій машині пара спрямовується безпосередньо до конденсатора.

Вказані параметри водяної пари – це одні з можливих. За таких параметрів потужність поршневої машини становить 75 %, а парової турбіни 25 %; коефіцієнт корисної дії такої комбінованої теплової машини, з урахуванням 10-відсоткових витрат у паровому котлі, сягає 40 %.

Робота комбінованої пропульсивної установки, зображеної на рис. П1, забезпечується в основному системою "пар – конденсат", основні складові якої: паровий котел, регенеративні теплообмінники, конденсатний та живильний насоси, трубопроводи, арматура, контрольно-вимірювальні прилади та інші.

На рис. 3.50 показано спрощено зміни параметрів водяної пари в машинно-турбінній установці (згідно з рис. П1). Процеси 1–1, 2–3 і 3–4 протікають відповідно у циліндрах високого, середнього та низького тиску, а процес 4–5 – у паровій турбіні. В циліндрах машини розширення пари майже повністю здійснюється в області перегрітих парів, а в турбіні вологість пари збільшується від 1,6 до 8,2 %. Точки 2', 3', 4' і 5' характеризують стан водяної пари при адіабатному (ізоентропійному) її розширенні.

Індикаторний (корисний) теплоперепад у кожному циліндрі однаковий, що необхідно для забезпечення однакової

потужності, і складає $(3150 - 2610):3 = 180$ кДж/кг. У паровій турбіні такий теплоперепад становить $2610 - 2380 = 230$ кДж/кг. Таким чином, відносна потужність машини – 70 %, а турбіни 30 %. Числа, наведені на рис. П2, одержані при таких внутрішніх (індикаторних) ККД: для циліндра високого тиску (процес 1–2) 83 %, для середнього (процес 2–3) 79 %, для низького (процес 3–4) 70 %, для турбіни (процес 4–5) 83 % і відповідають безрегенеративній схемі "пар – конденсат". ККД циліндра низького тиску менший головним чином внаслідок частковий конденсації водяної пари.

У машинно-турбінній установці мають місце втрати енергії на тертя, що оцінюються механічним ККД, який для парової машини складає 92...96 %, а для турбіни 97...98 %.

Для підвищення ефективності перетворення теплової енергії в механічну, як відомо, застосовується регенерація теплоти. На рис. 3.51 наведена установка з підігрівом живильної води часткою пари, яка відпрацьовала в циліндрах високого (2.1) і середнього (2.2) тиску. Оскільки у цьому випадку через кожний циліндр проходить різна кількість пари, то її параметри на цьому рисунку дещо відрізняються від тих, що наведені на рис. 3.49.

Пара з циліндра низького тиску 2.3 має незначну температуру (81°C), так що її використання для регенерації малоефективне. На цьому рисунку зображено паровий котел з природною циркуляцією. Він має пароперегрівник 1.1, випарник 1.2, економайзер 1.3, сепаратор пари 1.4 та підігрівник повітря 1.5, у якому відхідні гази суттєво охолоджуються, що забезпечує йому високий ККД – біля 95 %. Циркуляція води в установці забезпечується конденсатним насосом 5 і живильним насосом 6. Паливо подається до котла насосом 7, а повітря компресором 8.

Контрольне питання. Чи можливе у майбутньому застосування парових машин на судах?

© Шостак В.П., 2020



“[20] Ключові слова”

Technical drawing of a steam engine mechanism. The drawing shows a side view of the engine. Key components are labeled with numbers: 1 (cylinder block), 2.1 (connecting rod), 2.2 (crankshaft), 3.1 (piston), 4 (valve gear), 6 (condenser), 7 (pump). A blue arrow points to the right, labeled "Вихід конденсату" (Condensate outlet). A red arrow points to the left, labeled "Вхід пари" (Steam inlet).

6

Завдання. Прокоментувати все більший приріст ентропії по мірі розширення водяної пари в паровій машині.

© Шостак В.П., 2020

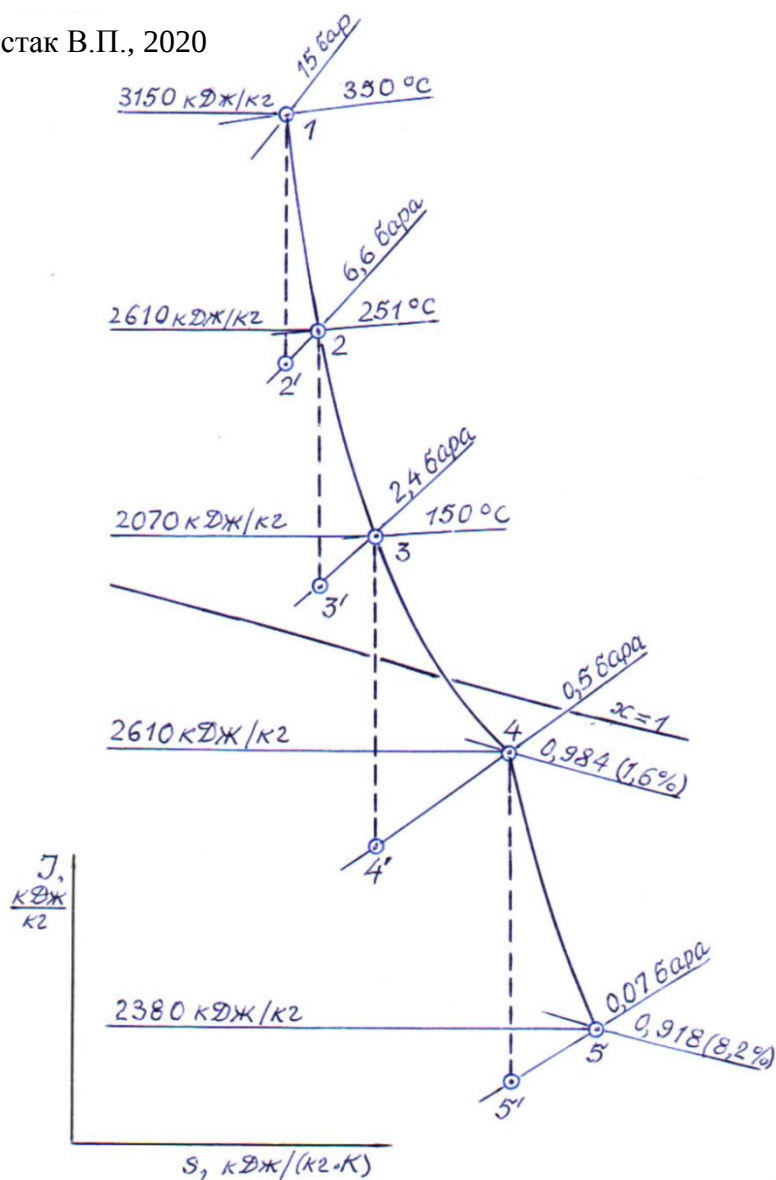


Рис. 3.50. Розширення пари в машинотурбінній установці (на діаграмі «ентальпія – ентропія»): I – ентальпія; s – ентропія; x – сухість пари 100 % (погранична крива)

Контрольне питання. Що визначають точки 2', 3', 4' і 5'?

Завдання. Завершити підпис рисунка 3.51.

© Шостак В.П., 2020

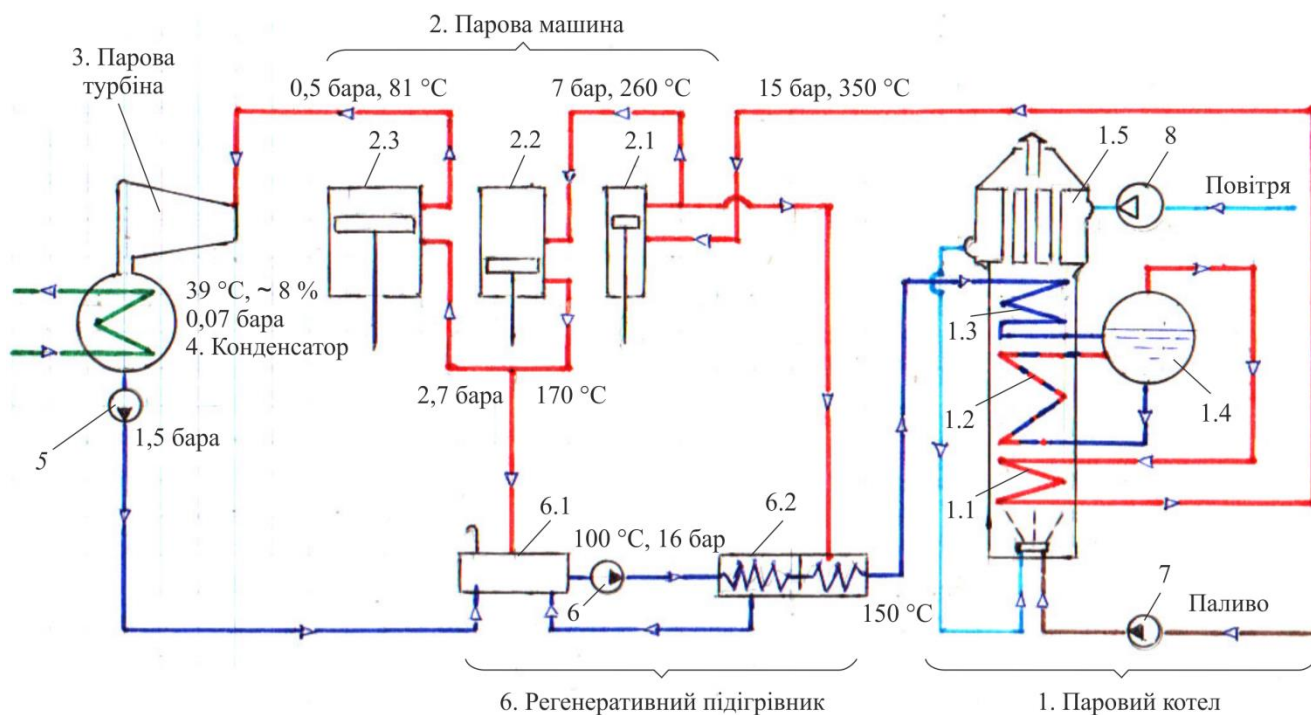


Рис. 3.51. Принципова схема основних систем для регенеративної машинно-турбінної установки: 1.1. – пароперегрівник; 1.2. – випарник; 1.3. –

Контрольне питання №1. Яка різниця між регенеративними підігрівниками 6.1 і 6.2?

Контрольне питання №2. Яким чином забезпечується рух води у паровому котлі?

Контрольне питання №3. Як змінюється потужність парової турбіни при переході судна з тропічної зони у високі широти?

4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК [4, 14]

Вступ.....	121
I. Технічне використання суднових дизельних установок.....	123
4.1. Підготовка дизельної установки до дії та пуск дизеля.....	123
4.2. Обслуговування дизеля і допоміжних систем під час роботи та стоянки.....	123
4.3. Обслуговування дизеля на режимах і за умов, відмінних від номінальних	125
4.4. Паливо, змащувальні матеріали, охолоджувальна вода.....	126
II. Технічне обслуговування суднових дизелів	126
4.5. Загальні вказівки по ТО.....	126
4.6. Вказівки по ТО окремих збірних одиниць і деталей.....	126
Увага!	126

Основні визначення

Під терміном "*експлуатація*", відповідно до Державного стандарту України (ДСТУ) 25866-83, у техніці мається на увазі стадія життєвого циклу технічного виробу, протягом якого реалізуються, підтримуються та відновлюються його якості. *Технічна експлуатація* – це частина експлуатації, що включає транспортування, зберігання, *технічне обслуговування* та *використання* й ремонт.

Згідно з цим *технічна експлуатація суднових дизельних установок* – це сукупність робіт, що виконуються в процесі *підготовки* до дії усіх елементів таких установок, *використання* їх з найбільшою ефективністю.

Основні задачі технічної експлуатації:

- підтримання всіх елементів СДУ у справному стані;
- забезпечення надійності та довговічності всіх елементів СДУ;
- раціональне використання змінно-запасних частин, палива та змащувальних масел;
- своєчасне виконання ремонтів і технічного обслуговування; контроль, регулювання та вибір оптимальних параметрів.

Ремонт, відповідно до ДСТУ 18322-78, – це комплекс заходів по відновленню технічного виробу.

ВСТУП

Експлуатація систем СЕУ складається з випробування їх на роботоздатність, підготовка до штатної експлуатації, виходу на режим роботи СЕУ, поточного контролю, діагностування, дефекації, планових та аварійних ремонтів тощо.

Експлуатація регламентується керівним документом – «Правила експлуатації суднових технічних засобів» (ПТЕ), які є обов'язковими для всіх членів машинної команди та співробітників берегової служби технічної експлуатації флоту (ТЕФ).

Системи пов'язують усі елементи енергетичної установки і забезпечують її роботу в залежності від режиму роботи судна. Експлуатація систем складається з технічного використання (ТВ) і технічного обслуговування (ТО); вона не відокремлюється від експлуатації головних і допоміжних дизелів.

Завдання. Доповнити тематично нижче наведені тексти (на «пустих» строчках») за власними міркуваннями (с. 122...126).

Загальні положення обслуговування основних систем СДУ

Обслуговування масляної системи

Падіння тиску масла в системі навіть на короткий час може визвати аварію дизеля. Тому спостереження за тиском повинно бути постійним. При цьому контролюють тиск масла до і після фільтрів. Також уважно треба слідкувати і за температурою масла. _____

Обслуговування системи охолодження

Головне в обслуговуванні системи охолодження – підтримка сталої температури води на виході з циліндрів, значення якої визначається інструкцією. Для МОД компанії MDT вона становить 80 ° С. Температура масла, що виходить із системи охолодження поршнів, не повинна перевищувати 90 ° С. _____

Обслуговування паливної системи

Суднові дизелі, як правило, працюють на важкому паливі, тож спостереження за системою паливopідготовки і якістю палива повинно бути об'єктом постійної уваги. Щоб запобігти випарюванню легких фракцій, що містяться в паливі, при його підігріві тиск палива повинен бути не менше 6 бар, а щоб запобігти обводненню палива тиск пари у підігрівнику повинен бути нижче тиску палива. _____

Обслуговування системи пуску, продувки, наддуву та випуску

Обслуговування та контроль за роботою системи полягає у підтримці в чистому стані повітряних фільтрів і в робочому стані турбокомпресорів. У випадку загоряння газів у продувочному ресивері чи у під поршневих порожнинах циліндрів двигун зупиняють і вмикають систему пожежогасіння. Для контролю якості горіння у циліндрі один раз за вахту перевіряють колір відхідних газів. _____

I. ТЕХНІЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

4.1. Підготовка дизельної установки до дії та пуск дизеля.

Підготовка дизеля до роботи після розбирання або ремонту повинна проводитися під безпосереднім наглядом механіка, у завідуванні якого знаходиться дизель. При цьому треба впевнитися в тому, що:

– при прокачуванні маслом при відкритих картерних щитах масло поступає до всіх підшипників і інших точок змащення;

4.1.1. Підготовка масляної системи:

– перевірити рівень масла в стічних цистернах;

4.1.2. Підготовка системи водяного охолодження:

– підготувати до роботи холодильники та підігрівники, установити на трубопроводах клапани й крани в робоче положення;

4.1.3 Підготовка паливної системи:

– спустити відстій із витратних паливних цистерн, перевірити рівень палива та при необхідності поповнити цистерни;

4.1.4. Підготовка системи пуску, продування, наддуву, випуску:

– перевірити тиск повітря в пускових балонах, продути із балонів конденсат;

4.2. Обслуговування дизеля і допоміжних систем під час роботи та стоянки.

4.2.1. Загальні положення.

4.2.1.1. Під час роботи дизеля необхідно періодично контролювати:

– тиск масла, яке йде на змащення дизеля та охолодження поршнів;

4.2.1.2. Необхідно періодично звіряти показання контрольно-вимірювальних приладів, установлених у ЦПУ, з приладами, встановленими на дизелі.

4.2.1.3. На ходу судна запірний клапан одного із пускових повітряних балонів головного дизеля повинен бути постійно відкритим.

4.2.2. Введення в режим експлуатаційного навантаження.

4.2.2.1. При введенні дизеля в режим необхідно особливо уважно контролювати температури випускних газів, охолоджувальної води.

4.2.3 Обслуговування дизеля.

4.2.3.1 Необхідно періодично брати проби відпрацьованого масла з поршневих порожнин або продувного ресивера, де це можливо.

Необхідно періодично

4.2.4. Обслуговування системи змащення.

4.2.4.1. Потрібно постійно підтримувати тиск і температуру масла у заданих межах,

4.2.4.2.

4.2.5. Обслуговування систем охолодження.

4.2.5.1. Потрібно постійно підтримувати тиск і температуру охолоджувальної води (а також масла, палива) в системах охолодження дизеля та турбокомпресорів.

4.2.5.2.

4.2.6. Обслуговування паливної системи.

4.2.6.1. Необхідно слідкувати за рівнем палива в витратній цистерні; своєчасно поповнювати її.

4.2.6.2. Просочення палива, виявлені в трубах й з'єднаннях й арматурі, повинні негайно ліквідуватися.

4.2.7. Обслуговування систем пуску та продувки (наддуву).

4.2.7.1. Після пуску дизеля, а потім періодично, необхідно перевіряти навіщомацки температуру труб, які підводять повітря до циліндрів. Підвищене нагрівання труби свідчить про пропускання газів через пусковий клапан.

4.2.8. Підготовка до маневрів і зупинка дизеля.

4.2.8.1. Після одержання з містка сигналу про те, що дизель більше не потребується, необхідно:

– продовжувати прокачувати дизель охолоджуючою водою (маслом) і циркуляційним маслом до тих пір, поки _____

4.2.9. Обслуговування дизеля і допоміжних систем під час стоянки.

4.2.9.1. Під час стоянки необхідно _____

4.3. Обслуговування дизеля на режимах і за умов, відмінних від нормальних.

4.3.1. Робота дизеля з перевантаженням.

4.3.1.1. Необхідно підсилити нагляд за температурою випускних газів, масла до та після холодильника, _____

4.3.2. Робота дизеля при малому навантаженні та на холостому ходу.

4.3.2.1. Тривала робота на малому навантаженні не рекомендується.

4.3.2.2.

4.4. Паливо, змащувальні матеріали , охолоджувальна вода.

4.4.1. Дизель повинен працювати на тих сортах палива та змащувальних матеріалах, які рекомендуються інструкцією.

4.4.2.

II. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ

4.5. Загальні вказівки по ТО.

4.5.1. Усі зняті з дизеля і його систем деталі повинні бути ретельно промарковані, очищені, промиті, а потім

4.6. Вказівки по ТО окремих збірних одиниць і деталей.

4.6.1. При ТО впускних і випускних клапанів необхідно звертати особливу увагу на стан посадочних полів.

УВАГА! Знання та виконання ПТЕ обов'язкові для членів екіпажів морських суден і посадових осіб судновласника.

Правила технічної експлуатації спрямовані на забезпечення безпеки людей, судна, перевезення вантажів і охорони навколишнього (оточуючого) середовища.

Правила технічної експлуатації спрямовані

СПИСОК ДОДАТКОВОЇ, ЗАЛУЧЕНОЇ СТУДЕНТОМ, ЛІТЕРАТУРИ

[Д1]

[Д2]

ВИСНОВОК

Вивчення дисципліни «Системи СДУ» з використанням робочого зошита сприяло розширенню знань по судновій енергетиці та економії часу.

Контрольне питання №1. Наскільки робочий зошит полегшив, на ваш погляд, вивчення дисципліни і чому?

Контрольне питання №2. Чи вважаєте ви доречним використання кольору (фломастерів, кольорових олівців) при вивченні схем систем СДУ?

Контрольне питання №3. У якому напрямку, на ваш погляд, будуть розвиватися системи зі специфічним обладнанням СДУ?

Навчальне електронне видання
комбінованого використання

Шостак Володимир Павлович
Кісарова Альона Ігорівна

СИСТЕМИ
СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК.
РОБОЧИЙ ЗОШИТ

За редакцією проф. В.П. Шостака

Комп'ютерне складання та верстання – А.І. Кісарова

Один електронний оптичний диск
(DVD – ROM), об'єм даних 57,0 Мб. Тираж
10 прим. Видавець і виготовлювач ФОП Ємельянова Т.В. _____