

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи

з дисципліни

«АВТОГАЛЬМА РУХОМОГО СКЛАДУ»

Частина 2

Харків – 2023

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри інженерії вагонів та якості продукції 30 січня 2023 р., протокол № 5.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти спеціальності 273 «Залізничний транспорт» першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання.

Укладачі:

доц. В. Г. Равлюк,
старш. викл. Я. В. Дерев'янчук

Рецензент

проф. А. О. Ловська

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Пристрої живлення гальм стисненим повітрям

1 Мета роботи

Вивчення принципу дії та характеристик основних типів локомотивних компресорів, регулюючих і запобіжних пристроїв у компресорних установках (КУ). Засвоєння методики перевірки продуктивності компресорів.

2 Зміст роботи

2.1 Матеріальне забезпечення

Компресор КТ6 (натуральний вигляд), макет компресора КТ6 (у розрізі), клапани компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл, масляний насос компресорів КТ6, КТ6Эл, регулятори тиску ЗРД та АК-11Б, компресор ПК-5,25; ПК-3,5 та ПК-1,75 (натуральний вигляд), випробувальний стенд, набір плакатів і стендів.

2.2 Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Автогальма рухомого складу», набір плакатів, підручники і навчальні посібники [1-6].

2.3 План виконання роботи

2.3.1 Самостійно ознайомитися з типами сучасних компресорних установок.

2.3.2 Використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи і посібники [3-7] самостійно заповнити відповідні місця в Журналі лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху» [8].

2.3.3 Оформлений Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху» **подати викладачеві** до того, як приступити до виконання лабораторної роботи. Правильно оформлений Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху», а також знання матеріалу в обсязі, вказаному в пункті 2.3.1, **є допуском до виконання лабораторної роботи**. Здобувачі, які не засвоїли матеріал і не підготували Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху, **до виконання лабораторної роботи не допускаються**.

2.3.4 За оформленим журналом вивчити будову та принцип дії локомотивних компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл, масляного насоса компресорів КТ6, КТ6Эл, регуляторів тиску ЗРД та АК-11Б, а також розрахувати продуктивність одного з компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл і заповнити таблиці.

2.3.5 За результатами розрахунку продуктивності виконати порівняльний аналіз величини з нормативами.

2.3.6 Завершити оформлення звіту і здати залік з лабораторної роботи.

2.3.7 Залік слід отримати протягом відведеного розкладом часу.

3 Порядок виконання роботи

3.1 Компресорні установки локомотивів

Стиснене повітря використовується для передачі керуючих сигналів у гальмовій системі й одночасно є носієм енергії для створення гальмової сили. У гальмах залізничного рухомого складу використовується стиснене повітря тиском до 1,0 МПа. Наявність витоків у місцях з'єднання гальмових магістралей окремих одиниць рухомого складу й велика довжина поїздів сприяють значним витратам стисненого повітря під час руху поїзда. Крім гальмових систем, стиснене повітря витрачається також на службові потреби локомотива, наприклад подачу звукових сигналів, роботу склоочисників, пісочниць, електроконтактників і механізму опускання пантографа на електровозі (таблиця 1).

Таблиця 1 – Витрати стисненого повітря при русі поїзда

Споживач	Величина витрат, м ³ /хв
Поповнення витоків з гальмової магістралі	0,02 на один чотиривісний вагон
Гальмування	1,0 – 1,5
Службові потреби	0,8 – 1,1
Тифон	8 – 11
Пісочниця	4 – 6
Свисток	3 – 5

3.2 Призначення та склад компресорної установки

Для одержання стисненого повітря необхідних параметрів застосовуються компресорні установки, до складу яких входять компресор, пристрої для охолодження, сушіння та очищення стисненого повітря,

головні резервуари, запобіжні та регулюючі прилади, трубопроводи, кранові арматури й манометри.

3.3 Компресори КТ6, КТ7 і КТ6Эл

Компресори призначені для забезпечення гальмової системи поїзда та інших споживачів стисненим повітрям (додаток А). Компресор КТ6 установлений на тепловозах ТЭЗ, ТЭ7, ТЭМ1 і ТЭМ2, компресори КТ7 – на тепловозах ТЭ10, 2ТЭ10Л, 2ТЭ116 і М62, а компресор КТ6Эл – електровозах ВЛ60, ВЛ80, ВЛ8 і ВЛ10.

Компресори КТ6 і КТ7 приводяться в дію від колінчастого вала дизеля локомотива. Компресор КТ7 одержує ліве обертання колінчастого вала (якщо спостерігати з боку привода) замість правого у компресорі КТ6. Ця обставина спричинила зміну в будові вентилятора і окремих деталей масляного насоса. В іншому будова компресорів КТ6, КТ7 і КТ6Эл однакова.

Будову і роботу цих компресорів розглянемо на прикладі компресора КТ6 (рисунок 1). Компресор типу КТ6 складається з корпусу 18, до якого приєднані два циліндри 29 I ступеня стиснення і один циліндр 6 II ступеня стиснення. Циліндри I ступеня стиснення нахилені під кутом між ними 120°, мають охолоджувальні ребра, розташовані на твірній, внутрішній діаметр 198 мм. Циліндр II ступеня стиснення має охолоджувальні ребра кільцеві, діаметр внутрішній 155 мм. Циліндри закриті кришками 1 і 4. До кришок 1 циліндрів I ступеня стиснення приєднані фільтри 9 перед всмоктувальними клапанами. Для приєднання трубопроводів від регулятора тиску ум. № 3РД призначений трійник 15.

У циліндрах розташовані поршні 2 і 5, ущільнені двома компресійними кільцями, розміщеними в канавках біля головки, і двома маслосніжними. Поршні приєднані до шийки колінчастого вала 19 за допомогою вузла шатунів 7.

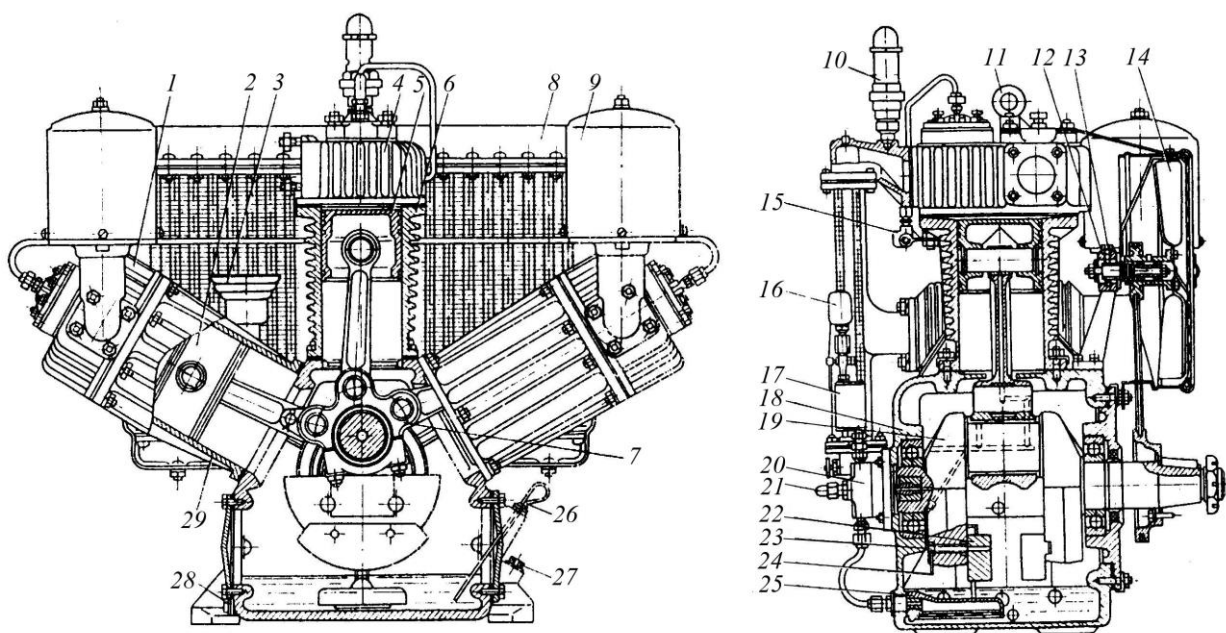


Рисунок 1 – Компресор КТ6

Між циліндрами першого ступеня стиснення 29 і другого ступеня 6 розташований холодильник 8 проміжного охолодження стисненого повітря.

Для охолодження циліндрів і проміжного холодильника компресора застосовується вентилятор 14, закріплений на кронштейні 12. Вентилятор приводиться в дію від колінчастого вала компресора за допомогою клинопасової передачі, натягування паса якої регулюється гвинтом 13.

Внизу в корпусі компресора знаходиться масло для забезпечення змащування компресора. Воно заливається через отвір із заглушкою 27, виливається через отвір із заглушкою 28, а рівень масла визначається маслопоказчиком 26.

Для змащування деталей компресора застосовується змішана система. Під тиском змащується шатунна шийка колінчастого вала, пальці причіпних шатунів і поршневі пальці. Для цього застосовується масляний насос 20, що всмоктує масло з картера компресора через фільтр 25 і нагнітає в масляні канали. Величина тиску масла обмежується редукційним клапаном 21, а визначається за показаннями манометра 16, для недопущення коливань стрілки манометра передбачений бачок 17.

Інші деталі змазуються за рахунок розбризкування масла. Для цього на колінчастому валу закріплені за допомогою гвинтів 23 зі шплінтами 24 балансири 22. Під час обертання колінчастого вала компресора балансири 22 вдаряють по дзеркалу масла, воно розбризкується і осідає на всі внутрішні поверхні циліндрів. Маслознімні поршневі кільця забезпечують знімання надлишкового масла з внутрішньої поверхні циліндрів і рівномірне її змазування. За рахунок цього забезпечується змазування компресійних кілець.

Для недопущення утворення збиткового тиску в корпусі (картері) компресора передбачений сапун 3, приєднаний до корпусу 18. Для монтажу компресора передбачений римболт 11.

У кришках 1, 4 циліндрів компресора розташовані камери (рисунок 2) всмоктувальних 7 і нагнітальних 9 клапанів. Всмоктувальні клапани закріплені за допомогою спеціальних стаканів і упорних гвинтів. Вони доповнюються розвантажувальними пристроями, що складаються з кришки 14, гумової діафрагми 1, поршня 2, стяжного болта 4, упорів 5 і 8, пружин 3 і 6. Нагнітальні клапани закріплені упорами 11 і упорними болтами 13, розташованими у кришці 12 камери нагнітальних клапанів.

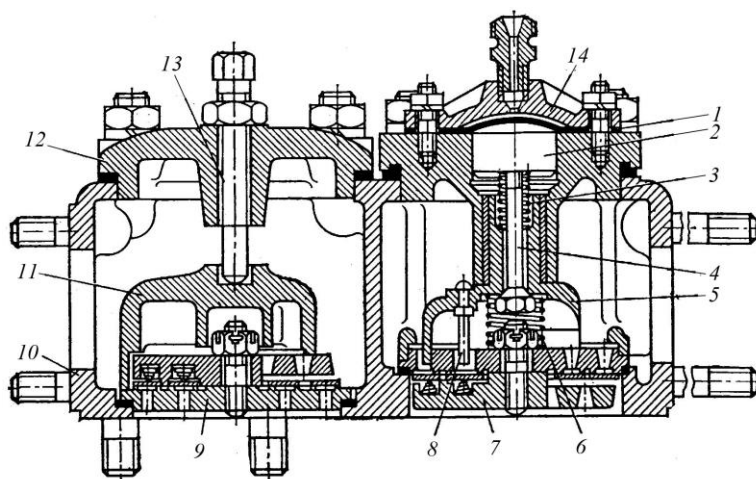


Рисунок 2 – Клапанна коробка першого ступеня стиснення

Будова клапанів показана на рисунку 3. Кожен клапан складається з сідла 1, великої клапанної пластини 2, малої клапанної пластини 3, пружини 4 і упора клапанних пластин 5.

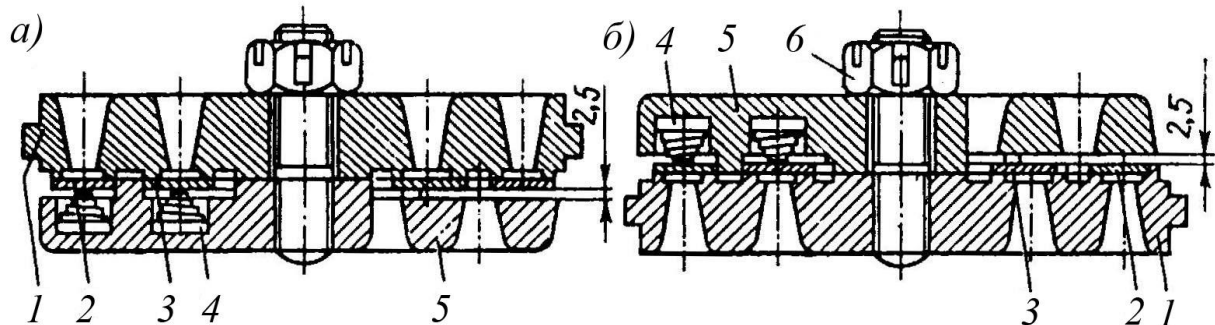


Рисунок 3 – Всмоктувальний (а) і нагнітальний (б) клапани компресорів КТ6, КТ7 і КТ6Эл

Вузол шатунів (рисунок 4) складається зі з'єднувальної головки 4 з кришкою 15 і прокладками 16, розміщеної на шийці колінчастого вала 19 (рисунок 1). До головки приєднані ведучий 1 і причіпний 5 шатуни. У головках шатунів запресовані втулки 6 для приєднання поршнів. Нижні головки шатунів з'єднуються з головкою 4 за допомогою пальців 14, що фіксуються гвинтами 13. У з'єднувальній головці 4 розміщений верхній 12 і нижній 11 вкладиші. Нижній вкладиш зафіксований штифтом 10.

Завдяки застосуванню з'єднувальної головки 4 усі циліндри компресора розташовані в одній площині, що значно поліпшує умови його роботи.

У колінчастому валу компресора, з'єднувальній головці і шатунах просвердлені канали, до яких надходить масло від масляного насоса.

Масляний насос (рисунок 5) приєднується до корпусу компресора фланцем 3, а валиком 5, у якому просвердлений осьовий канал, з'єднується з колінчастим валом компресора. Між фланцем 3 і кришкою насоса розташований корпус насоса 2, у порожнині якого розміщені лопаті 8, з'єднані з валиком за допомогою штифта 7.

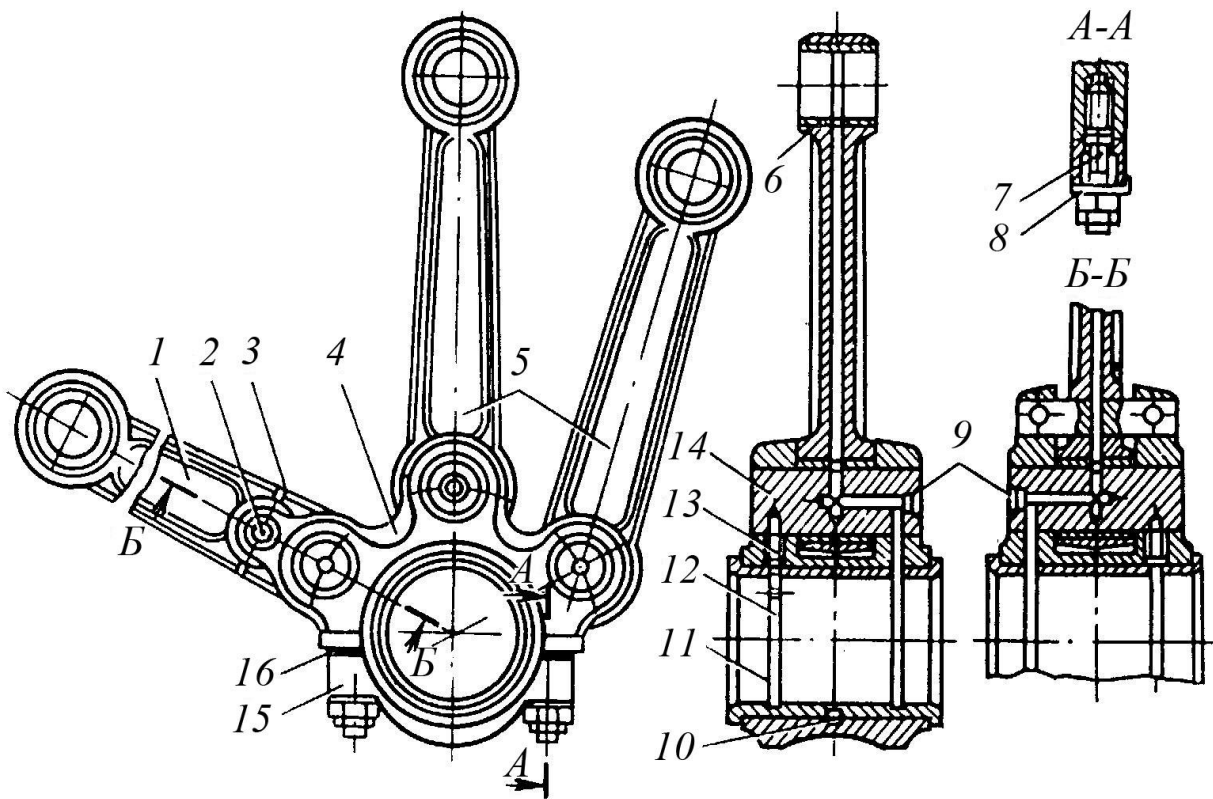


Рисунок 4 – Вузол шатунів компресорів КТ6, КТ7, КТ6ЭЛ

Центр перерізу валика розташований ексцентрично відносно центра внутрішнього перерізу корпусу 2 насоса. Під дією пружини 4, розташованої між лопатями 8, вони щільно притискаються до внутрішньої поверхні корпусу насоса і розділяють внутрішню порожнину на дві частини. Під час обертання валика об'єм порожнини однієї частини збільшується, відбувається зниження тиску і забезпечується всмоктування масла з корпусу компресора. У той же час у другій частині об'єм порожнини зменшується, відбувається стиснення масла, і воно нагнітається в осьовий канал валика 5 до манометра і редукційного клапана 10. Редукційний клапан вгвинчений у кришку насоса 1 і ущільнений прокладкою 9. Він призначений для обмеження тиску масла, що надходить до шарнірних вузлів компресора.

Для правильного складання насоса передбачені контрольні штифти 11, а з'єднання кришки 1, корпусу 2 і фланця 3 забезпечується за допомогою чотирьох шпильок 12.

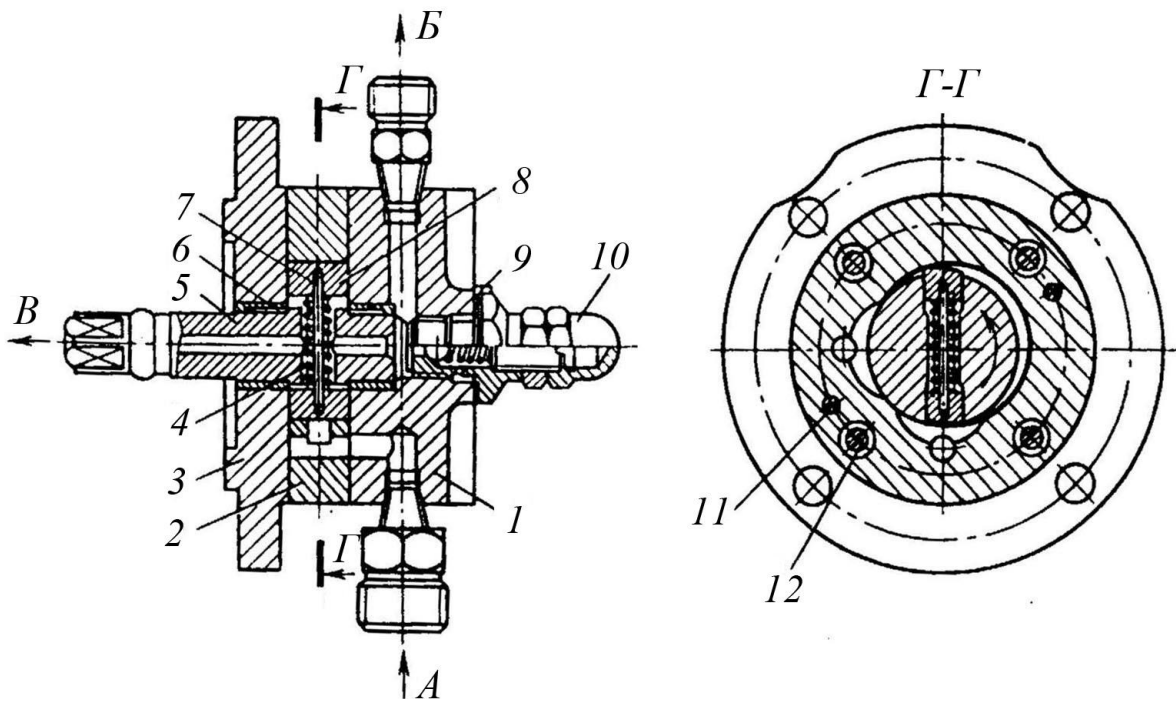


Рисунок 5 – Масляний насос компресорів КТ6 і КТ6Эл

Охолодження стисненого повітря після I ступеня стиснення забезпечується холодильником (рисунок 6). Холодильник складається з лівої 1 і правої 3 секцій радіаторного типу, приєднаних через прокладки до верхнього колектора 9. Кожна секція складається з 22 мідних трубок 8, розвальцьованих разом з латунними втулками у двох фланцях 6 нижнього і 10 верхнього колекторів. На трубках навиті і припаяні латунні стрічки, що утворюють ребра для збільшення поверхні тепловіддачі.

Для обмеження величини тиску в холодильнику на верхньому колекторі встановлений запобіжний клапан 13, відрегульований на тиск 0,45 МПа. Фланцями патрубків 7 і 15 холодильник кріпиться до клапанних коробок циліндрів I ступеня стиснення, а фланцями 12 верхнього колектора – до клапанної коробки циліндрів II ступеня стиснення. У нижніх колекторах поставлені випускні крани 16 для продування секцій і нижніх колекторів, а також випускання вологи і масла, що накопичуються в колекторах.

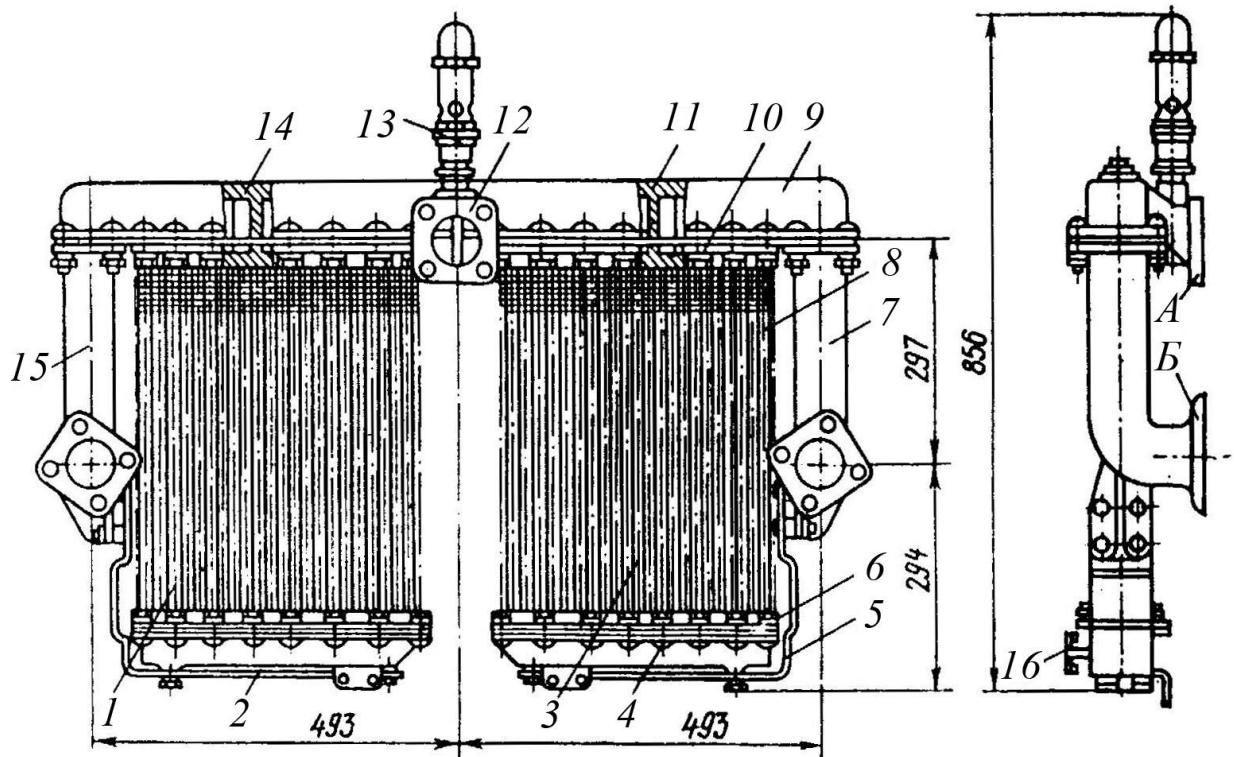


Рисунок 6 – Холодильник компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл

Нагріте стиснене повітря з циліндрів I ступеня надходить через нагнітальні клапани в лівий і правий патрубки холодильника, а з них у верхній колектор 9. У колекторі перегородки 11 і 14 поділяють його на три камери. Повітря з крайніх камер направляється в нижні колектори по 12 трубках кожної секції. З нижніх колекторів по 10 трубках воно направляється у середню камеру верхнього колектора. При проходженні через трубки холодильника повітря охолоджується. Із середньої камери верхнього колектора повітря через всмоктувальний клапан надходить у циліндр II ступеня компресора. Після повторного стиснення повітря нагнітається в головні резервуари.

3.4 Регулятор тиску ЗРД

На тепловозах з приводом компресора від дизеля локомотива застосовується регулятор тиску ЗРД (рисунок 7). Він забезпечує

переведення роботи компресора на холостий режим при досягненні максимально допустимого тиску в головних резервуарах і переводить компресор на робочий режим (забезпечення компресії) при зниженні тиску в них до мінімальної величини, при якій забезпечується нормальна робота гальмової системи.

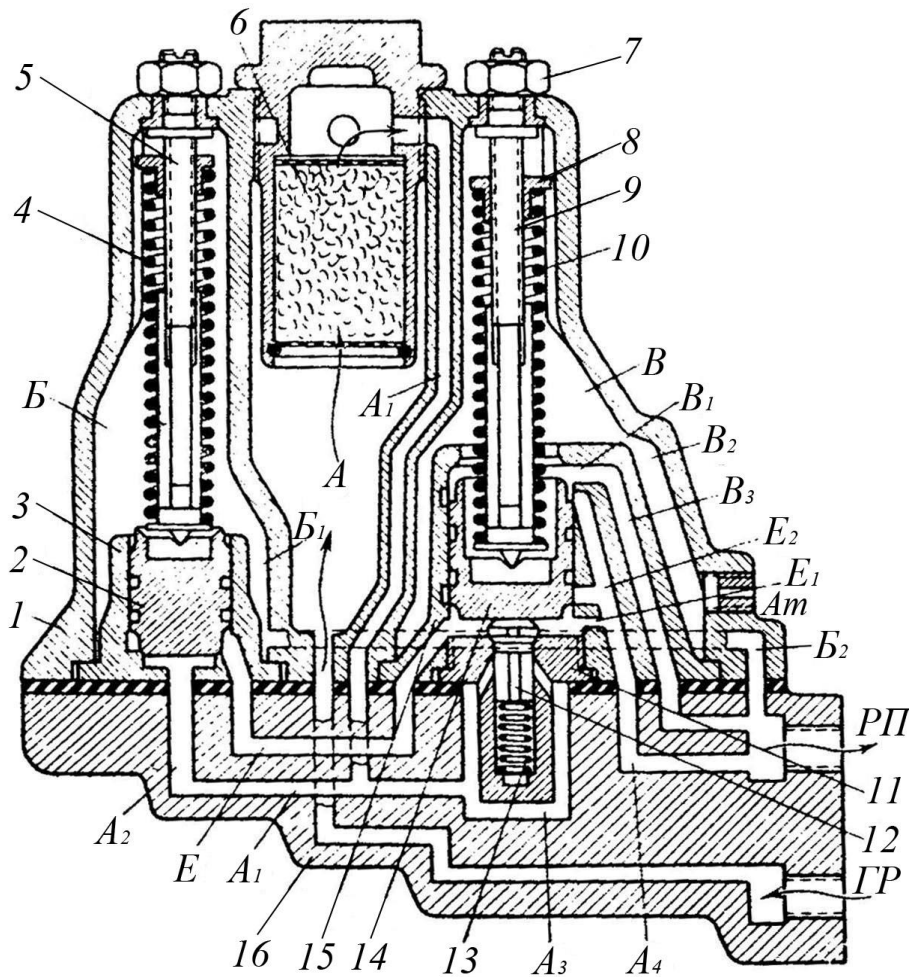


Рисунок 7 – Регулятор тиску ЗРД

Регулятор тиску складається з корпусу 1, плити 16, до якої приєднані дві труби: одна від головних резервуарів (ГР), друга приєднана до штуцера розвантажувального пристрою (РП) всмоктувальних клапанів циліндрів компресора. У корпусі регулятора розташовані три камери: у камері Б розміщений вимикальний клапан 2, камері В – вимикальний клапан 14,

камері А – фільтр 6. Вимикальний клапан навантажений пружиною 4, зусилля якої регулюється гвинтом 5. Гвинт 5 обертається за допомогою викрутки і по його нарізці переміщується гайка 8 з виступом, який зміщується по вертикальному пазу корпусу. Вимикальний клапан притискається до сідла під тиском пружини 10, що дорівнює тиску в головних резервуарах 0,85 МПа. Так само регулюється вимикальний клапан обертанням гвинта 9 і стисненням пружини 10, що регулюється на мінімальний тиск у головних резервуарах 0,75 МПа. Після регулювання положення регулювальних гвинтів фіксується контргайками 7, розташованими на верхніх нарізних частинах останніх.

Повітря з головних резервуарів надходить до камери А, через фільтр 6 каналами А1 і А2 – під вимикальний клапан 2, а каналом А3 – під зворотний клапан 12. У цей час камера Б каналами Б1, Б2, В3 і В1 з'єднується з камерою В, що каналом В2 з'єднана з атмосферним отвором Ат. Камери Б, В і камера над діафрагмою 1 розвантажувального пристрою (рисунок 2) компресора з'єднані з атмосферою.

При досягненні в головних резервуарах і каналі А2 тиску 0,85 МПа клапан 2 під дією повітря на зменшену площу відійде від свого сідла. Після цього тиск повітря розповсюдиться на всю площу клапана 2, внаслідок чого піднімання клапана у верхнє положення відбувається швидко і чітко. Після піднімання клапана 2 відбувається таке:

- стиснене повітря з головних резервуарів каналами А1 і А2 надійде до каналу Е і далі під клапан 14, пружина якого відрегульована на тиск 0,75 МПа;

- клапан 14 стисне пружину і переміститься у крайнє верхнє положення, його верхня кромка притиснеться до сідла і роз'єднає канал В1 з камерою В і атмосферою (рисунок 8);

- одночасно з переміщенням клапана 14 відкриється зворотний клапан 12, і повітря з головних резервуарів по каналу А2 і А3, через отвори

E1 і E2 буде надходити до каналу A4 і далі до камери над діафрагмою розвантажувального пристрою (рисунок 2);

- одночасно повітря каналами B2 і B1 надходить до камери Б. Під дією пружини 4 клапан 2 переміщується вниз і роз'єднує канали A2 і E.

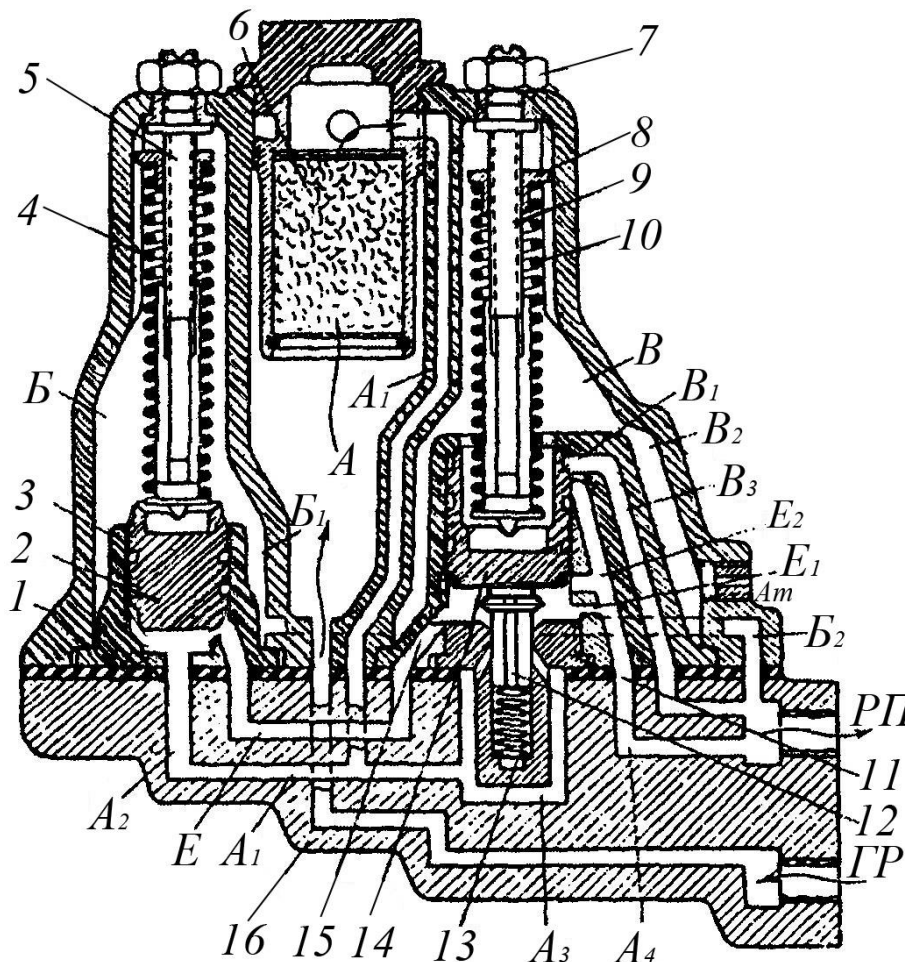


Рисунок 8 – Регулятор тиску ЗРД під час спрацювання

Після закриття клапана 2 повітря з головних резервуарів буде надходити до розвантажувального пристрою з каналу A1, через канал A3, клапан 12 і канал A4.

Під дією стисненого повітря діафрагма 1 (рисунок 2) прогнеться вниз і забезпечить переміщення вниз поршня 2 разом із упором 5 і 8. Упори відтиснуть пластини всмоктувальних клапанів від сідла 1

(рисунок 3) і будуть утримувати їх у такому стані доти, поки буде стиснене повітря над діафрагмою 1. Компресор буде працювати без стиснення повітря, оскільки всмоктування повітря в циліндри і випускання його з циліндрів буде відбуватися через всмоктувальні клапани. Після зниження тиску в головних резервуарах до 0,75 МПа, на який відрегульована пружина 10 вмикального клапана 14, останній переміститься вниз і перемістить зворотний клапан 12, що притиснеться до сідла 11. При цьому відбудеться таке:

- канал АЗ перекривається клапаном 12, і головні резервуари від'єднуються від розвантажувального пристрою;

- камера Б каналами Б1, Б2, В3 і В1 з'єднується з камерою В. Стиснене повітря з камери над діафрагмою розвантажувального пристрою і камери В вийде в атмосферу. Під дією пружини 6 поршень 2 з упорами 5 і 8 (рисунок 2) переміститься вгору, звільнивши пластини клапанів. Пластини під дією власних пружин притиснуться до сідла, і компресор знову буде працювати на стиснення повітря до моменту досягнення тиску в головних резервуарах 0,85 МПа.

Регулювання граничних величин тиску повітря в головних резервуарах виконується такими способами. Для вимикання компресорів при тиску 0,85 МПа в головному резервуарі крутять стрижень 5 проти годинникової стрілки до посадки клапана 2 на сідло. Для вмикання компресора при тиску 0,75 МПа у головних резервуарах крутять стрижень 9 за годинниковою стрілкою до моменту вмикання компресора. Після регулювання стрижні 5 і 9 закріплюють контргайками 7.

3.5 Регулятор тиску АК-11Б

Тиск повітря в головних резервуарах на електровозах, електропоїздах і тепловозах з приводом компресора електродвигуна підтримується

автоматично в установлених межах за допомогою регулятора тиску АК-11Б. Регулятор забезпечує відключення електродвигуна від електричної мережі при досягненні тиску в головних резервуарах 0,9 МПа, а при зниженні тиску до 0,75 МПа підключає електродвигун до електричної мережі.

Регулятор тиску АК-11Б (рисунок 9) змонтований на пластмасовій плиті 1 із захисним пластмасовим кожухом 5. Фланець 13, до якого приєднується повітропровід від головних резервуарів, разом із гумовою діафрагмою 14 прикріплений до плити чотирма гвинтами. Тиск повітря з головних резервуарів у камері під діафрагмою діє на рухомий шток 11.

На плиті закріплені стояк 3 з гвинтом 4, нерухомий електричний контакт 2, а також два стояки 15, з'єднані зверху металевою планкою 9, і напрямна 12, у які переміщується пластмасовий шток 11. Регулювальна пружина 6 одним торцем упирається в гніздо на штоці, другим – у рухому планку 7. У верхній металевій планці 9, прикріпленій до стояків 15 гайками 16, розташований гвинт 8 для регулювання зусилля пружин 6. Вильчастий важіль 19 має дві осі: рухому 10 у штоці 11 і нерухому 20 у напрямній 12. Підковоподібний рухомий контакт 17 притиснутий контактною пружиною 18 до важеля 19.

За відсутності тиску в головних резервуарах контактний механізм регулятора займає положення, показане на рисунку 10. Деталі мають позначки ті самі, що і на рисунку 9. Зусиллям пружини 6 шток 11 відтиснутий вниз, а осьова лінія пружини 18 і осьова лінія важеля 19 перетинаються в центрі осі повороту 20 важеля під кутом альфа ($\alpha = 20^\circ$). Рухомий контакт 17 надійно притискається до нерухомого 2 пружиною 18, тобто контакти увімкнуті.

При підвищенні тиску в головному резервуарі шток 11 поступово переміщується вгору разом з рухомою віссю 10 (рисунок 10, а). Важіль 19 обертається відносно нерухомої осі 20, кут α зменшується.

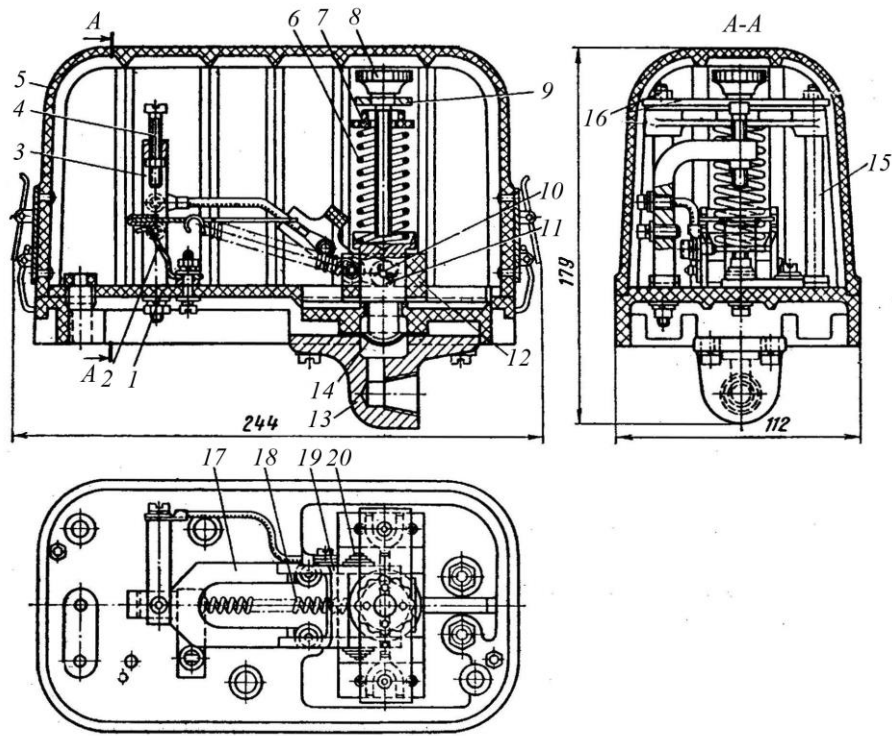


Рисунок 9 – Регулятор тиску АК-11Б

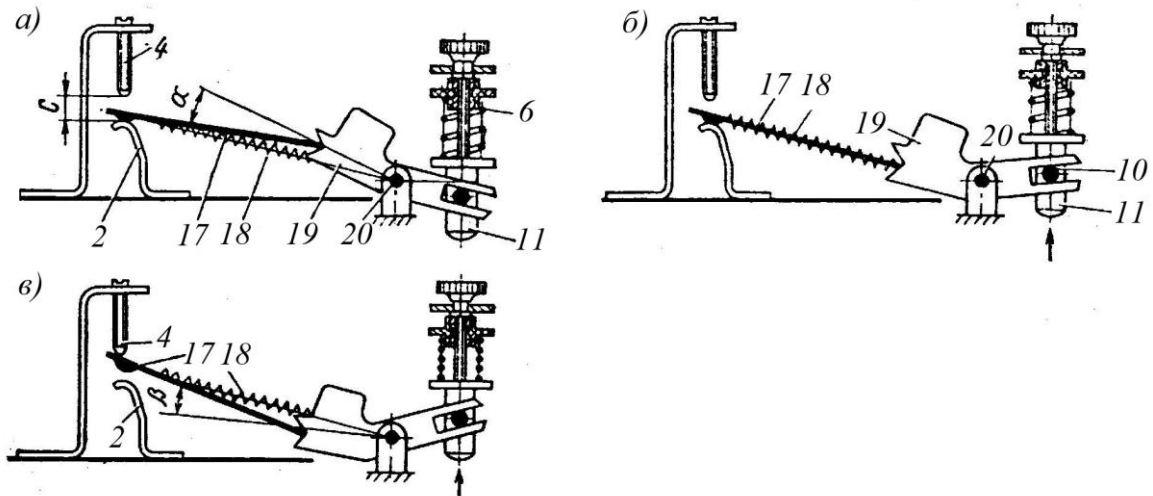


Рисунок 10 – Схема регулятора тиску АК-11Б

Як тільки він стане рівним 0^0 , тобто вісь пружини 18 суміститься з віссю важеля 19, система набуде нестійкого положення (рисунок 10, б). При подальшому незначному переміщенні штока вгору пружина 18 швидко перекине рухомий контакт 17 від нерухомого 2 до гвинта 4, тобто

відбудеться вимикання контактів (рисунок 10, в). Величини кутів α і β визначають величини зусиль пружини 18 і натиснення контактів.

Дія регулятора забезпечується відповідно до установлених меж тиску в головних резервуарах. Величину тиску, при якому компресор вимикається, регулюють за допомогою гвинта 8 і пружини 6, а тиск, при якому він вмикається, – величиною зазора між гвинтом 4 і нерухомим контактом 2.

3.6 Будова та робота компресорів ПК-5,25, ПК-3,5, ПК-1,75

У гальмовій лабораторії кафедри інженерії вагонів та якості продукції для отримання стисненого повітря використовують компресори ПК-5,25, ПК-3,5 та ПК-1,75.

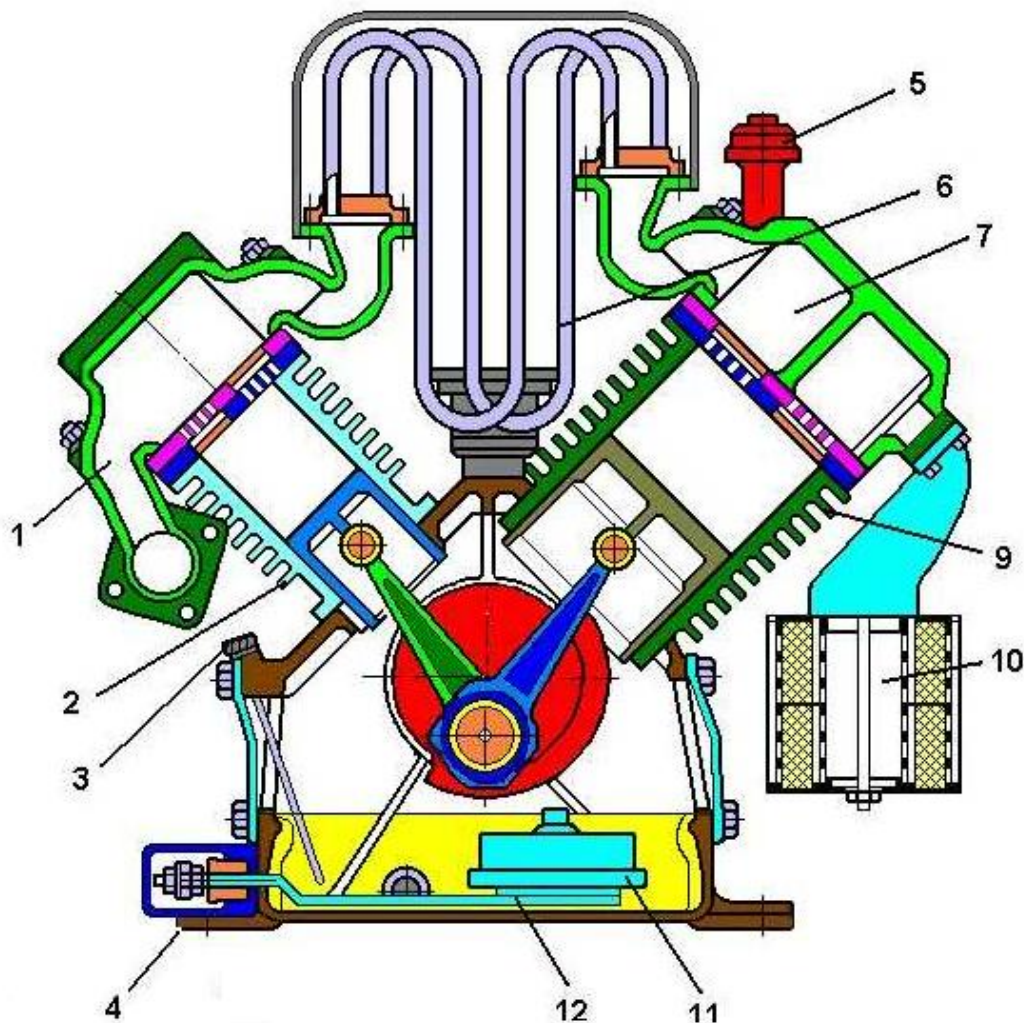
Компресор ПК-5,25 шестициліндровий, двоступінчастий, поршневий з V-подібним розташуванням циліндрів, має три пари циліндрів: три високого тиску і три низького тиску, що мають повітряне охолодження та проміжне охолодження стисненого повітря між циліндром низького і високого тиску в трубчастому холодильнику. У цього типу компресора привод здійснюється від дизеля або електродвигуна.

Встановлюються поршневі компресори ПК 5,25 на електричних пасажирських тепловозах ТЕП80, ТЕП75, ТЕП70 і тепловозах гідравлічних серії ТГМ6 (А, В, Д). Компресор розташовується на всіх модифікаціях тепловозів ТГМ6 в машинному приміщенні і обертається на ТГМ6В і ТГМ6Д від додаткової гідромуфти чи гідроредуктора на ТГМ6А.

Компресор ПК-3,5 відрізняється від ПК-5,25 меншою кількістю пар циліндрів, дві пари замість трьох (два високого тиску і два низького тиску); має 2/3 продуктивності та потужності компресора ПК-5,25; використовується для отримання стисненого повітря на тепловозах з гідропередачею промислового транспорту.

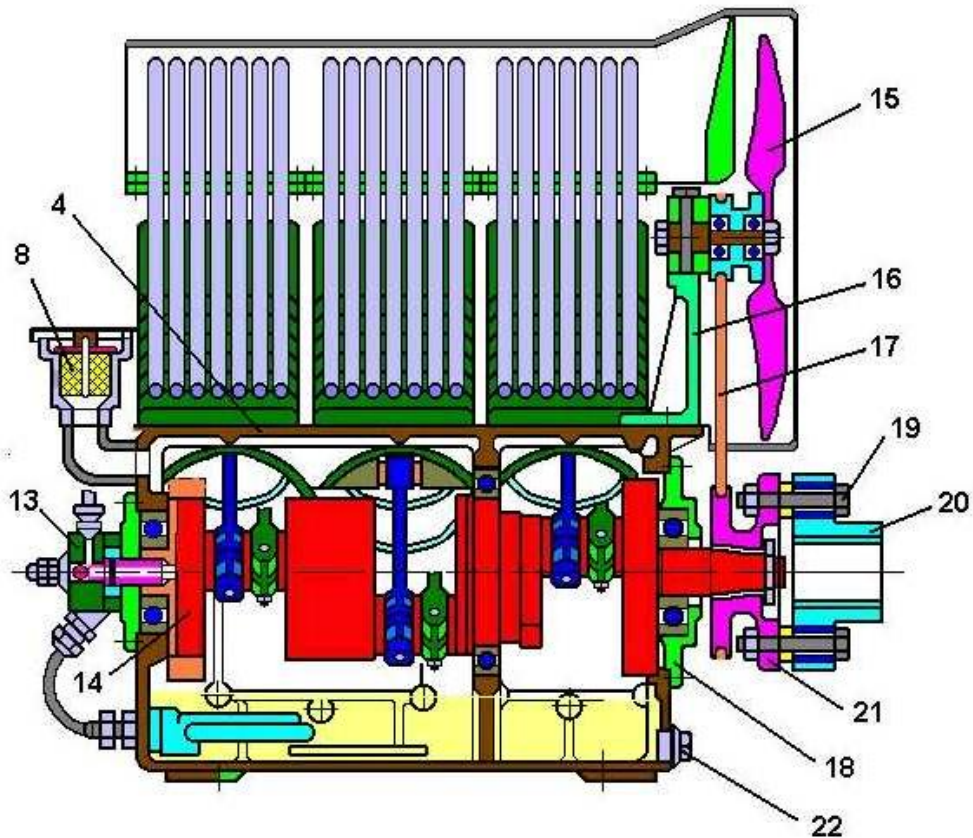
Компресор ПК-1,75 відрізняється від ПК-5,25 ще меншою кількістю пар циліндрів – одна пара циліндрів (рисунок 11) замість трьох (один циліндр високого тиску і один низького тиску); має 1/3 продуктивності та потужності компресора ПК-5,25.

На рисунках 11, 12 показано загальний вигляд компресора ПК-5,25.



1 – коробка клапанів циліндра високого тиску; 2 – циліндр високого тиску; 3 – маслопоказчик (щуп); 4 – корпус; 5 – запобіжний клапан; 6 – холодильник; 7 – коробка клапанів циліндра низького тиску; 8 – сапун; 9 – циліндр низького тиску; 10 – всмоктувальний фільтр повітря; 11 – масляний фільтр; 12 – електричний підігрівач для мастила

Рисунок 11 – Поперечний розріз вздовж пари циліндрів компресорів ПК-5,25, ПК-3,5, ПК-1,75



13 – масляний насос; 14 – вал колінчастий; 15 – вентилятор повітряного охолодження; 16 – стійка; 17 – ремінь клиновий; 18 – кришка передньої частини корпусу; 19 – палець муфти; 20 – ведена частина муфти; 21 – ведуча частина муфти зі шківом для клинового ремня; 22 – пробка зливна

Рисунок 12 – Повздовжній розріз компресора ПК-5,25

Будова компресора ПК-5,25

Чавунний корпус 4 компресора призначений для закріплення на ньому деталей і вузлів. Кришкою 18 закрита в корпусі передня частина. У цій кришці встановлений один підшипник колінчастого вала з трьох.

Електричний підігрівач для масла 12 і масляний фільтр 11 розташовані на дні картера в корпусі.

Чотири люки розташовані на бічних поверхнях корпусу (по два з кожного боку) для доступу до деталей, розташованих усередині.

Через сапун 8 внутрішня порожнина компресора з'єднується з атмосферою. Він має аналогічну конструкцію, але менші розміри порівняно з сапуном компресора КТ-6.

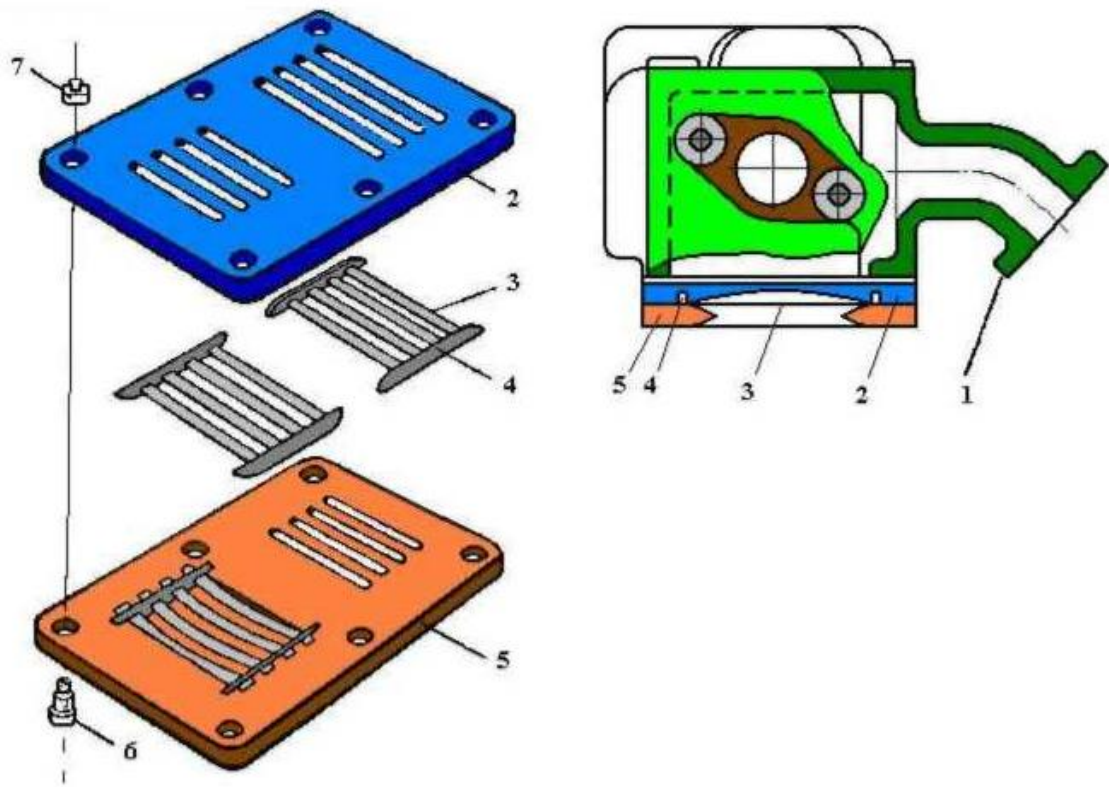
Шість чавунних циліндрів для поліпшення тепловіддачі мають ребра та прикріплені до корпусу на шпильках: три циліндри високого тиску 2 (ЦВТ) і три циліндри низького тиску 9 (ЦНТ).

На трьох шарикових підшипниках обертається сталевий колінчастий вал. Він має три шатунні шийки з противагами. По два шатуни розташовано на кожній шатунній шийці. Для встановлення привода масляного насоса запресовано втулку з квадратним отвором у торець колінчастого вала. До шатунних підшипників масло подається через отвори в тілі колінчастого вала.

Поршні ЦВТ мають діаметр 80 мм, виготовлені з чавуну. Поршні ЦНТ мають діаметр 140 мм, виготовлені з алюмінієвого сплаву. Хід поршнів – 98 мм. Два маслосніжні і два компресійні кільця встановлено на всіх поршнях.

На шпильках зверху до циліндрів прикріплені клапанні коробки. У клапанних коробках циліндрів першого і другого ступенів розташовані відповідні нагнітальні і всмоктувальні клапани. Порожнини цих клапанів розділені перегородкою (рисунок 13).

Клапан складається з двох груп пластин клапанних і двох плит. Плити закріплюються між собою гайкою і гвинтом. Одночасно кожна плита виконує обмежування піднімання для першої групи пластин, а для другої виконує функцію сідла. Отже, роботу нагнітальних і всмоктувальних клапанів одного циліндра забезпечує одна пара клапанних плит. Повздовжньому зсуву пластини клапана запобігають шпонки.



1 – корпус; 3 – пластини клапана; 4 – шпонка; 2, 5 – плити клапана;
6 – гвинт; 7 – гайка

Рисунок 13 – Клапани компресора ПК-5,25

Робота компресора

Під час руху поршня вниз робочий об'єм циліндра збільшується, а тиск у ньому зменшується. Зростає різниця тиску на пластинках всмоктувального клапана. Вони згинаються по дузі в нижній плиті в заглиблення, що є обмежувачами піднімання (ходу клапана). У нагнітального клапана збільшення різниці тиску сильніше притискає пластини до сідла, що є нижньою плитою клапана. При русі поршня вгору робочий об'єм циліндра зменшується, а тиск у ньому збільшується і притискає до верхньої плити 2 пластини всмоктувального клапана, що є сідлом. У нагнітального клапана збільшення різниці тиску на ньому згинає

пластини по дузі заглиблень у верхній плиті, що є обмежувачами ходу клапана (піднімання) у цей момент.

Повітря очищується в повітряних фільтрах, подається через всмоктувальні клапани в клапанних коробках у циліндри низького тиску ЦНТ. Із ЦНТ повітря через нагнітальні клапани подається для охолодження в проміжний холодильник 6, розміщений між ступенями стиснення повітря перед ЦВТ. На холодильнику є відрегульований на тиск $3,5 \text{ кгс/см}^2$ запобіжний клапан 5.

Циліндри та холодильник примусово обдуваються вентилятором 15, що має клиноремінний привод від колінчастого вала компресора і встановлений на стійці.

Масляним насосом здійснюється подача масла під тиском. За конструкцією масляний насос аналогічний до насоса компресора КТ-6, але для забезпечення необхідної продуктивності насоса диски та лопатки приводного валика і корпус насоса виконані вузькими. У картер компресора через редуційний клапан скидається надлишок масла.

Компресори ПК-5,25, ПК-3,5 та ПК-1,75 обладнують втулково-пальцевою приводною муфтою. Ведена і ведуча напівмуфти з'єднані пальцями, що передбачає зазор для заміни, без зміщення двигуна або компресора, клинового ремня вентилятора. Частота обертання колінчастого вала 1450 об/хв.

Компресори типу ПК для переведення в режим холостого ходу не обладнані, як компресори КТ-6, розвантажувальними пристроями. Для таких випадків передбачені в цих компресорах клапани холостого ходу.

Порядок визначення продуктивності компресора ПК-5,25

Для визначення теоретичної продуктивності компресора необхідно занести паспортні дані компресора ПК-5,25 в стовпці 1, 2, 3, 5 таблиці 2. За формулою в стовпці 6 розрахувати теоретичну продуктивність компресора.

Таблиця 2 – Визначення теоретичної продуктивності компресора

Кількість циліндрів низького тиску m	Діаметр циліндра низького тиску $d, \text{ м}$	Хід поршня циліндра низького тиску $h, \text{ м}$	Об'єм циліндра низького тиску $V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h,$ м^3	Кількість обертів вала компресора $n, \text{ об/хв}$	Теоретична продуктивність компресора $V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot n \cdot m,$ $\text{ м}^3 / \text{ хв}$

Для визначення фактичної продуктивності компресора необхідно занести дані фактичної компресорної установки. У стовпці 1 вказати об'єм головних резервуарів. Ввімкнути, дотримуючись правил техніки безпеки, компресор ПК-5,25. Заміряти час підвищення тиску в головних резервуарах від початкового тиску $P_{п}$ до кінцевого тиску $P_{к}$. Отримані дані занести до таблиці 3, стовпець 2. За формулою в стовпці 3 розрахувати фактичну продуктивність компресора.

Таблиця 3 – Визначення фактичної продуктивності компресора

Об'єм головних резервуарів $V, \text{ м}^3$	Час підвищення тиску в ГР з $P_{п} = \text{___ МПа}$ до $P_{к} = \text{___ МПа}$ за $t, \text{ хв}$	Середня продуктивність компресора $Q = \frac{V (P_{к} - P_{п})}{t}, \text{ м}^3 / \text{ хв}$

Порівняти теоретичні і середню фактичну продуктивність компресора. Зробити висновок.

3.7 Контроль під час роботи компресора

Робота станції супроводжується шумом певної низької тональності. З переходом станції з робочого (під навантаженням) на холостий хід і назад рівень шуму змінюється незначно. Поява стороннього шуму чи стуку показує, що в компресорі чи приводі з'явився дефект.

Під час роботи станції:

- слідкувати за показаннями приладів. Повітряний манометр має показувати тиск трохи більше 7 кгс/см^2 ;

- при різкому падінні тиску повітря в повітрозбірнику внаслідок збільшення витрат повітря споживачем або при пропусканні повітря в мережі частково вимкнути споживача або усунути витік повітря;

- зниженні тиску масла в компресорі менше $1,7 \text{ кгс/см}^2$ спалахує сигнальна лампа. У цьому випадку зупинити станцію, з'ясувати та усунути причину, після чого знову запустити станцію;

- не допускати безперервної роботи запобіжного клапана високого чи низького тиску;

- при появі стукоту в компресорі негайно зупинити станцію, з'ясувати і усунути причину;

- для зупинки станції необхідно натисканням кнопки «Стоп» вимкнути електродвигун, автоматичний вимикач, випустити повітря з повітрозбірника;

3.8 Розрахунок продуктивності компресорних установок і об'ємів головних резервуарів (ГР)

Для визначення необхідної продуктивності компресорних установок і об'ємів ГР спочатку знаходять загальні погодинні витрати стисненого повітря в поїзді:

$$Q_{заг} = Q_{гал} + Q_{вит} + Q_{вит}^{гол} + Q_{ін} , \quad (1)$$

де $Q_{гал}$ – витрати повітря на гальмування, м³/год;

$Q_{вит}$ – витрати повітря на витоки з гальмової мережі, м³/год;

$Q_{вит}^{гол}$ – витрати повітря на витоки з головних резервуарів, м³/год;

$Q_{ін}$ – витрати повітря на власні потреби, м³/год.

Останні два види витрат залежать від типу локомотива та умов його роботи.

Витрати повітря на гальмування визначають за формулою

$$Q_{гал} = 10 \cdot \Delta P_M \cdot V_{ГМ} \cdot n , \quad (2)$$

де ΔP_M – глибина розрядження гальмової магістралі (ГМ) при регулювальних гальмуваннях, МПа;

$V_{ГМ}$ – об'єм гальмової мережі поїзда, м³;

n – кількість гальмувань за 1 год.

$$V_{ГМ} = V_M + V_{ЗР} + V_{РК} + V_{ЗК} , \quad (3)$$

де V_M – об'єм магістрального повітропроводу, м³;

$V_{ЗР}$ – об'єм ЗР у поїзді, м³;

$V_{РК}$, $V_{ЗК}$ – об'єм відповідно робочих і золотникових камер повітродозподільника в поїзді, м³.

Витрати повітря на витоки з гальмової мережі поїзда розраховують за формулою

$$Q_{вит} = 600 \cdot \Delta P_{вит} \cdot V_{ГМ} , \quad (4)$$

де $\Delta P_{вит}$ — припустиме зниження тиску в ГМ за 1 хв (0,02 МПа/хв).

Необхідна продуктивність компресора Q_k розраховується в такий спосіб:

$$Q_k = \mu \frac{Q_{заг}}{60} , \quad (5)$$

де μ — коефіцієнт, що враховує зупинки компресора для охолодження ($\mu = 1,3 - 1,5$).

За довідковими даними підбираються компресорні установки з сумарною продуктивністю, що перевищує отриману.

Орієнтовно об'єм ГР ($V_{ГР}$) вибирається з умови можливого відновлення нормального зарядного тиску в ГМ поїзда (без заряджання ЗР і ВР) за рахунок використання перепаду тиску в ГР при непрацюючому компресорі:

$$V_{ГР} = \frac{\Delta P_M \cdot V_M}{\Delta P_{ГР}} , \quad (6)$$

де ΔP_M – глибина розрядження ГМ при повному службовому гальмуванні (0,15 – 0,17 МПа);

$\Delta P_{ГР}$ – припустимий перепад тиску повітря в головному резервуарі електровозів (0,15 МПа).

Для поліпшення умов охолодження компресором стисненого повітря і розміщення ГР на локомотиві його розрахунковий об'єм складається з декількох менших резервуарів, включених послідовно, що випускаються промисловістю. Правильність підбора об'єму ГР перевіряється за нерівністю, виходячи з умови подачі повітря без помітної пульсації, що може при несприятливих умовах викликати відпуск гальм головних вагонів у поїзді,

$$V_{ГР} \geq 120 \cdot l \cdot V_{ЦДС} , \quad (7)$$

де l – кількість циліндрів другого ступеня стиску;

$V_{ЦДС}$ – об'єм циліндрів другого ступеня стиску, м³.

Отримані значення можна порівняти з типовою таблицею додатка Б.

Щоб гарантувати відпуск і зарядження гальм з урахуванням наповнення ЗР за 4 хв після повного службового і 5 хв після екстреного гальмування для довгосоставних поїздів (400 осей) двічі, виконують такий розрахунок:

$$Q_k = \frac{\Delta P_M \cdot V_M + \Delta P_{PK} \cdot V_{PK} + \Delta P_{3K} \cdot V_{3K} + \Delta P_{вум} \cdot V_{ГМ} \cdot t_{OT} + V_{ЗР} \cdot (P_{ЗР} - P'_{ЗР}) - \Delta P_{ГР} \cdot V_{ГР}}{0,1 \cdot t_{OT}} , \quad (8)$$

де ΔP_M — глибина розряджання ГМ при повному службовому гальмуванні та екстреному гальмуванні відповідно 0,15-0,17 МПа та 0,53-0,55 МПа;

ΔP_{PK} — зниження тиску в робочих камерах повітророзподільника (0,05-0,06 МПа);

$\Delta P_{зк}$ — зниження тиску в золотникових камерах повітророзподільника (при повному службовому гальмуванні 0,15-0,17 МПа, при екстреному гальмуванні 0,53-0,55 МПа);

$P_{зр}$ — тиск у запасному резервуарі (0,53-0,55 МПа);

$P'_{зр}$ — мінімальний тиск у запасному резервуарі при гальмуванні (0,4 МПа);

$\Delta P_{ГР}$ — припустимий перепад тиску в головних резервуарах (після повного службового гальмуванні – 0,12 МПа, після екстреного гальмування – 0,3 МПа);

t_{OT} — час відпуску після повного службового гальмування – 4 хв, після екстреного гальмування – 5 хв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Бабаєв А. М., Дмитрієв Д. В. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць: навч. посіб. Київ : ДЕГУТ, 2007. 176 с. ISBN 978-966-2197-03-7.

2 Коренівський М. В. Пневматичне устаткування автоматичних гальм: навч. посіб. Харків, 2006. 122 с.

3 Коренівський М. В., Головка В. Ф., Дерев'янчук Я. В. Гальмове устаткування вагонів міжнародного сполучення: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 103 с.

4 Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків: УкрДАЗТ, 2005. 38 с.

5 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015: затв. наказом УЗ. від 07.06.2001 р. № 312-Ц. Київ: Транспорт України, 2002. 145 с.

6 Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів : ЦВ – ЦЛ – 0013: затв. наказом Укрзалізниці № 312–Ц 07.06.01. Вид. офіц. Київ, 2002. 146 с.

7 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: метод. вказівки / Л. М. Козар та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 58 с.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Типи компресорів і місця їхнього застосування

Таблиця А.1 – Типи компресорів і місця їхнього застосування

Умовне позначення компресора	Рисунок	Тип компресора	Місце застосування
1	2	3	4
Э-400		Двоциліндровий горизонтальний одноступінчастий	СР, СРЗ, ЭР1 до № 68
Э-500		Двоциліндровий горизонтальний двоступінчастий із проміжним охолодженням	ВЛ19, ВЛ22м, ВЛ23, ВЛ60 в/и, ТГМ1. На ВЛ23 замінюються на КТ6Эл
КТ6		Трициліндровий вертикальний двоступінчастий із проміжним охолодженням	ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭП60, ТЭЗ, ТЭ7, 2ТЭП60
КТ7	дивитися КТ6	Трициліндровий вертикальний двоступінчастий із проміжним охолодженням	ТЭ10, ТЭП10, М62 2ТЭ10, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ116, 2ТЭ21
КТ6Эл	дивитися КТ6	Трициліндровий вертикальний двоступінчастий із проміжним охолодженням	ВЛ8, ВЛ10, ВЛ60 в/и, ВЛ80 в/и, ВЛ82, ВЛ82м, ВЛ11, ВЛ15, ВЛ85, 2ТЭ116, 2ТЭ116УП,

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
ПК-35		<p>Двоциліндровий, двоступінчастий із проміжним охолодженням</p>	
ПК-5,25		<p>Шестициліндровий, двоступінчастий із проміжним охолодженням</p>	<p>ТЭМ7, ТЭП70, ТЭП80, ТГМ6А</p>
ПК-3,5	<p>дивитися ПК-5,25</p>	<p>Чотирициліндровий, двоступінчастий із проміжним охолодженням</p>	<p>ТГ16</p>
ПК-1,75	<p>дивитися ПК-5,25</p>	<p>Двоциліндровий, двоступінчастий із проміжним охолодженням</p>	<p>ТГМ1</p>
ВПЗ-4/9		<p>Двоциліндровий двоступінчастий з диференціальними поршнями з розташуванням циліндрів під кутом 90°</p>	<p>ТГМ3, ТГ102 з № 56 – по 2 компресори, ДР</p>
ВВ1,5/9		<p>Одноциліндровий двоступінчастий з диференціальним поршнем</p>	<p>ТГ102 до № 55, ДР1, ДР1А, ДР1П</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
ВВ 0,7/8	дивитися ВВ1,5/9	Одноциліндровий двоступінчастий з диференціальним поршнем	ТГМ3, ТГК2, ТУ5, ТУ7, ТУ4
ЭК-7Б		Двоциліндровий горизонтальний одноступінчастий з електродвигуном постійного струму	ЭР2, ЭР1 з № 69, ЭР22
ЭК-7У	дивитися ЭК-7Б	Двоциліндровий горизонтальний одноступінчастий з електродвигуном змінного струму	ЭР9П, ЭР2Р, ЭР2Т, ЭР22, ЭР22М, ЭТ2, ЭД2Т, ЭД4, ЭД9Т, ЭР200
МК-135		Трициліндровий вертикальний двоступінчастий із проміжним охолодженням	ВМЭ, Д, Д1
К-1 «Ковапол»		Двоциліндровий з диференціальними поршнями	ЧС1, ЧС3, ЧС4 до № 88, ЧМЭ2 до № 210
К-2 «Ковапол»		Трициліндровий вертикальний двоступінчастий	ЧС2, ЧС2Т, ЧС4, ЧС4Т, ЧС6, ЧС200, ЧС4 з № 89, ЧМЭ3, ЧМЭ2 з № 211

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

**Характеристики головних резервуарів тягових одиниць
рухомого складу**

Таблиця Б.1 – Характеристики головних резервуарів тягових одиниць рухомого складу

Тип локомотива і моторвагонного рухомого складу	Кількість резервуарів, шт.	Розміри, мм				Об'єм, л	
		довжина	зовнішній діаметр	товщина листа		одного резервуара	загальний
				циліндр	днище		
Електровози:							
ВЛ22 ^М , ВЛ23	4	191	430	5	6	250	100
ВЛ60	4	142	550	5	6	300	120
ВЛ8	4	125	650	5	8	360	144
ВЛ10 до № 19	4	220	550	5	6	490	196
ВЛ10 з № 19	6	188	430	5	6	250	150
ВЛ10У, ВЛ11, ВЛ80	6	142	552	5	6	300	180
ВЛ15, ВЛ82, ВЛ85	10	188	430	5	6	250	250
ЧС усіх серій	4	149	500	6	8	250	100
Тепловози:							
ТЭП60 до № 268	2	170	500	5	6	300	103
	1	239				430	0
ТЭП60 з № 268	4	141	500	5	6	250	100
ТЭП70, ТЭП75	2	187	610	5	6	500	100
М62	5	161	430	5	6	220	110
2ТЭ116, 2ТЭ10В,	8	141	500	5	6	250	200
2ТЭ121, 3ТЭ10В	6	187	512	5	6	250	150
ТГМЗ	2	171	610	5	8	450	900
ТЭ10М (секц.), ЧМЭ2	2	171	496	5	7	325	650
ЧМЭ3	4	141	496	5	7	250	100
2ТЭ125	4	187	640	6	6	500	200

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи

з дисципліни
«АВТОГАЛЬМА РУХОМОГО СКЛАДУ»

Частина 2

Відповідальний за випуск Дерев'янчук Я. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 13.03.2023 р.
Умовн. друк. арк. 2,0. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.