

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Вагони»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт
з дисципліни**

«АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ»

Частина 2

Харків 2011

Методичні рекомендації розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 26 квітня 2010 року,

протокол № 10.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт вагонів” та спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт локомотивів”.

Укладачі:

старші викладачі В.Г. Равлюк,
К.В. Шевченко,
асистенти І.М. Афанасенко,
М.Г. Равлюк

Рецензент

доц. О.С. Крашенінін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ»

Частина 2

Відповідальний за випуск Равлюк В.Г.

Редактор Єткало О.О.

Підписано до друку 30.06.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейсрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Вагони”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ

ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

з дисципліни:

**«АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА РУХУ
ПОЇЗДІВ»**

для студентів всіх форм навчання

Частина 2

Харків 2011

Методичні рекомендації розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 26 квітня 2010 року, протокол № 10.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт вагонів” та спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт локомотивів”.

Укладачі:

старші викладачі В.Г. Равлюк,
К.В. Шевченко,
асистенти І.М. Афанасенко,
М.Г. Равлюк

Рецензент

доц. О.С. Крашенінін

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2 ПРИСТРОЇ ЖИВЛЕННЯ ГАЛЬМ СТИСНЕНИМ ПОВІТРЯМ

Мета роботи

Вивчити принцип дії та характеристики основних типів локомотивних компресорів, регулюючих і запобіжних пристроїв у компресорних установках (КУ). Засвоїти методику перевірки продуктивності компресорів.

1 Зміст роботи

1.1 Матеріальне забезпечення

Компресор КТ6 (натуральний вигляд), макет компресора КТ6 (в розрізі), клапани компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл, масляний насос компресорів КТ6, КТ6Эл, регулятори тиску ЗРД та АК-11Б.

1.2 Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу „Автоматичні гальма та безпека руху поїздів”, набір плакатів, [2], Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху».

1.3 План виконання роботи

1.3.1 Самостійно ознайомитися з типами сучасних компресорних установок.

1.3.2 Використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи та посібники [3-7], самостійно заповнити відповідні місця в Журналі лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху» (далі – Журнал).

1.3.3 Оформлений Журнал **пред'являють викладачеві** до того, як приступити до виконання лабораторної роботи. Правильно оформлений Журнал, а також знання матеріалу в обсязі, вказаному в пункті 1.3.1, є **допуском до виконання лабораторної роботи**. Студенти, які не засвоїли матеріал та не підготували Журнал, до

виконання лабораторної роботи не допускаються.

1.3.4 Згідно з 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 згідно з методикою розрахувати продуктивність одного з компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл та заповнити таблиці.

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

1.3.6 Завершити оформлення звіту і скласти запис з лабораторної роботи.

1.3.7 Запис слід отримати протягом відведеного розкладом часу.

2 Порядок виконання роботи

2.1 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 визначає значну витрату стисненого повітря в процесі руху поїзда. Крім гальмових систем стиснене повітря витрачається також на службові потреби локомотива, наприклад, на подачу звукових сигналів, роботу склоочисників, пісочниць, електроконтакторів і механізму опускання пантографа на електровозі (таблиця 1).

Таблиця 1 - Витрата стисненого повітря при русі поїзда

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

2.2 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.

2.3 Компресори КТ6, КТ7 і КТ6Эл

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

Компресори КТ6 і КТ7 приводяться в дію від колінчастого вала дизеля локомотива. Компресор КТ7 одержує лівий обіг колінчастого вала (якщо спостерігати з боку привода) замість правого у компресорі КТ6. Ця обставина спричинила зміну у будові вентилятора та 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 із корпусу 18, до якого приєднані два циліндри 29 I ступеня стиснення та один циліндр 6 II ступеня стиснення. Циліндри I ступеня стиснення нахилені під кутом між ними 120 град, мають охолоджувальні ребра, розташовані на твірній, внутрішній діаметр 198 мм. Циліндр II ступеня стиснення має охолоджуючі 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. №ЗРД призначений трійник 15.

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

Між циліндрами I ступеня стиснення 29 і II ступеня 6 розташований холодильник проміжного охолодження 8 стисненого

повітря, а також запобіжний клапан 10.

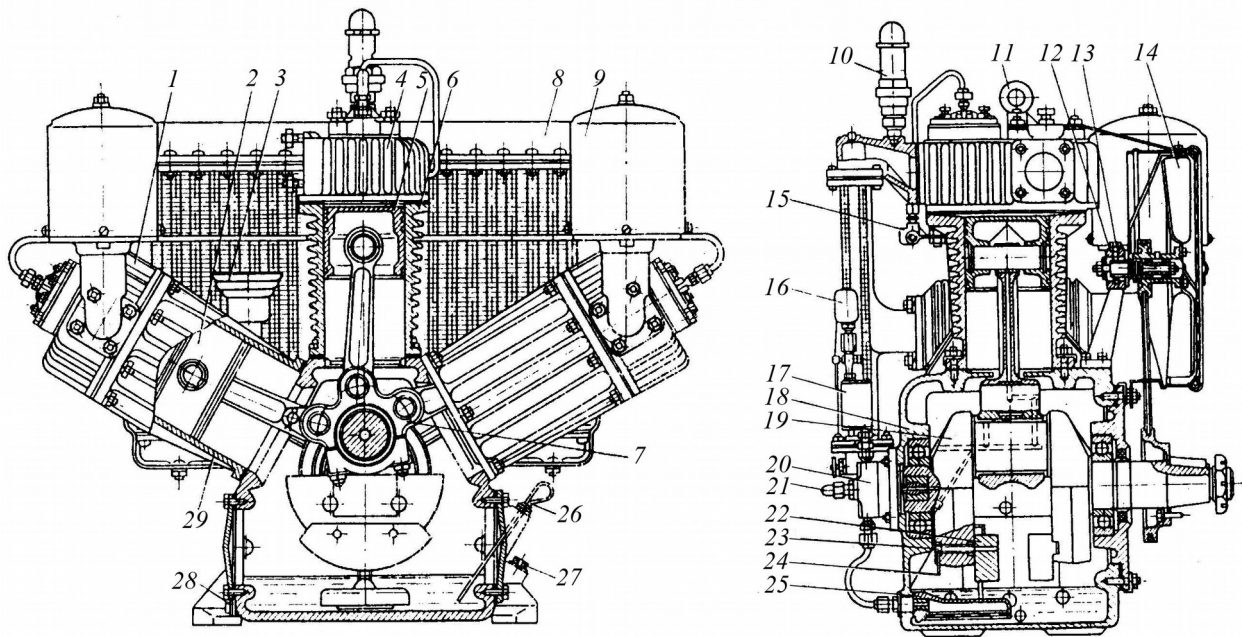


Рисунок 1 - Компресор КТ6

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, який 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 змащуються 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 й 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.

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

У кришках 12, 14 циліндрів компресора розташовані камери (рисунок 2) всмоктувальних клапанів 7 і нагнітальних 9. Всмоктувальні клапани закріплені за допомогою спеціальних стаканів і упорних гвинтів, що притискають клапани до корпусу 10. Вони доповнюються розвантажувальними пристроями, які складаються із 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, які розташовані у кришці 12 камери нагнітальних клапанів.

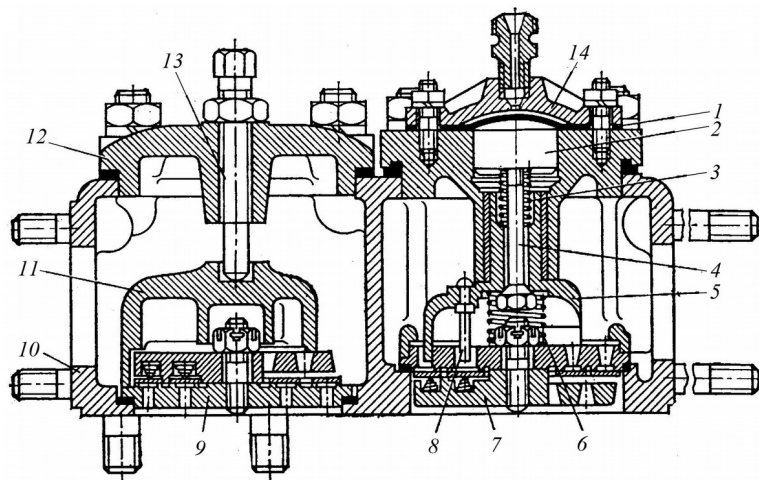


Рисунок 2 - Клапанна коробка I ступеня стиснення

Будова клапанів показана на рисунку 3. Кожен клапан складається із сідла 1, великої клапанної пластини 2, малої клапанної пластини 3, пружини 4 і упора клапанних пластин 5, які закріплені корончатою гайкою 6.

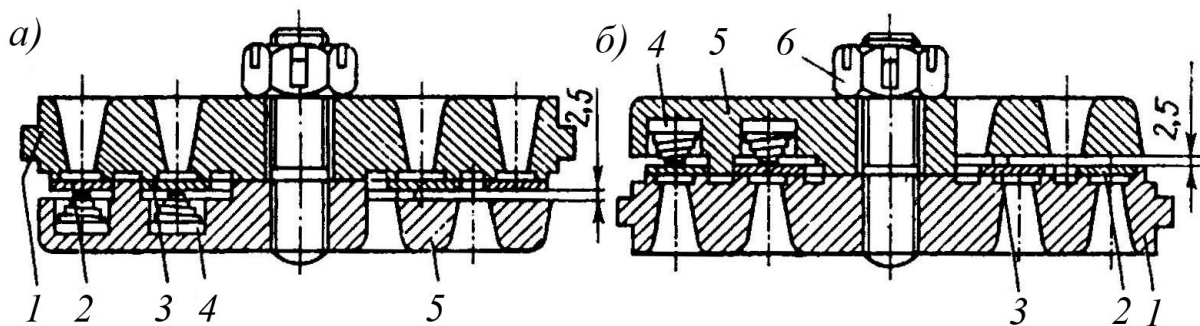


Рисунок 3 - Всмоктувальний (а) і нагнітальний (б) клапани компресорів КТ6, КТ7 і КТ6Эл

Вузол шатунів (рисунок 4) складається із з'єднувальної головки 4 з кришкою 15 і прокладками 16, яка розміщена на шийці колінчастого вала 19 (рисунок 1). До головки приєднані шатуни ведучий 1 і причіпний 5. У головках шатунів запресовані втулки 6 для приєднання поршнів. Нижні головки шатунів з'єднуються з головкою 4 за допомогою пальців 2, 14, які фіксуються штифтами 3, 13. У з'єднувальній головці 4 розміщений верхній вкладиш 12 і нижній вкладиш 11. Нижній вкладиш зафіксований штифтом 10. Кришка 15 фіксується за допомогою гвинта 7, гайки 8.

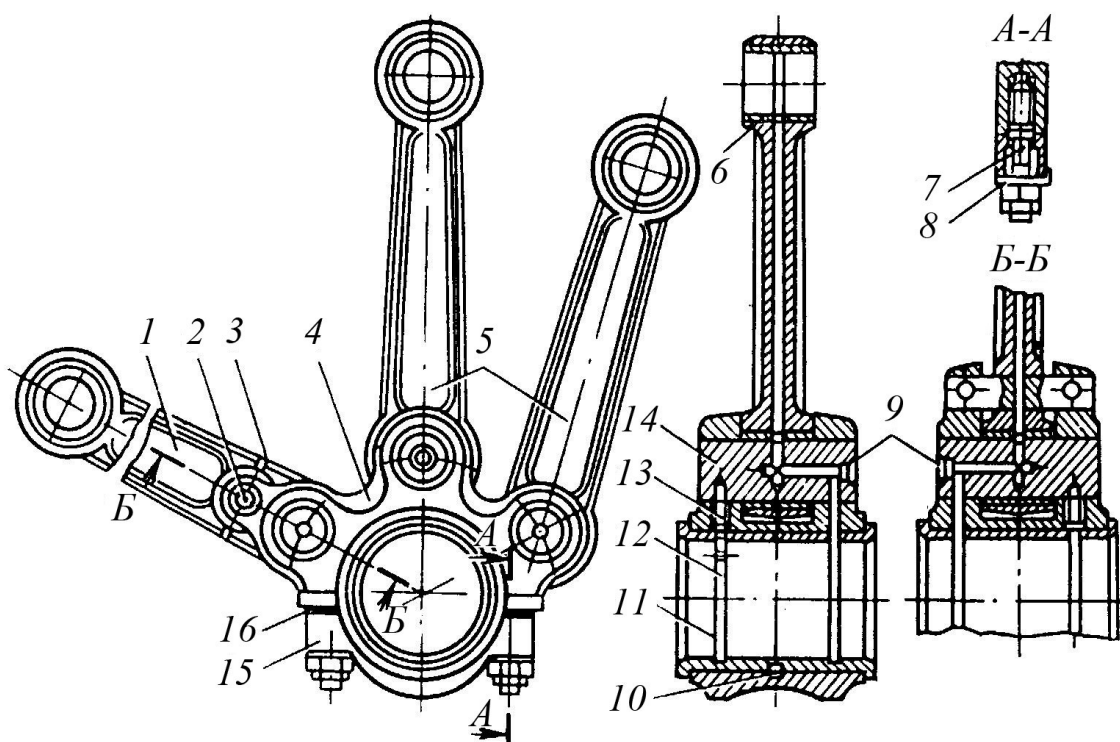


Рисунок 4 - Вузол шатунів компресорів КТ6, КТ7, Кт6Эл

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 9, в які надходить масло від масляного насоса.

Масляний насос (рисунок 5) приєднується до корпусу компресора фланцем 3, з вкладишами 6, які ущільнюють валик 5, в якому просвердлений осьовий канал, що з'єднується з колінчастим валом компресора. Між фланцем 3 і кришкою насоса розташований корпус насоса 2, в порожнині якого розміщені лопаті 8, з'єднані з валиком за допомогою штифта 7. 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 до редукційного клапана 10. Редукційний клапан угвинчений у кришку насоса 1 і ущільнений прокладкою 9. Він призначений для обмеження тиску масла, яке надходить до шарнірних вузлів компресора.

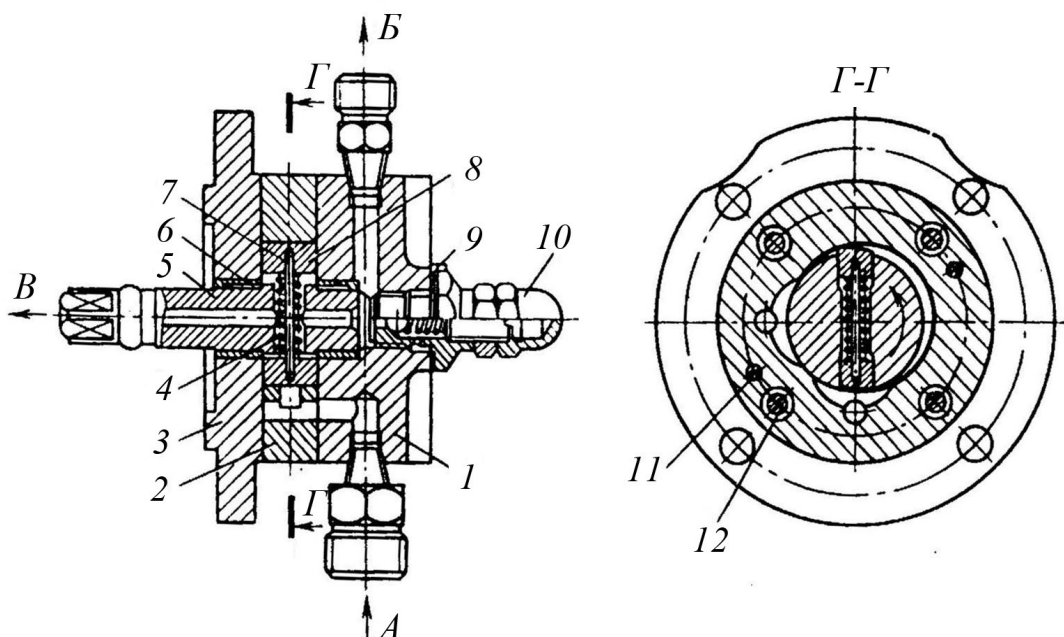


Рисунок 5 - Масляний насос компресорів КТ6 і КТ6Эл

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

Охолодження стисненого повітря після I ступеня стиснення забезпечується холодильником (рисунок 6). Холодильник складається з лівої 1 і правої 3 секцій радіаторного типу, які приєднані 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, які утворюють ребра для збільшення поверхні тепловіддачі.

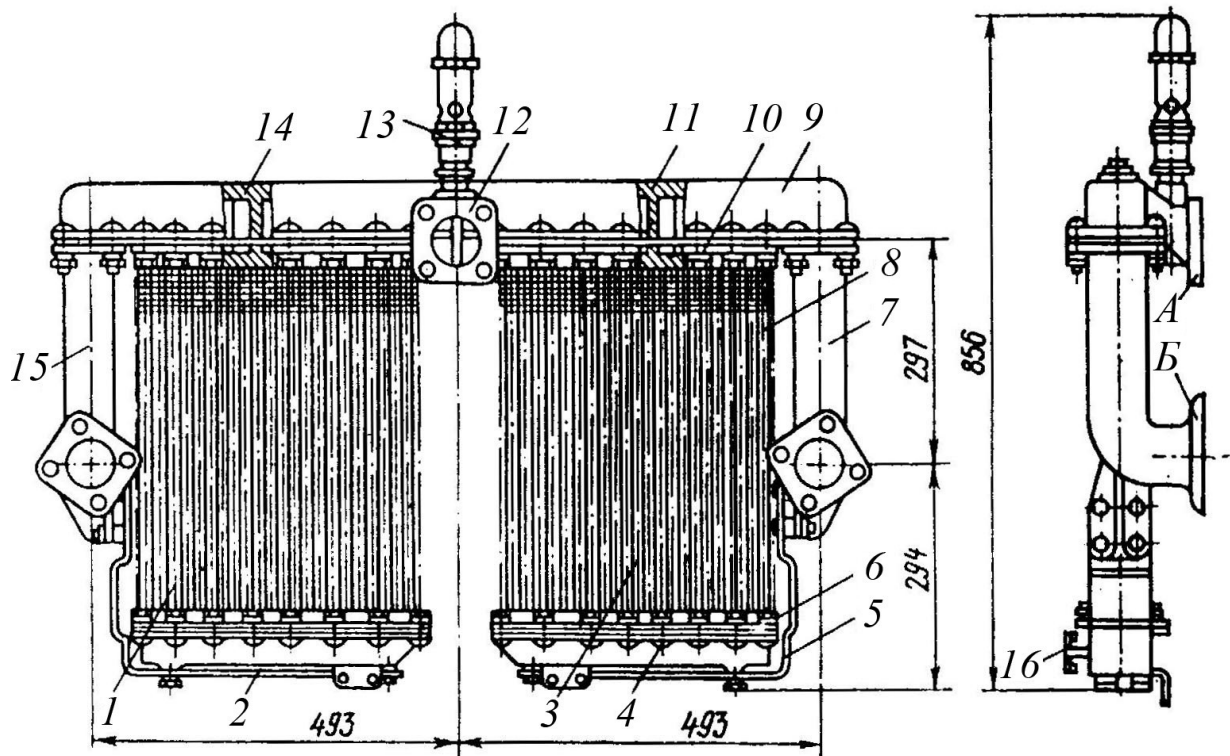


Рисунок 6 - Холодильник компресорів КТ6, КТ7, КТ6Эл

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 2* поставлені випускні крани 16 для продувки секцій і нижніх колекторів, а також випуску вологи і масла, що накопичуються в колекторах**. * що кріпиться до фланця 6 болтами 4, ** бокові поверхні 5 нижнього колектора призначені для надання міцності кріплення фланцям 7 і 15.

Нагріте стиснене повітря з циліндрів I ступеня надходить через нагнітальні клапани у лівий і правий патрубки холодильника, а із них у верхній колектор 9. У колекторі розташовані перегородки 11 і 14, які ділять його на три камери. Повітря із крайніх камер направляєється у нижні колектори по 12 трубках кожної секції. З нижніх колекторів по 10 трубках воно направляєється у середню камеру верхнього колектора. Під час проходження 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 у головні резервуари.

2.4 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.

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 яких розміщені: у камері Б - вимикальний клапан 2, у камері В - вмикальний клапан 14, в камері А - фільтр 6. Вимикальний клапан навантажений пружиною 4, зусилля якої регулюється гвинтом 5. Гвинт 5 обертається за допомогою викрутки і по його нарізі переміщується гайка 8 з виступом, який переміщується по вертикальному пазу корпусу. Вимикальний клапан притискується до сідла під тиском пружини 10, який дорівнює тиску в головних резервуарах 0,85 МПа. Точно так же регулюється вмикальний клапан

обертанням гвинта 9 і стисненням пружини 10, яка регулюється на мінімальний тиск у головних резервуарах 0,75 МПа. Після регулювання положення регулювальних гвинтів фіксується контргайками 7, які розташовані на верхніх нарізних частинах останніх.

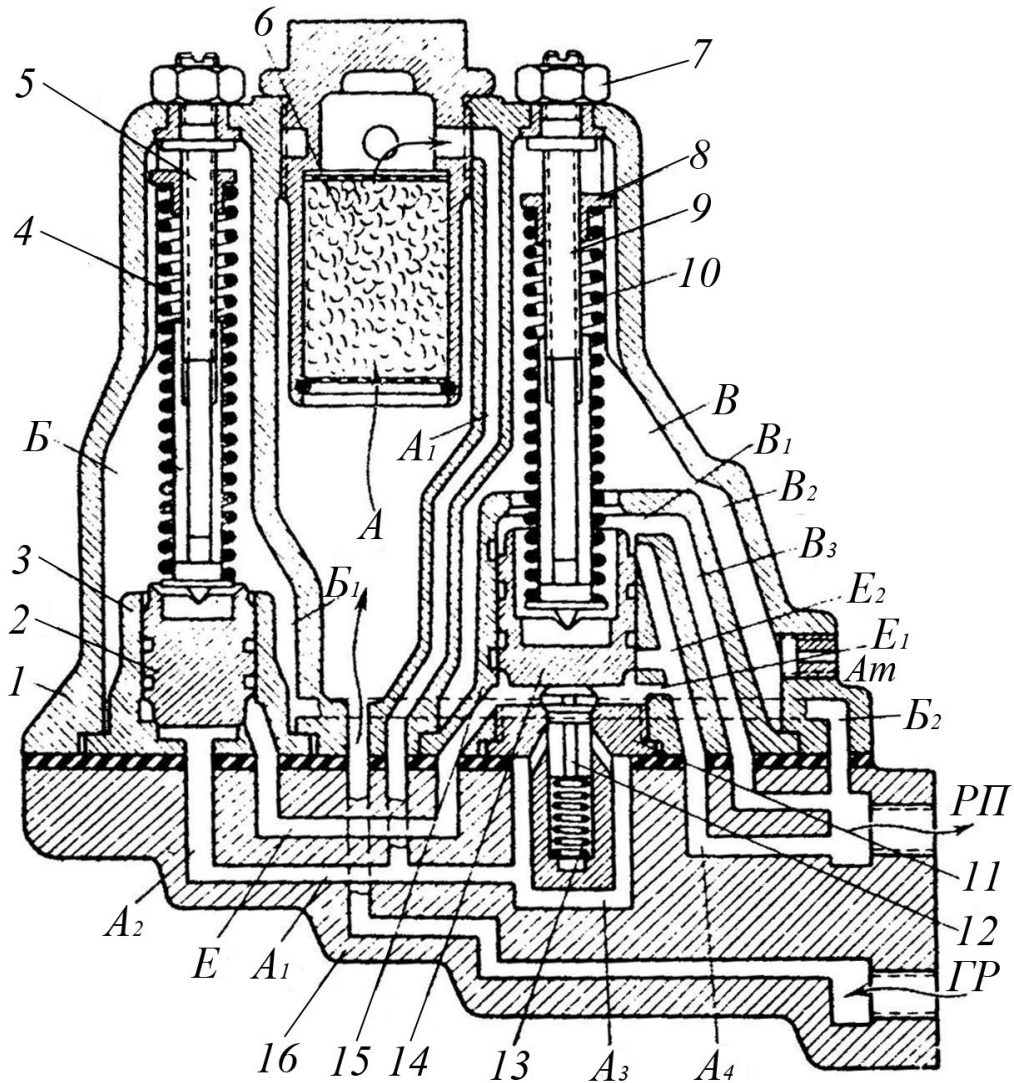


Рисунок 7 - Регулятор тиску ЗРД

Повітря з головних резервуарів надходить у камеру А і через фільтр 6 каналами А1 і А2 під вимикальний клапан 2, а каналом А3 - під зворотний клапан 12. У цей час камера В каналами В1, В2, В3 і В4 з'єднується з камерою В, яка каналом В2 з'єднана з атмосферним отвором Ат. Камери В, В і камера над діафрагмою 1 розвантажувального пристрою (рисунок 2) компресора з'єднані з

атмосферою.

При досягненні у головних резервуарах і в 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 у канал 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 із головних резервуарів по каналу А2 і А3, через отвори Е1 і Е2 буде надходити в канал А4 і далі в камеру над діафрагмою розвантажувального пристрою (рисунок 2);

- одночасно повітря каналами Б2 і Б1 надходить у камеру Б. Під дією пружини 4 клапан 2 переміщується вниз і роз'єднує канали А2 і Е.

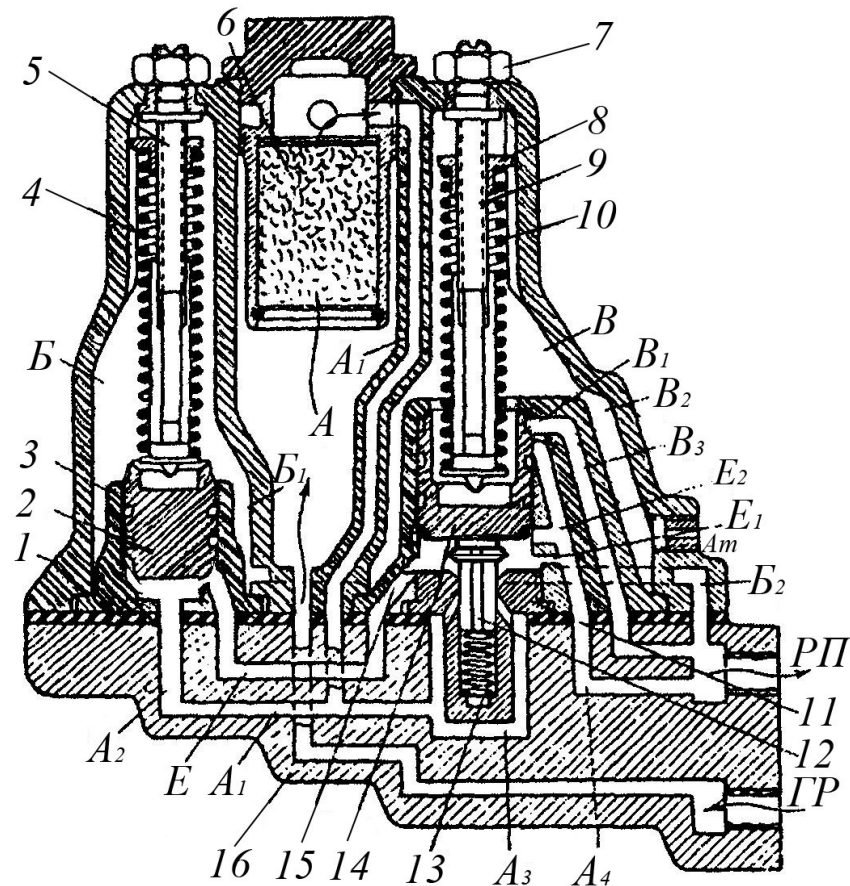


Рисунок 8 - Регулятор тиску ЗРД під час спрацювання

Після закриття клапана 2 повітря з головних резервуарів буде надходити до розвантажувального пристрою з каналу A_1 , через канал A_3 , клапан 12 і канал A_4 .

Під дією стисненого повітря діафрагма 1 (рисунок 2) прогнеться вниз і забезпечить переміщення вниз поршня 2 разом з упорами 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 тому, що 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, який притиснеться до сідла 11. При цьому відбудеться таке:

- канал A_3 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 у головних резервуарах виконується такими способами. Для вимкнення компресорів при тиску 0,85 МПа в головному резервуарі крутять стержень 5 проти годинникової стрілки до посадки клапана 2 на сідло. Для увімкнення компресора при тиску 0,75 МПа у головних резервуарах крутять стержень 9 за годинниковою стрілкою до моменту увімкнення компресора. Після регулювання стержні 5 і 9 закріплюють контргайками 7.

2.5 Регулятор тиску АК-11Б

Тиск повітря у 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 з гумовою діафрагмою 14 прикріплений до плити чотирма гвинтами. Тиск повітря з головних резервуарів у камері під діафрагмою діє на рухомий шток 11.

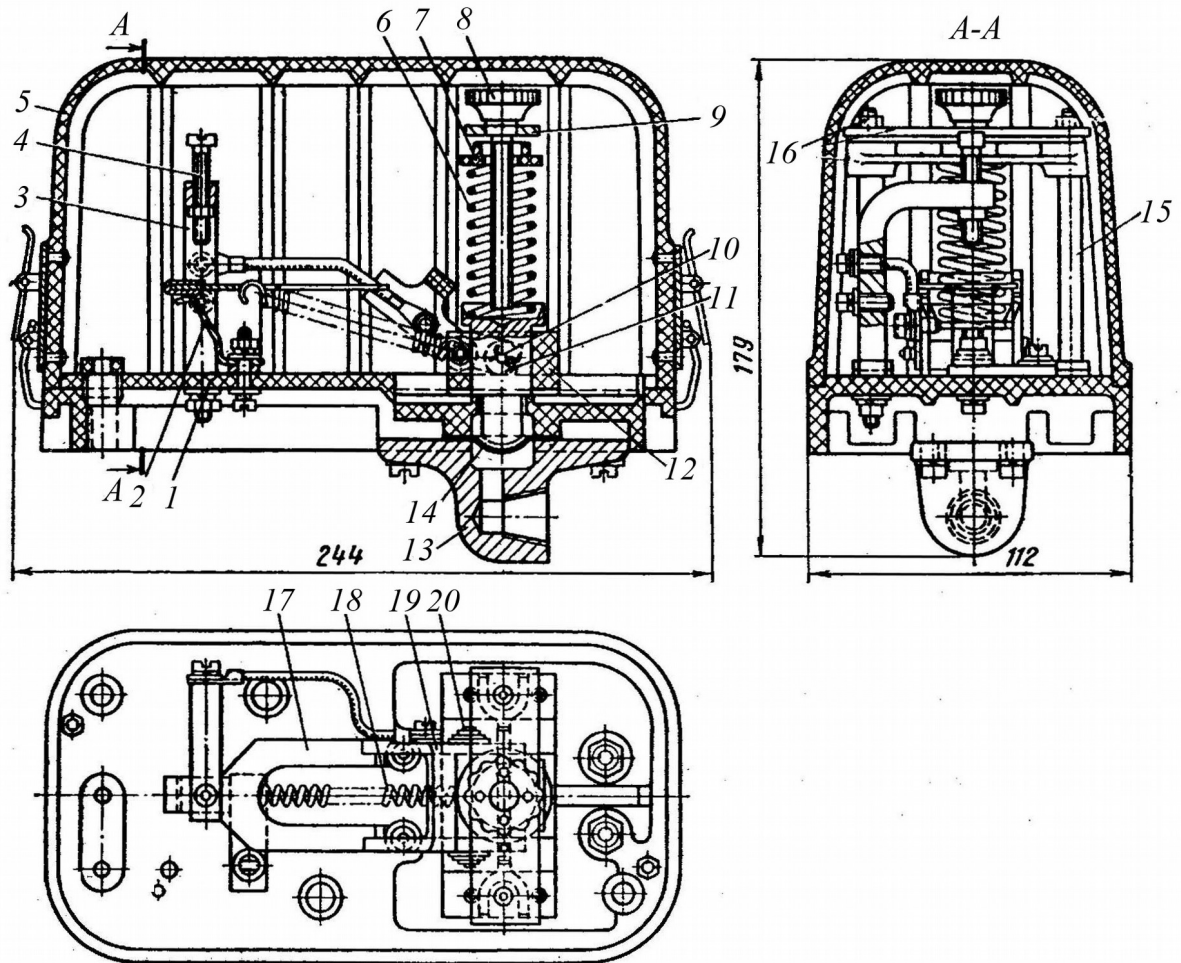


Рисунок 9 - Регулятор тиску АК - 11Б

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, в які переміщується пластмасовий шток 11. Регульовальна пружина 6 одним торцем упирається в гніздо на штоці, другим - в 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.

При відсутності тиску в головних резервуарах контактний механізм регулятора займає положення, яке показано на рисунку 10. Деталі мають позначки ті самі, що і на рисунку 9. Зусиллям пружини 6 шток 11 відтиснений вниз, а осьова лінія пружини 18 і осьова лінія важеля 19 перетинаються у центрі осі повороту 20 важеля під кутом

альфа ($\alpha = 20^\circ$). Рухомий контакт 17 надійно притискується 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. Як тільки він стане рівним 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.

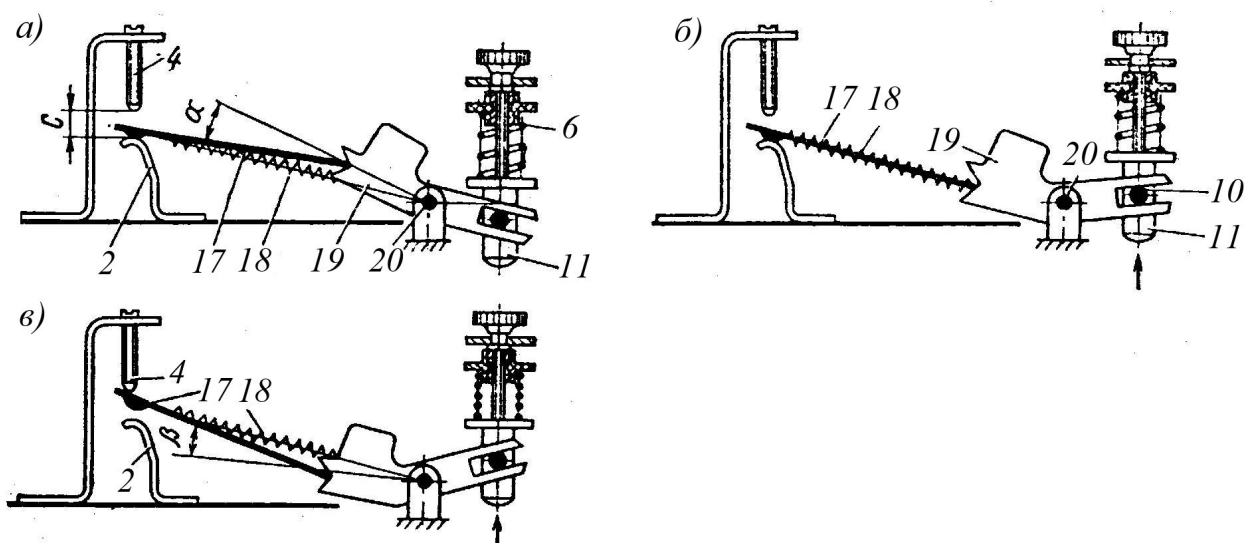


Рисунок 10 - Схема регулятора тиску АК - 11Б

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

Для визначення необхідної продуктивності компресорних установок і об'ємів ГР спочатку знаходять загальну годинну витрату

стисненого повітря в поїзді

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

де $Q_{гал}$ - витрата повітря на гальмування, м³/год;

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

$Q_{вит}^{зол}$ - витрата повітря на витоки з головних резервуарів, м³/год;

$Q_{ін}$ - витрата повітря на власні потреби, м³/год.

Останні дві витрати залежать від типу локомотива та умов його роботи.

Витрата повітря на гальмування визначають за формулою

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

де ΔP_M - глибина розрядки гальмової магістралі (ГМ) при регульовальних гальмуваннях, МПа;

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

n - число 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 запасних резервуарів (ЗР) у поїзді, м³;

$V_{РК}$, $V_{ЗК}$ - об'єм відповідно робочих і золотникових камер повітророзподільника у поїзді, м³.

Витрату повітря на витоки з гальмової мережі поїзда знаходять 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 із сумарною продуктивністю, що перевищує отриману.

Орієнтовно об'єм ГР $V_{ГР}$ обирається з умови можливого відновлення нормального зарядного тиску в ГМ поїзда (без зарядки ЗР і повітророзподільника (ПР)) 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 розрядки 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 й розміщення ГР на локомотиві його розрахунковий об'єм набирають з декількох менших резервуарів, увімкнених послідовно, які випускаються промисловістю. Правильність підбору 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 - число циліндрів II ступеня стиснення;

$V_{цдс}$ - об'єм циліндрів II ступеня стиснення, м³.

Отримані значення можна порівняти з типовою таблицею Б.1.

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

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

де ΔP_M - глибина розрядки 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 гальмування - 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 Расчет и проектирование механической и пневматической частей тормозов вагонов [Текст]: учеб. пособие / П.С. Анисимов, [и др]; под. общ. ред. П.С. Анисимова. – М.: Маршрут, 2005. - 248 с. - Библиогр.: с. 244. - ISBN 5-89035-292-X.

2 Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава железнодорожного транспорта [Текст]: учеб. пособие/ В.Р. Асадченко. – М.: УМК МПС России, 2002. - 128 с.

3 Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава

[Текст]: учеб. пособие / В. Р. Асадченко. – М.: Маршрут, 2006. - 392 с. - Библиогр.: с. 277- 279. - ISBN 5-89035-275-X.

4 Асадченко, В. Р. Расчет пневматических тормозов железнодорожного подвижного состава [Текст]: учеб. пособие / В.Р. Асадченко. – М.: Маршрут, 2004. - 120 с. - Библиогр.: с. 116. - ISBN 5-89035-126-5.

5 Бабаєв, А.М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст]: навч. посібник. / А.М. Бабаєв, Д.В. Дмитрієв. – К. : ДЕДУТ, 2007. – 176 с. - Бібліогр.: с. 120-126. - ISBN 978-966-2197-03-7.

6 Багажов, В.В. Тормозное оборудование специального самоходного подвижного состава [Текст]: учеб. пособие / В.В. Багажов, В.Н. Сеницын. – М.: ГОУ „Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте“, 2007. - 287 с. - Библиогр.: с. 281- 282. - ISBN 978-5-89035-503-4.

7 Казаринов, В.М. Автотормоза [Текст]: учебник / В.М. Казаринов. – 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1981. - 464 с.

8 Карвацкий, Б.Л. Общая теория автотормозов [Текст] / Б.Л. Карвацкий. - М.: ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1947. - 300 с.

9 Коренівський, М.В. Пневматичне устаткування автоматичних гальм [Текст]: навч. посібник/ М.В. Коренівський. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 122 с.

10 Коренівський, М.В. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Автоматичні гальма» [Текст]: метод. вказ. / М.В. Коренівський. – Харків: ХарДАЗТ, 2002. - 30 с.

11 Крылов, В.И. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст]: учебник / В.И.Крылов, В.В. Крылов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. - 360 с..

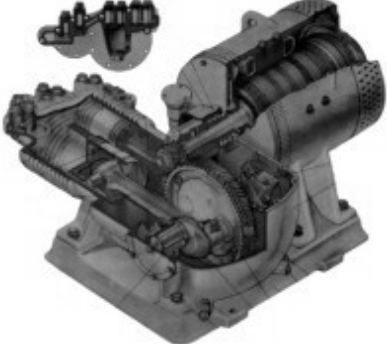
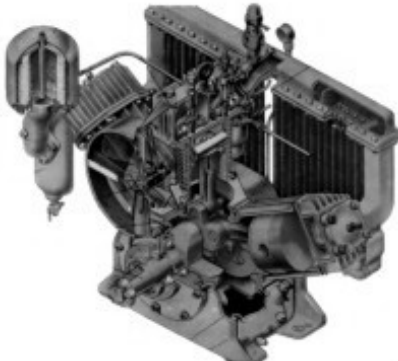
12 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України [Текст] : ЦТ – ЦВ – ЦЛ - 0015. - Затв. нак. Укрзалізниці № 312-Ц 07.06.01. – Вид. офіц. – К. : 2002. - 146 с.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Типи компресорів і місця їхнього застосування

Таблиця А.1 - Типи компресорів і місця їхнього застосування

Умовна позначка компресора	Рисунок	Тип компресора	Місце застосування
1	2	3	4
Э-400		Двоциліндровий горизонтальний одноступеневий	СР, СР3, ЭР1 до №68

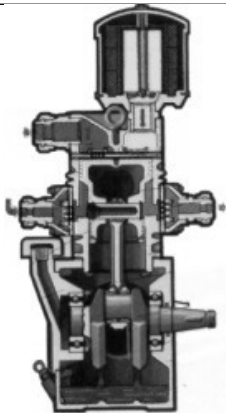
Э-500		Двоциліндровий горизонтальний двоступеневий з проміжним охолодженням	ВЛ19, ВЛ22м, ВЛ23, ВЛ60 в/и, ТГМ1. На ВЛ23 замінюються на КТ6Эл
КТ6		Трициліндровий вертикальний двоступеневий з проміжним охолодженням	ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭП60, ТЭ3, ТЭ7, 2ТЭП60
КТ7	дивитися КТ6	Трициліндровий вертикальний двоступеневий з проміжним охолодженням	ТЭ10, ТЭП10, М62 2ТЭ10, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ116, 2ТЭ21

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
КТ6Эл	дивитися КТ6	Трициліндровий вертикальний двоступеневий з проміжним охолодженням	ВЛ8, ВЛ10, ВЛ60 в/и, ВЛ80 в/и, ВЛ82, ВЛ82м, ВЛ11, ВЛ15, ВЛ85, 2ТЭ116, 2ТЭ116УП
ПК-35		Двоциліндровий, двоступеневий з проміжним охолодженням	

ПК-5,25		Шестициліндровий, двоступеневий з проміжним охолодженням	ТЭМ7, ТЭП70, ТЭП80, ТГМ6А
ПК-3,5	дивитися ПК-5,25	Чотирициліндровий, двоступеневий з проміжним охолодженням	ТГ16
ПК-1,75	дивитися ПК-5,25	Двоциліндровий, двоступеневий з проміжним охолодженням	ТГМ1
ВПЗ-4/9		Двоциліндровий двоступеневий з диференціальними поршнями з розташуванням циліндрів під кутом 90 ⁰	ТГМ3, ТГ102 с №56 - по 2 компресора, ДР

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
ВВ1,5/9		Одноциліндровий двоступеневий з диференціальним поршнем	ТГ102 до №55, ДР1, ДР1А, ДР1П
ВВ 0,7/8	дивитися ВВ1,5/9	Одноциліндровий двоступеневий з диференціальним поршнем	ТГМ3, ТГК2, ТУ5, ТУ7, ТУ4

ЭК-7Б		Двоциліндровий горизонтальний одноступеневий з електродвигуном постійного струму	ЭР2, ЭР1 с №69, ЭР22
ЭК-7У	дивитися ЭК-7Б	Двоциліндровий горизонтальний одноступеневий з електродвигуном змінного струму	ЭР9П, ЭР2Р, ЭР2Т, ЭР22, ЭР22М, ЭТ2, ЭД2Т, ЭД4, ЭД9Т, ЭР200.
МК-135		Трициліндровий вертикальний двоступеневий з 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 двоступеневий	ЧС2, ЧС2Т, ЧС4, ЧС4Т, ЧС6, ЧС200, ЧС4 с №89, ЧМЭ3, ЧМЭ2 с №211

**ДОДАТОК Б
(обов'язковий)**

**Характеристики головних резервуарів тягових одиниць
рухомого складу**

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

Тип локомотива й моторвагонного рухомого складу	Кількість резервуарів, шт.	Розміри, мм				Об'єм, л	
		довжина	зовнішній діаметр	товщина листа		одного резервуара	загальний
				циліндр	днище		

1	2	3	4	5	6	7	8
Електровози:							
ВЛ22 ^М , ВЛ23	4	1910	430	5	6	250	1000
ВЛ60	4	1420	550	5	6	300	1200
ВЛ8	4	1250	650	5	8	360	1440
ВЛ10 до №19	4	2200	550	5	6	490	1960
ВЛ10 з №19	6	1884	430	5	6	250	1500
ВЛ10У, ВЛ11, ВЛ80	6	1420	552	5	6	300	1800
ВЛ15, ВЛ82, ВЛ85	10	1884	430	5	6	250	2500
ЧС всіх серій	4	1490	500	6	8	250	1000
Тепловози:							
ТЭП60 до №268	2	1700	500	5	6	300	1030
	1	2395				430	
ТЭП60 з №268	4	1410	500	5	6	250	1000
ТЭП70, ТЭП75	2	1870	610	5	6	500	1000
М62	5	1610	430	5	6	220	1100
2ТЭ116, 2ТЭ10В, 2ТЭ10Л	8	1410	500	5	6	250	2000
2ТЭ121, 3ТЭ10В	6	1870	512	5	6	250	1500
ТГМЗ	2	1716	610	5	8	450	900
ТЭ10М (секц.), ЧМЭ2	2	1710	496	5	7	325	650
ЧМЭ3	4	1415	496	5	7	250	1000
2ТЭ125	4	1870	640	6	6	500	2000

Закінчення таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Моторвагонний рухомий склад:							
ЭР2, ЭР9П, ЭР9М (головн. і причіпний), ЭР22(головн. і моторний), ЭР22В, ЭР22М (причіпний)	2	1360	418	5	6	170	340
ЭР2Р (головн. і причіпний), ЭР200 (головн. і моторний)	2	1362	416	5	6	170	340
ДР1. ЛР1А. ДР1П (моторний) до 1975 року	2	1360	418	5	6	170	340

ДР1. ЛР1А. ДР1П (моторний) з 1975 року	2	1362	416.	5	6	170	340
---	---	------	------	---	---	-----	-----