

Приводи допоміжного обладнання

Тема лекції : Гідромеханічний редуктор тепловоза ЧМЕЗ

Мета: ознайомити учнів з будовою та конструктивними особливостями гідромеханічного редуктора. Удосконалювати вміння логічно мислити. Виховувати інтерес до знань.

План.

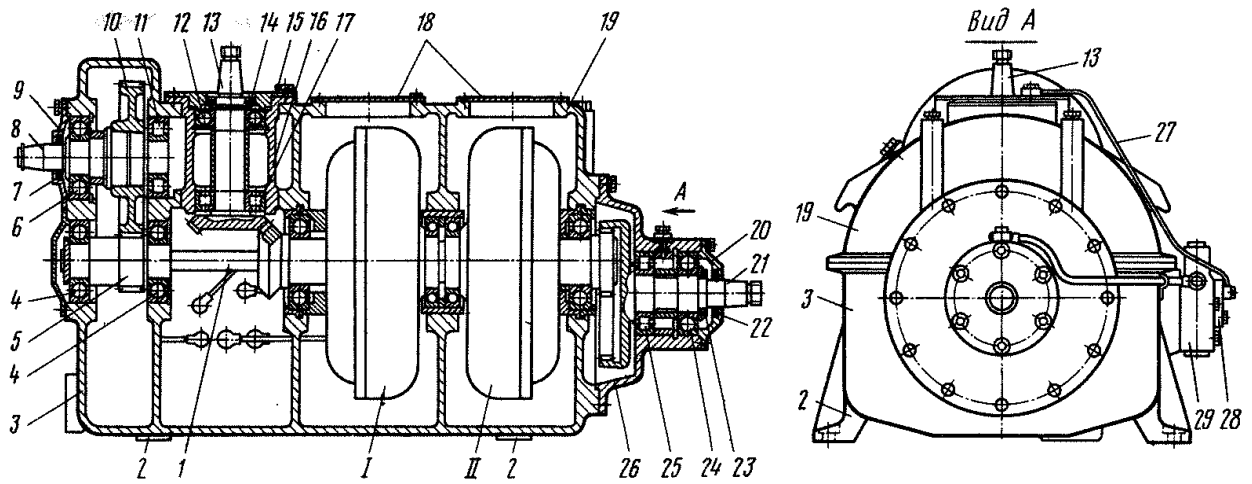
1. Призначення гідромеханічного редуктора.
2. Конструкція гідромеханічного редуктора.
3. Будова вала насосних коліс та гідромуфт.
4. Призначення та будова золотникової коробки.
5. Робота гідромеханічного редуктора.

Призначення і конструкція. Для передачі крутного моменту від колінчастого вала дизеля на вал головного вентилятора й колінчастий вал компресора призначений гідромеханічний редуктор (мал. 81). У редукторі, крім зубчастих передач, використовуються дві гідромуфти, що забезпечують плавність передачі обертання, високий к.к.д. і можливість автоматичного управління зазначеними агрегатами.

Редуктор має литий чавунний корпус, що складається з двох частин - верхньої 19 і нижньої 3, стягнута між собою шпильками. Площина роз'єму корпусу збігається з віссю валів гідромуфт. Це дозволяє проводити монтаж і демонтаж всіх вузлів редуктора. Для установки редуктора на головній рамі тепловоза в нижній частині 3 корпусу відлиті чотири лапи 2 з отворами під кріпильні болти.

Корпус відлитий заодно з вертикальними перегородками, використовуваними для установки підшипників валів. Перегородки ділять корпус на чотири відсіки, які сполучаються між собою через отвори в нижній частині 3 корпусу, що дозволяють маслу, яке стікає після змазування підшипників і викидається з гідромуфт, проходити до зливної труби, що з'єднує гідромеханічний редуктор з рамою дизеля. Зливна труба прикріплена чотирма шпильками М12 до фланця на задньому торці нижньої частини 3 корпусу редуктора.

У верхній частині 19 встановлений спеціальний корпус 16 з підшипниками вертикального вала 13 приводу головного вентилятора. Для огляду обох гідромуфт передбачені два люка, закритих кришками 18. До переднього торця редуктора за допомогою фланця прикріплений корпус 26 підшипників горизонтального вала 21 приводу компресора.

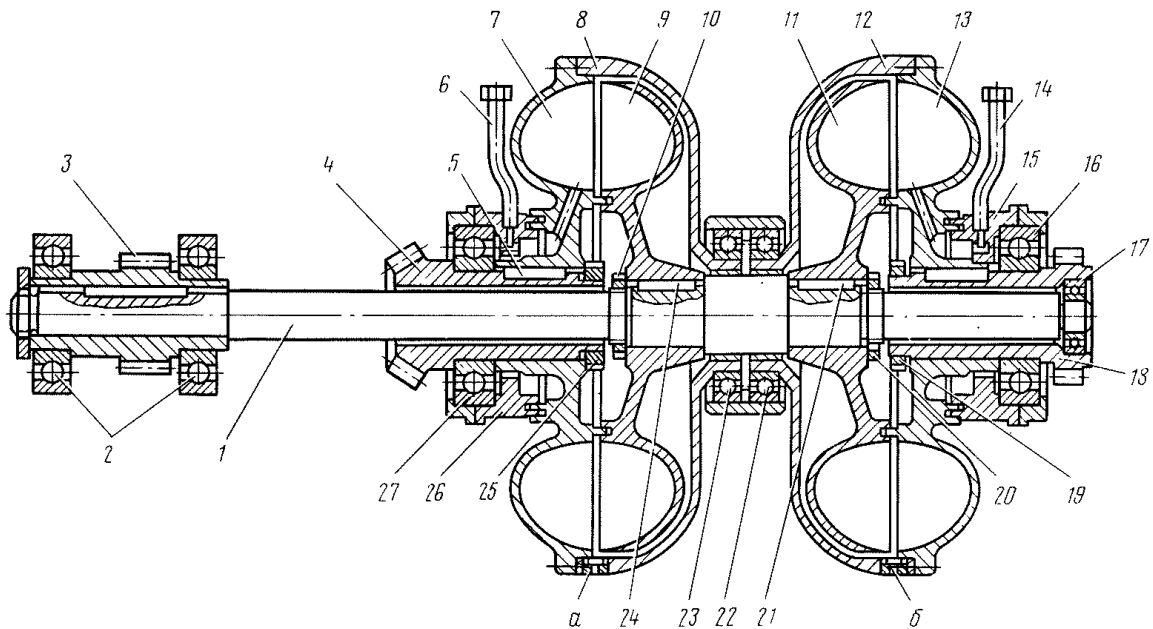


Мал. 81. Гідромеханічний редуктор:

1 - вал насосних коліс; 2 - лапи; 3, 19 - нижня і верхня частини корпусу; 4, 6, 12, 24 - кулькові підшипники; 5 - ведена шестерня; 7, 14, 22 - сальники Гуфєро; 8 - вхідний вал редуктора; 9, 15, 18, 20 - кришки;
 10 - ведуча шестерня; 11, 17, 25 - роликові підшипники; 13 - вал приводу головного вентилятора; 16 - корпус приводу головного вентилятора; 21 - вал приводу компресора; 23 - гайка; 26 - корпус приводу компресора; 27 - маслопідвідна трубка; 28 - фланець; 29 - золотникова коробка;
 I - гідромурфта приводу головного вентилятора; II - гідромурфта приводу компресора

Вхідний вал 8 редуктора спирається на кульковий 6 і роликовий 11 підшипники, які встановлені в розточеннях задньої торцевої стінки і поперечної перегородки корпусу. Задній підшипник 6 закритий кришкою 9, ущільненої по валу сальником 7. На валу укріплена циліндрична косозуба шестерня 10 ($z = 43$). Між шестернею 10 і заднім підшипником 6 ставлять дистанційне кільце. Шестерня 10 знаходиться в зачепленні з шестірнею 5 ($z = 15$), жорстко укріпленої на валу 1 насосних коліс. Додатково шестерня 5 кріпиться шпонкою. Циліндричними виступами шестерня спирається на два кулькових підшипника 4, які одночасно є опорами вала 1 насосних коліс. Третьою опорою цього вала служить кульковий підшипник 17 (рис. 82).

На вал 1 насосних коліс до упору в виступ напресовані два насосних колеса 9 і 11 гідромурфт I і II (див. мал. 81), однакових за конструкцією і розмірами. Кожне з насосних коліс додатково укріплено шпонками 21 і 24 (див. мал. 82) і гайками 10 (20) з пелюстковими шайбами. Насосні колеса відлиті з чавуну і мають прямі радіальні лопаті. Крім насосного колеса, кожна гідромурфта має турбінне колесо і дзвін. Турбінні колеса 7 і 13 відлили з чавуну разом з прямими радіальними лопатями. У маточині турбінного колеса є кільцева канавка з вісьмома наскрізними похилими отворами. Чавунні литі дзвони 8 і 12 з'єднуються з турбінними колесами болтами і закривають порожнини гідромурфт. В дзвонах встановлюють по два сопла а й б для викиду масла з гідромурфти. Діаметри соплових отворів гідромурфт I і II відповідно рівні 2,2 і 1,6 мм.



Мал. 82. Вал насосних коліс і гідромуфти:

1-вал насосних коліс; 2, 16, 17, 22, 23, 27 - кулькові підшипники; 3 - ведена шестерня;
4 - вал-шестерня турбінного колеса гідромуфти I; 5, 21, 24 - шпонки; 6, 14 - маслопідвідні
трубки; 7, 13 - турбінні колеса; 8, 12 - дзвони; 9, 11 - насосні колеса; 10, 19, 20, 25 - гайки;
15, 26 - корпуси підшипників; 18-вал-шестерня турбінного колеса гідромуфти II;
а, б - сопла гідромуфт

Опорою дзвону 8 гідромуфти I служить кульковий підшипник 23, а дзвона 12 гідромуфти II - кульковий підшипник 22, які змонтовані в перегородці корпусу. Турбінне колесо 7 гідромуфти I з натягом укріплено на пустотілому валу-шестерні 4, вільно встановленому щодо вала 1 насосних коліс. Додаткове кріплення турбінного колеса здійснюється шпонкою 5 і гайкою 25 зі стопорною шайбою. Опорою вала-шестерні 4 турбінного колеса є кульковий підшипник 27, змонтований в перегородці корпусу редуктора.

Пустотілий вал 4 виготовлений за одне ціле з конічною шестернею, що знаходиться в постійному зачепленні з конічною шестернею вала 13 приводу головного вентилятора (див. мал. 81). Цей вал змонтований в корпусі 16 і обертається в двох підшипниках - роликовому 17 і кульковому 12, причому верхній підшипник 12 є опорно-упорним. Зовнішні кільця обох підшипників фіксуються в корпусі 16 за допомогою стопорних кілець і кришки 15, що закриває зверху корпус. Між внутрішніми кільцями підшипників встановлена дистанційна втулка. У кришці 15 встановлено сальник 14, що запобігає просочуванню масла по валу 13.

Турбінне колесо 13 (див. мал. 82) гідромуфти II укріплено на пустотілому валу-шестерні 18, який встановлений з зазором щодо вала 1 насосних коліс. Це колесо, так само як і колесо 7, додатково укріплено гайкою 19 і стопорною шайбою. Опорою вала-шестерні 18 служить кульковий підшипник 16, встановлений в торцевій стінці корпусу редуктора. До корпусів підшипників 15 і 26 приєднані маслопідвідні трубки 6 і 14.

Вал 18 виготовлений заодно з циліндричною шестернею, в розточці якої розміщений опорний кульковий підшипник 17 вала 1 насосних коліс.

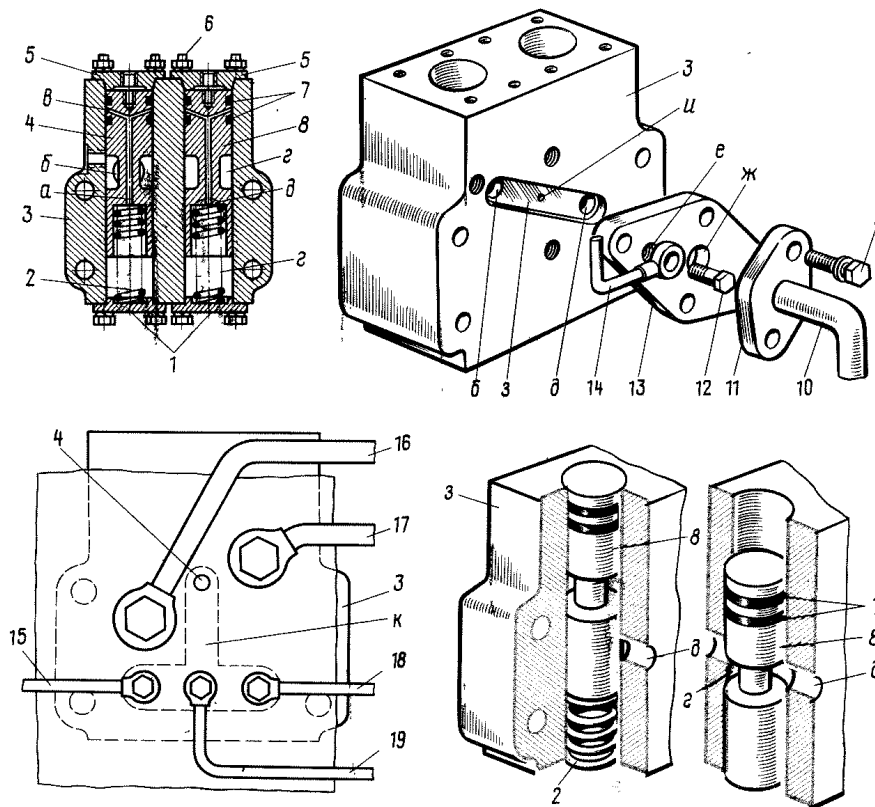
Циліндрична шестерня входить в зачеплення з внутрішніми зубами корончатої шестерні, виготовленої за одне ціле з валом 21 (див. мал. 81) приводу компресора. Вал розташований в корпусі 26 і спирається на два підшипники - роликовий 25 (опорний) і кульковий 24 (опорно-упорний). Між зовнішніми та внутрішніми кільцями підшипників встановлені дистанційні втулки. Внутрішнє кільце підшипника 24 закріплено гайкою 23. Корпус 26 закритий кришкою 20, в якій встановлено сальник 22 для ущільнення масляної камери щодо валу 21.

Золотникова коробка (мал. 83) призначена для перепуску масла з масляної системи дизеля в гідромуфти. Вона укріплена на лівій стороні корпусу гідромеханічного редуктора чотирма болтами. В литому чавунному корпусі 3 розточені два наскрізних вертикальних циліндричних отвори, в яких переміщаються золотники 4 і 8. Отвори під золотники з обох сторін закриті кришками. Кожна кришка прикріплена до корпусу золотникової коробки чотирма шпильками 6 і ущільнена гумовими прокладками. У нижні кришки 1 впираються відвідні пружини 2 золотників, а верхні кришки 5 забезпечені штуцерами для приєднання повітропідвідних трубок. До лівої кришки прикріплена трубка, що йде від регулятора тиску повітря компресора, а до правої - трубка від вентиля ВПЖ2, укріпленого на стінці, яка відділяє шахту холодильника від дизельного приміщення.

Обидва золотника однакові по конструкції і являють собою сталеві циліндри діаметром 36 мм, в середній частині яких проточена кільцева канавка шириною 20 мм і глибиною 10 мм. У верхній частині золотника зроблені дві канавки під гумові кільця 7, які ущільнюють повітряну порожнину над золотником і масляну порожнину 2, утворену кільцевою проточкою золотника. Між кільцями є лабіринтова канавка, сполучена з нижньою порожниною коробки двома похилими *в* і одним осьовим *а* отворами. У нижній частині золотника розточене циліндричне гніздо діаметром 28 мм і глибиною 40 мм під пружину 2.

Трубка 10, по якій підводиться масло із системи, за допомогою фланця 11 з'єднана з фланцем 13 і разом з ним прикріплена до корпусу 3 двома болтами 9. Фланець 13, додатково прикріплений до корпусу двома такими ж болтами, закриває похилу канавку з корпусу, в якій зроблені три наскрізних отвори. Через середній отвір діаметром 4 мм масло постійно проходить на змазування підшипників гідромеханічного редуктора, для чого на тильній стороні коробки зроблена Т-подібна канавка *к*, яка збігається з отворами корпусу, в які вкручені штуцера кріплення маслорозподільчих трубок. За трубці 15 масло підводиться для змащування підшипників вхідного вала редуктора, по трубці 18 - для змащування підшипників дзвонів гідромуфт, а по трубці 19 - для змащування підшипників вала приводу компресора. На тепловозах останнього випуску замість розташовувалася усередині корпусу трубки 19 ставлять зовнішню трубку. Один кінець її за допомогою штуцера з'єднаний з корпусом приводу компресора, а інший - з золотникової коробкою (через бічний отвір, що збігається з кільцевою виточкою золотника 4, що знаходиться у верхньому положенні). Таким чином, при заповненні гідромуфти приводу компресора масло одночасно надходить і на змазування підшипників вала приводу компресора. Отвори *б* і *д* діаметром 16 мм використовуються для пропуску масла до гідромуфт по трубках 17 і 16 і в процесі роботи можуть перекриватися золотниками. На фланці 13 є також отвір *е*

з різьбленням для кріплення трубки 14, по якій масло з похилою канавки корпусу відводиться на змазування підшипників вертикального вала приводу головного вентилятора.



Мал. 83. Золотникова коробка редуктора:

- 1 - нижні кришки; 2 - відвідні пружини; 3 - корпус; 4, 8 - золотники; 5 - верхні кришки;
6 - шпильки; 7-гумові кільця; 9 - болт; 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19 - трубки підведення масла;
11, 13 - фланці; 12 - штуцер; а, в - отвори в золотнику; б, д, и - отвори в корпусі;
е - масляна порожнина; ж - отвори у фланці; з, к - канавки

Робота гідромеханічного редуктора. Включенням головного вентилятора автоматично управляє термореле *РТЖ2*, встановлене на колекторі гарячої води у первинному контурі. При підвищенні температури води до 80°C контакти термореле замикають ланцюг живлення котушки електропневматичного вентиля *ВПЖ2*. Вентиль включається і перепускає стиснене повітря з резервуара управління в золотникову коробку гідромеханічного редуктора.

Під тиском стисненого повітря золотник 8 переміщається вниз і своєю кільцевою проточною відкриває шлях маслу через золотникову коробку. Масло з системи під тиском по трубці 6 (див. мал. 82) підходить до корпусу 26 підшипника вала-шестерні 4 турбінного колеса гідромуфти I, потрапляє в кільцеву проточку турбінного колеса 7 і по восьми похилим отворах в колесі починає заповнювати гідромуфту.

Насосне колесо 9, яке обертається, своїми радіальними лопатями захоплює масло і, розкручуючи його, перетворює механічну енергію, отриману від колінчастого вала дизеля, в кінетичну енергію рідини, що рухається. Обертові частки масла під дією відцентрової сили починають віддалятися від центру до периферії насосного колеса, створюючи на кінцях лопатей підвищений тиск. Так як турбінне колесо ще не обертається, то за рахунок різниці тисків масло

переходить з лопатей насосного колеса на лопаті турбінного. Володіючи кінетичною енергією, масло розкручує турбінне колесо, втрачає швидкість і підсмоктується до центру насосного колеса, яке знову надає маслу кінетичну енергію. Вал-шестерня 4 турбінного колеса через конічну зубчасту передачу приводить в обертання вертикальний вал приводу головного вентилятора 13 (див. мал. 81).

Потужність, що передається гідромуфтами, залежить від кількості масла (робочої рідини), що заповнює їх, і від швидкості руху цієї рідини. Підвищуючий редуктор, що складається з ведучої 10 ($z = 43$) і веденої 5 ($z = 15$) шестерень, збільшує частоту обертання вала 1 насосних коліс майже в 3 рази, що призводить до збільшення швидкості руху робочої рідини в гідромуфтах. Це дозволяє зменшити масу робочої рідини, а значить, і габаритні розміри гідромуфту.

Під час роботи гідромуфти частина масла постійно викидається через два соплових отвори діаметром 2,2 мм в дзвоні, зливається в корпус гідромеханічного редуктора і далі самопливом по трубопроводу відводиться в картер дизеля. Часткова заміна масла необхідна для запобігання його перегріву в гідромуфті, що могло б призвести до порушення нормальної роботи гідромуфти. Нагрівання масла є результатом часткового перетворення механічної енергії в теплову за рахунок в'язкості масла.

Робота вентилятора при відкритих жалюзі (бічних і верхніх) викликає інтенсивне охолодження води в секціях радіаторів. Коли температура води знизиться до 73°C , розмикаються контакти термореле *РТЖ2* в ланцюзі котушки вентиля *ВПЖ2*. Вентиль вимикається і сполучає порожнину золотникової коробки над золотником 8 (див. мал. 83) з атмосферою. Поворотна пружина 2 піднімає золотник, який перекриває шлях маслу через отвір δ . Так як масло в гідромуфту I більше не надходить, але продовжує викидатися через соплові отвори в дзвоні, то крутний момент, що передається гідромуфтою, зменшується, і вентилятор плавно зупиняється.

Гідромуфтою II, яка використовується для приводу компресора, автоматично управляє регулятор тиску повітря, відрегульований на включення при тиску 0,85 МПа ($8,5\text{ кгс/см}^2$) і вимикання при тиску 0,75 МПа ($7,5\text{ кгс/см}^2$) в головних резервуарах. Коли регулятор тиску повітря вимкнений, то він сполучає порожнину над золотником 4 з атмосферою, і пружина 2 піднімає золотник.

При верхньому положенні золотника його кільцева проточка збігається з отвором δ , розташованим вище отвору δ . Масло з системи проходить через золотникову коробку і по трубопроводу підходить до корпусу підшипника вала-шестерні 18 (див. мал. 82) турбінного колеса гідромуфти II. З корпусу підшипника масло потрапляє в кільцеву проточку турбінного колеса і через вісім похилих отворів заповнює гідромуфту. Турбінне колесо отримує обертовий момент і через циліндричну прямозубу шестерню, виконану заодно з валом турбінного колеса, передає обертання колеса з внутрішніми зубами, які входять до складу вала 21 приводу компресора (див. мал. 81).

Під час роботи гідромуфти II частина масла постійно викидається через соплові отвори в дзвоні. Діаметр соплових отворів цієї гідромуфти (1,6 мм) менше діаметра соплових отворів гідромуфти I. Збільшений розмір соплових отворів гідромуфти I забезпечує плавне включення головного вентилятора. На восьмій позиції контролера компресор споживає потужність 31,6 кВт, а головний

вентилятор - 24,3 кВт.

Коли тиск стисненого повітря в головних резервуарах досягне 0,85 МПа (8,5 кгс/см²), регулятор тиску повітря вмикається і починає подавати стиснене повітря в порожнину над золотником 4 (див. мал. 83). Під дією стисненого повітря золотник переміститься вниз, подолавши опір поворотної пружини 2, і припинить доступ масла в гідромуфту II. Через соплові отвори масло вийде з гідромуфти, і компресор зупиниться.

Контрольні питання

1. Для чого призначений гідромеханічний редуктор?
2. Яка конструкція гідромеханічного редуктора?
3. Яка будова вала насосних коліс та гідромуфт?
4. Для чого призначена та яка будова золотникової коробки?
5. Як працює гідромеханічний редуктор?



Література: Нотик З.Х. «Тепловози ЧМЕЗ, ЧМЕЗТ», М., Транспорт, 1990. Гл. XII, п. 53 стор. 146-151.