Тема роботи:
«Аналіз конструкції уніфікованої гідропередачі УГП750-1200ПР кар’єрного тепловоза ТГМ-6»

Виконав: студент групи ГМБ-23ск _____ Є.О.Дудка

Керівник випускної роботи: канд.техн.наук, проф. _____ Ю.Г.Горбачов

Кривий Ріг
2026 р

ВСТУП

Мобільність сучасних гірничих машин є ключовим фактором підвищення ефективності їх використання у складних гірничо-геологічних умовах відкритого та підземного видобутку корисних копалин. Велика маса та габарити машин істотно ускладнюють їх пересування, особливо на м’яких або нестійких ґрунтах, що знижує продуктивність і збільшує витрати на транспортування та технічне обслуговування.

Серед відомих конструкцій ходових механізмів особливе поширення отримав гусеневий хід, який забезпечує рівномірний розподіл навантаження від ваги машини на ґрунт. Завдяки цьому тиск на ґрунт знижується до 30–50 кН/м², що дозволяє гусеничним машинам ефективно пересуватися навіть на нестійких поверхнях. Крім того, велика площа контакту гусениць із ґрунтом сприяє покращенню тягово-зчіпних характеристик, забезпечує стабільну курсова стійкість та надійність пересування.

Гусеневий хід використовується як у якості опорно-ходового механізму, так і для подачі машин у технологічному циклі, забезпечуючи оптимальні характеристики пересування для широкого спектра гірничих і транспортних машин – від великогабаритних важких екскаваторів та вскришних машин з малою швидкістю до мобільних транспортних засобів із високою швидкістю пересування. Характерна особливість гусеневого ходу – відносно невелика швидкість переміщення (0,1–7 м/с), що компенсується високою тяговою здатністю і стійкістю на схилах та нерівностях.

До недоліків гусеневого ходу належать підвищена металоємність і опір руху, що вимагає підвищеної потужності двигуна та оптимізації конструкції трансмісії. Незважаючи на це, гусеничний рух є незамінним для машин, що працюють у складних умовах, і висуває особливі вимоги до гідропередач, редукторів, підшипникових вузлів та систем управління, що забезпечують ефективну роботу гірничої техніки.

У рамках модернізації і вдосконалення кар’єрних тепловозів ТГМ-6 великого значення набуває використання уніфікованих гідропередач типу УГП750–1200ПР, які забезпечують оптимальну передачу потужності від двигуна до гусеневого ходу, знижують втрати енергії та підвищують надійність роботи в умовах високих навантажень і агресивного середовища експлуатації. Аналіз конструкції та експлуатаційних параметрів гідропередачі дозволяє підвищити продуктивність машин і знизити витрати на їх технічне обслуговування.

Таким чином, дослідження конструкцій та параметрів гусеневого ходу, а також уніфікованої гідропередачі УГП750–1200ПР є важливим етапом підвищення ефективності кар’єрних тепловозів ТГМ-6, удосконалення систем механізації та автоматизації транспортування вантажів у гірничодобувній промисловості.

Мета роботи: провести аналіз конструкції, режимів роботи та експлуатаційних характеристик уніфікованої гідропередачі УГП750–1200ПР кар’єрного тепловоза ТГМ-6.

Об’єкт дослідження: уніфікована гідропередача УГП750–1200ПР кар’єрного тепловоза ТГМ-6.

Предмет дослідження: конструктивні та експлуатаційні параметри гідропередачі, що впливають на ефективність роботи гусеневого ходу тепловоза.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАШИНИ

1.1 Характеристика цеху ЖДЦ

Роботу виконано на базі ЖДЦ – 2, який проводить вантажоперевезення в межах підприємства.

Залізничний цех № 2 складається з: АБК локомотивного депо, де знаходяться локомотивна служба, начальник зміни, бойлерна, їдальня і лазня локомотивного депо № 2; локомотивного депо № 1, де проводиться ремонт локомотивів серії ТЕМ-1, ТЕМ-2, ТЕМ-2У, ТЕМ-2УМ, ТЕМ-18 [7, 19].

Використовується наступне устаткування : мостові крани вантажопідйомністю Q=2015 і 3015 з прольотом 22,5 м, верстат для обточки колісних пар після наплавлення – 1 шт; у цьому депо знаходиться також лазня для ремонтного персоналу майстерні, керівництво депо і технічний відділ, де зберігається документація до локомотивів; складів ГСМ, де зберігаються паливно-мастильні матеріали; складів, де зберігаються запасні частини до локомотивів; локомотивного депо № 2, де проводять ремонт локомотивів серії ТГМ-4, ТГМ-4А, ТГМ-6А, ТГМ-6Д [7, 19].

Використовується наступне устаткування : мостові крани з прольотом 22,5 м і вантажопідйомністю Q=20т/5т і 10т, верстати : свердлувальні – 9 шт, заточні – 4 шт, токарні – 10 шт, строгальні, - 2 шт, фрезерувальні, – 4 шт, шліфувальні - 1 шт, деревообробні – 1 шт, електродомкрати – 8 шт, стенди притирання клапанів – 2 шт, гідропрес – 1 шт; лабораторії, де проводять аналіз ГСМ, а також води, з системи охолодження тепловоза [7, 19].

1.2 Опис тепловозів серії ТГМ

У 1956 р. Луганський тепловозобудівний завод ім. Жовтневої Революції побудував дослідний зразок маневрового тепловоза типу ТГМ2 потужністю 750 л. з. з гидромеханической передачею [7, 19].

Після експлуатаційних випробувань було вирішено внести до конструкції тепловоза ряд змін. Людіновський тепловозобудівний завод на базі тепловоза ТГМ2 спроектував і побудував в 1959 р. тепловоз, якому привласнили серію ТГМ3 [7, 19].

З 1961 года паралельно випуску основної серії був налагоджений випуск модифікації під назвою ТГМ3а, основною відмінністю якої було використання гидропередачи Калужського машинобудівельного заводу замість гидропередачи Ворошиловградського заводу, ТГМ3, що використовується на тепловозах. Раніше ця передача використовувалася на магістральних тепловозах ТГ102 [7, 19].

З 1966 года був будувалася ще одна модифікація серії - ТГМ3б, що відрізнялася використанням гидропередачи без гидромуфт [7, 19].

Також в процесі випуску були побудовані два досвідчені тепловози - ТГМ3м (модифікація ТГМ3 з іншим гидротрансформатором) і ТГМ3о (інше найменування - ТГС, тепловоз з гідростатичною передачею) [7, 19].

Всього за період з 1959 по 1977 роки було випущено не меньше 4 тисяч локомотивів ТГМ3 і його модифікацій. 1200 з них працювало на залізницях МПС. 75 тепловозів пішли на експорт в Болгарию Иран Турцию Египет і КНР [7, 19].

Кузов і двовісні візки були розроблені спеціально для цієї серії тепловозів. Частина елементів конструкції візка були вже випробувані на тепловозах ТЭ3 [7, 19].

Електрична схема ланцюгів управління передбачала можливість роботи за системою багатьох одиниць [7, 19].

Дизель - М751.

Загальна схема передачі аналогічна тепловозу ТГМ2. На досвідчених ТГМ3м, а також на ряду подальших серійних ТГМ3, застосовувався дизель М753 без устаткування для повітряного пуску. На декількох тепловозах серії ТГМ3а встановлювалися дизелі М773 з газотурбінним наддувом. При ремонті тепловозів деякі підприємства встановлювали на них дизель 1Д12-400 потужність 400 л.с., що використався на тепловозах серии ТГМ1 [7, 19].

На дослідному ТГМ3б-2000 було використано пневмопідвіску замість ресорної [7, 19].

Технічні характеристики *[7, 19]*

- Максимальна швидкість при транспортуванні — 90 км/год
- Максимальна швидкість поїздового режиму — 60 км/год (62 км/год для ТГМ3а, 55 км/год для ТГМ3б)
- Максимальна швидкість маневрового режиму — 30 км/год (27 км/год для ТГМ3б)
- Зчіпна маса — 68 т

У зв'язку з недоліками тепловоза ТГМ2 Людіновський тепловозобудівний завод, якому була передана споруда маневрових тепловозів, випустивши в 1958 р. по кресленнях Луганського заводу декілька тепловозів ТГМ2 з дизелями М751, значно перепроектував локомотив (під керівництвом головного конструктора А.М. Хричикова). Була розроблена нова конструкція кузова, шкворневая двовісний візок з двома бічними скользунами з використанням в її конструкції ряду елементів, що вживаних і виправдали себе в експлуатації на тепловозах ТЕ3. Зокрема, від цього тепловоза використані букси, самшитові щелепи, кінцеві балки, деталі ресорного і гальмівного підвішування. Відстань між осями прийнята однаковим з тепловозом ТЕ3. Ресорне підвішування візків збалансоване - поставлені подовжні балансири. Холодильник поставлений поряд з дизелем. Електрична схема ланцюгів управління передбачає можливість роботи двох тепловозів за системою багатьох одиниць [7, 19].

Перші перепроектовані тепловози, що отримали назву ТГМ3, випущені заводом в 1959 р. Кузов тепловоза капотного типу. Рами візків зроблені зварними, поперечний брус і щелепи - литими. У систему ресорного підвішування введені гумові амортизаційні прокладки. Діаметр коліс - 1050 мм [7, 19] .

На тепловозі встановлений дизель М751, застосований на тепловозі ТГ100-001 (потужність 750 л. з. при швидкості обертання валу 1 400 об/мин). Загальна схема передачі така ж, як і на тепловозах ТГМ2. Гідропередача для тепловоза з гідротрансформатором ТГК-11 виготовлена Калузьким машинобудівним і Людіновським тепловозобудівним заводами. Ця передача трохи відрізняється від гідропередачи, встановленої на тепловозі ТГМ2; всі передавальні відносини редукторів збережені [7, 19] .

На тепловозі встановлені генератор ВГТ-275-150 для зарядки акумуляторної батареї, генератор ВТ-275/120 для живлення электродвигуна вентилятора холодильника дизеля, компресор ВПЗ-4/9 і кислотна акумуляторна батарея 6СТЭН-140М ємкістю 252 а-ч [7, 19] .

Запас палива на тепловозі - 2800 кг, піску - 400 кг, води в системі охолоджування дизеля - 430 л, масла в гидротрансформаторе і у дизелі - 300 л.

Тепловоз має зчіпна вага 68 т і може розвивати на маневровому режимі силу тяги 20400 кГ. Максимальна швидкість тепловоза на маневровому режимі - 30 км/ч, на поїздовому - 60 км/год і при транспортуванні - 90 км/год [7, 19].

На підйомі 0,9% тепловоз може вести склад вагою 1500 т із швидкістю 8-9 км/год. На майданчику локомотив може виконувати маневрову роботу з складами вагою до 2000 т, розвиваючи при цьому швидкість до 28 км/год. На маневровому режимі при швидкостях 7-17 км/год розрахунковий коефіцієнт корисної дії тепловоза рівний 27-28% [7, 19] .

Перші два тепловози ТГМ3 пройшли випробування на шляхах станції Фаянсова і ВНІТІ. Паралельні випробування тепловоза ТГМ3 і паровоза 9П показали, що тепловоз краще вписується в криву радіусом 40 м і менше надає дію на шлях. У кривих радіусом 120 м тепловоз ТГМ3 значно менше впливає на шлях в порівнянні з тепловозом ТГМ1 [7, 19] .

Тепловози ТГМ3 перших випусків, крім промислових шляхів, поступили в депо Ташкент . Ташкентської дороги, де працювали не тільки на маневрах, але і з приміськими поїздами. На цих тепловозах перший час експлуатації спостерігався частий вихід з ладу стартерів, реверс-режимных механізмів, фрикційних муфт, карданних валів. У міру виправлення окремих конструктивних помилок надійність роботи тепловоза підвищувалася. На тепловозах з №118 (1961 р.) була збільшена ємкість пісочних бункерів до 900 кг [7, 19]

Дослідний тепловоз ТГМ3м. В 1960 р. Людіновський тепловозобудівний завод випустив тепловоз ТГМ3м-012 з поряд конструктивних змін. Замість раніше встановлюваних на тепловозах комплексних гидротрансформаторов ГТК-П з планетарним механізмом встановлений комплексний гидротрансформатор Гтк-ііт. Внесені також зміни в конструкцію коробки зміни передач, системи живлення і

управління передачею. На тепловозі встановлений дизель М753, у якого на відміну від дизеля М751 немає устаткування для повітряного пуску. Основні розміри дизеля М753 такі ж, як у дизелів М750 і М751. Дизель М753 забезпечений двома стартерами СТ-700. Для приведення в обертання вентилятора холодильника використаний гідростатичний привід, що складається з гидронасоса, гидромотора і пристроїв автоматики [7, 19] .

Зняття планетарного механізму виключило жорсткий зв'язок між валом дизеля і колісними парами. Вал дизеля за допомогою карданного валу сполучений з насосним колесом гидротрансформатора, турбінне колесо якого через редуктор (41:23=1,78), що підвищує, сполучене з коробкою швидкостей. Однією з двох муфт можна включати пару шестерень з передавальним відношенням 17:64=1:3,76 (1-а швидкість) або 28:53=1:1,89 (2-а швидкість). Момент, що далі обертає, передається на поїздовому режимі через пару зубчатих коліс з передавальним числом 53:27=1,96, а на меневровом режимі безпосередньо до знижуючого редуктора (37 61=1:1,65) або при реверсуванні ще і через пару шестерень (40:40=1). Момент, що потім обертає, через карданний вал і осьовий редуктор передається колісним парам; останній не відрізняється від осьового редуктора тепловозів ТГМ2 і ТГМ3 [7, 19] .

Виключення з передачі планетарного механізму понизило коефіцієнт корисної дії тепловоза. Його сила тяги виявилася нижче проектною на 7-22%. Тому надалі тепловози ТГМ3м не будувалися. Проте ряд конструктивних елементів тепловоза ТГМ3м-012 і, зокрема, дизель М753 надалі були використані на тепловозах ТГМ3, що випускалися заводом [7, 19].

Тепловози ТГМ3а.(рис 1.1) В 1961 р. Людінопський завод випустив декілька тепловозів серії ТГМ3а з унифицированной гидропередачей УГП-750-1200, встановленою на тепловозах ТГ102к [7, 19] .

У 1966-1970 рр. Людіновський завод будував тепловози ТГМ3а, дослідні зразки яких були виготовлені в 1961 р. На тепловозі встановлений дизель М753б з моноблоком (з 1965 р.). Вал дизеля пов'язаний з гидропередачей через пружно-компенсаційну муфту. Редуктор гидропередачі, що підвищує, має передавальне число 45:37=1,216.

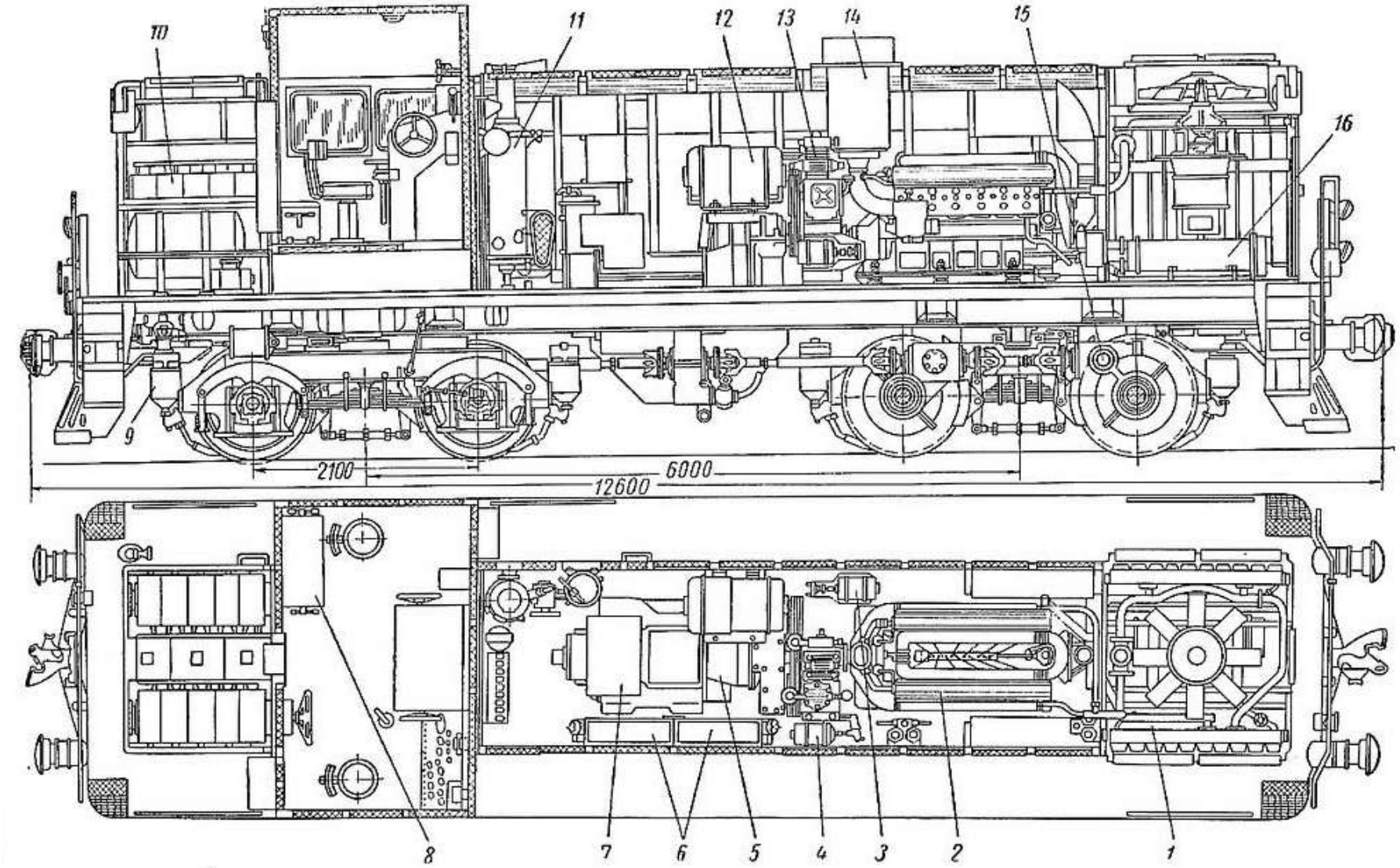


Рис. 1.1 - Маневровий тепловоз серії ТГМ3 типу 2-2 з гидропередачей: 1 - холодильник; 2 - дизель М751; 3 – топливопідкачуючий насос; 4 - маслопідкачуючий насос; 5 - гідротрансформатор; 6 - масляні баки; 7 - коробка зміни передач; 8 - радіостанція; 9 - бункер пісочниці; 10 - акумуляторна батарея; 11 - казан обігріву; 12 - двомашинний агрегат; 13 - компресор; 14 - глушник дизеля; 15 - осьовий редуктор; 16 - маслоохолоджувач гідротрансформатора.

На 1-ій швидкості працюють зубчаті колеса з передавальним відношенням 35:58=1:1,65, на 2-ій швидкості - 52:41=1,27; на маневровому режимі - 24:73=1:3,04, на поїздовому - 39:58=1:1,49 [7, 19].

Осьові редуктори у тепловозів ТГМ3а такі ж, як у, тепловозів серії ТГМ3. Все основне допоміжне устаткування і вага тепловоза (68 тс) також залишилися без зміни, за винятком того, що генератори ВТ-275/120 і ВГТ-275/150 суміщені в одному двомашинному агрегаті; частота обертання їх якорів при частоті обертання валу дизеля 1400 об/хв - 1800 об/хв [7, 19].

На маневровому режимі тепловоз може реалізувати тривалу силу тяги 20000 кгс при швидкості 5 км/год, на поїздовому режимі - силу тяги 9000 кгс при швидкості 15 км/год. Максимальна швидкість на маневровому режимі 30 км/год, на поїздовому - 62 км/год, а при вимкненій гидропередаче - 90 км/год. Запас палива на тепловозі 3300 кг, води - 580 кг, піску - 900 кг, масла для дизеля - 280 кг, масла для гидропередачи - 300 кг [7, 19]

Тепловози ТГМ3б. Частина тепловозів ТГМ3а випускалися (1966-1975 рр.) без гідромуфти в гідропередачі УГП-750-1200 з гідропередачею УГП-750/2Т. Ці тепловози отримали позначення ТГМ3б. У останньому по своїй конструкції вони не відрізняються від тепловозів ТГМ3а. Максимальна швидкість тепловоза на маневровому режимі 27 км/год, на поїздовому - 55 км/год. Тривала сила тяги і швидкості поїздового режиму такі ж, як у тепловоза ТГМ3а; на маневровому режимі тривала сила тяги рівна 23000 кгс [7, 19].

Тепловоз ТГМ3б має капотний кузов, причому капот над машинним відділенням і кабіна машиніста сполучені з головною рамою болтами і можуть зніматися, а решта частин кузова приварена до рами. Вертикальне навантаження від кузова передається на два двовісні візки; на кожну - через чотири сталеві опори з сферичними торцями, розташовані по колу діаметром 2608 мм. Тягове і гальмівне зусилля і інші горизонтальні сили передаються від візка до рами через шкворні [7, 19] .

Рама візка складається з боковин, зварених з листової сталі, шкворневой і двох кінцевих балок. Букси роликові з жорстким упором такі ж, як у тепловоза Те3. Колісні пари мають цільнокатані сталеві колеса діаметром 1050 мм. На

кожну буксу спираються два балансири, на яких через крайні циліндрові і середні листові ресори спирається рама візка. Статичне прогинання ресорного підвішування 60 мм.

На осі кожної колісної пари встановлений редуктор, що має пару конічних зубчастих коліс з однаковим числом зубів (по 23) і пару циліндрових коліс; передавальне число редуктора 68:16=4,25. На рамі візка укріплено чотири пісочні бункери і гальмівний циліндр. Натиснення гальмівних колодок на колеса одностороннє [7, 19] .

У конструкції візка тепловоза ТГМ3 використаний ряд елементів, що добре проявили себе в експлуатації на тепловозах Те3: букси, самшитові щелепи, кінцеві балки, деталі ресорного підвішування і гальм. Відстань між осями колісних пар таке ж, як у тепловоза Те3 [7, 19] .

На тепловозі встановлений дванадцятициліндровий V-подібний чотирьохтактний дизель М753б (12ЧН18/20) з моноблоком. Дизель має наддув і водяне охолоджування втулок і кришок циліндрів; діаметр циліндрів 180 мм, хід поршня з головним шатуном 200 мм, з причіпним - 209,8 мм. Номінальна потужність при частоті обертання валу 1400 об/хв 750 к.с. Мінімально стійка частота обертання валу 650 об/хв. Питома витрата палива при номінальній потужності 171 г/(э.л.с.ч)+ 5%. Пуск дизеля проводиться стартером ЕС-1. Маса сухого дизеля 1700 кг [7, 19] .

Частота обертання валу дизеля регулюється зміною затягування пружини всережимного регулятора за допомогою восьмипозиційного пневматичного пристрою поршневого типу. Останнє управляється електропневматичними вентилями, порядок включення і відключення яких залежить від положення головної рукоятки контролера машиніста. Рукоятка має нульову і вісім робочих позицій [7, 19] .

Вал дизеля пов'язаний з гідропередачею пружно-компенсаційною муфтою. Редуктор гідропередачі, що підвищує, має передавальне число 51:58=0,88. На 1-ій швидкості працюють зубчаті колеса з передавальним числом 58:35=1,65, на 2-ій швидкості - 41:52=0,79; на маневровому режимі - 73:24=3,04, на поїздовому - 58:39=1,49. Від режимного редуктора момент, що обертає, передається через

реверсивний редуктор (61:37=1,65) на роздаточний вал, карданні вали і осьові двухступенчатые редуктори. Автоматичне перемикання швидкостей забезпечує роботу гидропередачи з оптимальними коефіцієнтами корисної дії [7, 19].

Секції холодильника на тепловозі такі ж, як у тепловоза Те3. Для живлення електродвигунів вентиляторів холодильника служить генератор ВГТ-275/120 (13,8 кВт, 120 А, 115 В), а для живлення ланцюгів управління, освітлення і заряду акумуляторної батареї - генератор ВГТ-275/150 (8 кВт, 106 А, 76 В). Генератори об'єднані в одному двомашинному агрегаті; частота обертання їх якорів 1800 об/хв при частоті обертання валу дизеля 1400 об/хв. На локомотиві є двоциліндровий двухступенчатый компресор ВП(3-4) /9 продуктивністю 3 м3/хв і кислотна акумуляторна батарея 6СТЭН-140М (6х10 елементів) ємкістю 252 А- ч. Номінальна напруга електричних ланцюгів 75 В [7, 19].

Маса тепловоза в робочому стані 68 т +-3 %. Запас палива 3300 кг, води 580 кг, піску 900 кг, масла для дизеля 280 кг; масла для гидропередачи 300 кг На маневровому режимі тепловоз може реалізовувати тривалу силу тяги 20000 кгс при швидкості 5 км/год; на поїздовому - 9000 кгс при швидкості 15 км/год. Максимальна швидкість на маневровому режимі 27 км/год, на поїздовому - 55 км/год, при проходженні у складі поїзда з вимкненою гидропередачей - 90км/год. Мінімальний радіус прохідних кривих 40 м [7, 19].

В процесі виготовлення тепловозів ТГМ3а і ТГМ3б до їх конструкції вносилися окремі зміни. З 1968 р. в буксах почали ставитися пружні осьові упори, як це було зроблено на тепловозах ТЕ3. З тепловоза №2265 (1969 р.) ставилися малогабаритні букси тепловозів 2ТЭ10Л. У 1968 р., як і на тепловозах ТЕ3, були поставлені циліндрові пружини, через які вертикальне навантаження від рами візка передається на листові ресори: статичне прогинання ресорного підвішування при цьому збільшилося до 60 мм. Надалі зубчаті колеса редуктора гидропередачи з числом зубів, що підвищує, 45:37 були замінені на редуктор з передавальним відношенням 58:51, а потім пуск дизеля почав здійснюватися стартером ЕС-1 замість двох стартерів СТ-700 [7, 19] .

Тепловози ТГМ6 всіх різновидів виготовлялися як для роботи одиночною тягою, так і для можливості роботи подвійною тягою за системою багатьох

одиниць. Деякі промислові підприємства при ремонті тепловозів ТГМ6 замінювали дизель М753б на дизель 1Д12-400 потужністю 400 к. з., як у тепловозів ТГМ1.

На тепловозах ТГМ6 встановлений чотиритактний дванадцатициліндровий дизель М751, що розвиває потужність 750к.с.. при 1400 об/хв і гідравлічній передачі, що складається з комплексного гідротрансформатора ТГК-іі з планетарним механізмом в двохшвидкісної, дворежимної коробки передач [7, 19] .

Головна рама тепловоза ТГМ6, що несе силову установку з допоміжним устаткуванням і кузов капотного типу, спирається на два двовісні візки через вісім ковзаючих опор (за типом тепловоза ТЕ3) з гумовими амортизаторами.

Дизель сполучений карданним валом з гидротрансформатором і коробкою зміни передач, звідки потужність передається через інші карданні вали до осьових редукторів, розташованих на всіх чотирьох осях тепловоза.

Для живлення струмом ланцюгів управління і освітлення, а також для зарядки акумуляторної батареї служить допоміжний генератор ВГТ 275/150. До електродвигуна вентилятора холодильника струм подається від іншого генератора ВТ 275/120. Ці генератори об'єднані в двомашинний агрегат, що приводиться в обертання, так само як і компресор, клиноременной передачею від шківа, механічно пов'язаного з валом дизеля [7, 19] .

У кабіні машиніста розміщені: пульт управління тепловозом з приладами, контролюючими роботу силових установок і допоміжних агрегатів; радіостанція; інструментальний ящик; гальмо.

У задній стінці кабіни є двері в акумуляторне приміщення, де встановлені акумуляторна свинцево-кислотна батарея типу 6СТЭН-140, головні повітряні резервуари і перетворювач для радіостанції.

У передній частині тепловоза розташований холодильник, що складається з сімнадцяти водяних і трьох масляних секцій. У шахті холодильника розміщений трубчастий водомасляний теплообмінник для охолоджування масла гидротрансформатора [7, 19] .

Гідромеханічна передача. Гідромеханічна передача (рис. 1.2) перетворює момент, що розвивається дизелем, в момент, відповідний тяговим умовам з одночасною зміною числа обертів.

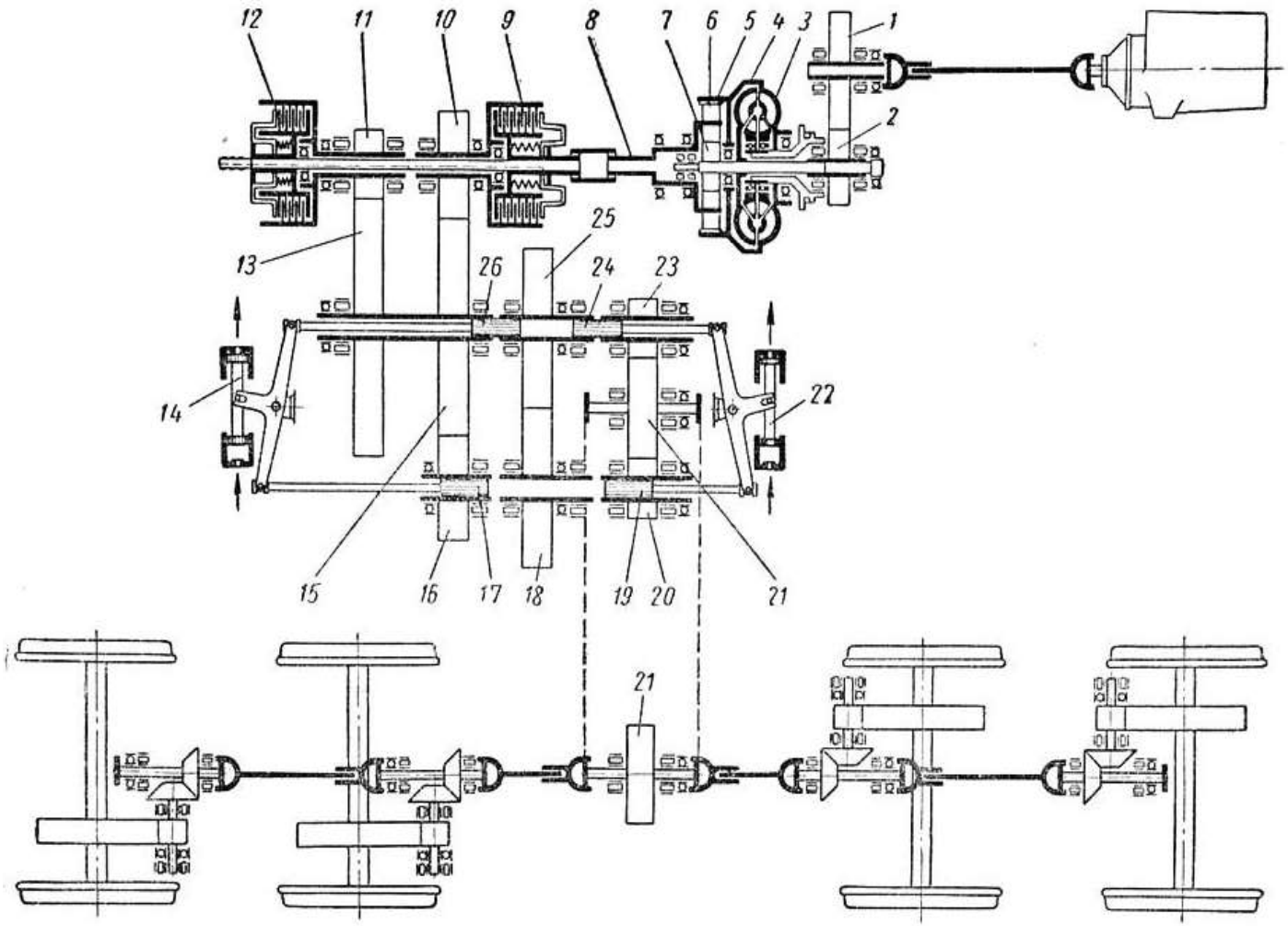


Рис. 1.2 - Схема гідромеханічної передачі маневрового тепловоза сірка Тгм6:1, 2, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25 - зубчаті колеса (1 - z = 53; 2 - z = 35; 10 - z = 27; 11 - z = 17; 13 -z =64; 15 - z = 54; 16 - z = 26; 18 - z = 40; 20 - z = 37; 21 - z = 61; 23 - z = 37; 25 - z = 40); 3 - турбінне колесо гідротрансформатора; 4 - насосне колесо гідротрансформатора; 5 - вінцеве колесо (z = 68); 6 - сателіти (z = 22); 7 - сонячне колесо (z = 24); 8 - водило; 9, 12 - фрикційні муфти; 14 - пневматичний привід перемикання режимів; 17, 19, 24, 26 - шліцьові муфти (17 - поїздового режиму; 19 - переднього ходу; 24 - заднього ходу; 26 - маневрового режиму); 22 - пневматичний привід

Дизель сполучений карданним валом через передачу (53 : 35), що підвищує, з вхідним валом гідротрансформатора [20].

На вхідному валу передачі, що підвищує, знаходиться також роздаточне зубчате колесо, що обертає зубчаті колеса валів відбору потужності для допоміжних агрегатів [1-6].

Від валу гідротрансформатора потужність передається двома шляхами: гідравлічним - через турбінне колесо 3 гідротрансформатора, вінцеве колесо 5 і сателіти 6; механічним - через сонячне колесо 7 і сателіти 6 на водило 8, з якого потужність передається в коробку зміни передач. Коробка зміни передач має два ступені швидкості і режимно-реверсивну коробку.

Автоматично на ходу тепловоза включаються фрикційні муфти 9 або 12 і, отже, зубчаті колеса 10, 15 або 11, 13. Подачу масла в циліндр відповідної фрикційної муфти для її включення регулює золотник, що переміщається залежно від різниці тиску, що створюється двома імпульсними насосами. Один імпульсний насос пов'язаний з валом дизеля, другий - з вихідним валом коробки зміни передач. Коли тиск, що створюється другим імпульсним насосом, перевищує на 0,2 ат тиск, що створюється першим насосом, то надмірний тиск пересуває золотник, внаслідок чого масло з муфти 12 поступає в муфту 9. Під тиском масла диски муфти, стискаючи пружини, входять в зіткнення і починають передавати момент, що крутить, відповідним колесам [20].

Перемикання режимів (маневрового або поїздового) і реверсування проводяться пневматичними приводами 14 і 22 при повній зупинці тепловоза. Нижче приведена залежність включення зубчатих коліс від включення фрикційних муфт 9 або 12, муфт режимів - маневрового 26 або поїздового 17, муфт реверсування - переднього ходу 19 або заднього ходу 24 [20].

Візки тепловоза. Рами візків виконані зварними з прокату і сталевих відливань. Рами мають поперечний брус і. самшитові щелепи.

Ресорне підвішування спирається на гумові подушки.

Гальмування одностороннє. Система важеля гальма приводиться в дію чотирма десятидюймовими повітряними циліндрами.

2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ УНІФІКОВАНОЇ ГІДРОПЕРЕДАЧИ

2.1 Призначення уніфікованої гідропередачи

Уніфікована гідропередача (УГП) призначена для передачі моменту, що крутить, від колінчастого валу дизеля через карданні вали і осьові редуктори на колісні пари тепловоза. Момент, що крутить, при цьому практично перетвориться залежно від швидкості руху і навантаження [20].

Гідропередачі можуть виготовлятися у виконанні:

- Угп750/1200пр для тепловоза ТГМ3а
- Угп750/1200пр1 для тепловоза ТГМ3б
- Угп750/1200пр2 для тепловоза ТГМ4
- Угп750/1200пр3 для тепловоза ТГМ4к
- Угп750/2000пр4 для тепловоза ТГМ4а
- Угп1200/2100пр для тепловоза ТГМ7
- Угп1200/2100пр для тепловоза ТГМ6а, ТГМ6е, ТГМ8, ТГМ8к,ТГМ8п, ТГМ8е
- Угп1200/2100прг для тепловоза ТГМ6а з гідрогальмом

У позначенні гідропередачи три перші букви означають, що гідропередача «уніфікована» подальші цифри показують номінальну передавану потужність двигуна силової установки. У знаменнику перша цифра означає кількість гідротрансформаторів (ГТР) друга – кількість гідромуфт (1М), третя - наявність одного або двох режимів в механічній передачі букви «ПР» означають паралельну систему живлення і охолоджування робочої рідини. Остання цифра або буква в знаменнику означають конструктивні додаткові особливості гідропередачи [19][20]. Технічні дані УГП 750-1200 ПР приведені в таблиці 2.1 [1].

Таблиця 2.1 - Технічні дані УГП 750-1200 ПР [20]

Найменування характеристики УГП, ед. изм.	Опис характеристики УГП
1	**2**
Тип гідропередачи	багатоциркуляційна з почерговим заповненням і спорожненням гідроапаратів

Тип гідротрансформатора	одноступінчатий Тп1000м
Тип гідромуфты	з радіальними лопатками
Система автоматичного перемикання гиідроапаратів	електрогідравлічна двохімпульсна залежно від швидкості руху тепловоза і позиції контроллера
Система перемикання реверс-режима	електропневматична з повітряним доворотом на гідропередаче з гідромуфтами і гідроимпульсным доворотом на гідропередачах без гідромуфт
Система живлення гідроаппаратов і охолоджування робочої рідини	паралельна
Робоча рідина	турбінне Т22 ГОСТ 32-74 або масло Тп22 ГОСТ 9972-74. Обидва з антипінною присадкою ПМС-200А Ту6-02-718-76 в співвідношенні 0,005%
Ємкість масляної ванни, л	280
Система блокувань безаварійної роботи	блокування муфт реверсу і режимів, що виключає можливість їх одночасного включення; блокування муфт реверсу і режимів, що виключає можливість їх перемикання на рухомому тепловозі; блокування, що виключає рух тепловоза при не повністю включеній муфті реверсу або режиму; блокування, що виключає перевищення допустимої швидкості руху тепловоза (тільки для маневрових тепловозів)
Напрям обертання вхідного валу	праве (якщо дивитися з боку дизеля)
Номінальна напруга постійного струму ланцюгів управління, В	75
Номінальне значення ККД гідротрансформаторов на оптимальному режимі %	87
Коефіцієнт повернення за (на зовнішній характеристиці) швидкістю, в межах	0,91- 0,96
Максимально допустима температура робочої рідини на виході з гідропередачі °С	110
Експлуатаційна температура робочої рідини, що рекомендується, на виході з гідропередачі °С у межах	60-108
Мінімально допустима температура робочої рідини при запуску гідропередачі °С	мінус 15
Витрата масла через систему охолоджування при мінімальних оборотах дизеля і при тиску на вході в гідропередачу 1,9 - 2,0 кгс/см2, л/мін, не менше	500
Опір системи тепловоза охолоджування масла гідропередачі при номінальних оборотах дизеля	2,4

і витраті масла 500 л/хв, кгс/см2, не більш	
Тиск повітря для живлення циліндрів реверсу і блокувань, кгс/см2, в межах	5,5-8
Падіння моменту на вихідному валу при перемиканні ступенів швидкості від його значення в розрахунковій крапці % не більш	30
Тривалість процесу відновлення моменту (від початку падіння до 90% розрахункового значення), при номінальних оборотах дизеля, сік, не більш	5
Машинний час реверсування з подальшим чіпанням одиночного тепловоза на майданчику, сек, не більш	6
Відхилення точок перемикання ступенів швидкості від заданих за швидкістю тепловоза при роботі дизеля на повних і часткових навантаженнях %, не більш	+/-3
Міцність елементів вхідного валопровода повинна бути достатньої при відношенні амплітуди динамічного моменту до номінального моменту %, не більш	75
Тип гальма	гідравлічний
Регулювання гальмівної потужності	зміною наповнення гальмівної муфти
Потужність гальмівна максимальна, обмежувана регулятором, к.с./кВт	800/588,2
Управління гидротормозом	дистанційне, електропневматичне
Перетин трактів охолоджування (трубопроводів) робочої рідини гідротормоза на тепловозі, см2, не менше	60
максимальний тиск масла на виході з гідротормоза, обмежуване регулятором, кгс/см2	10
Ресурс до середнього ремонту (першого розбирання для огляду і заміни дефектних підшипників, швидкозношуваних деталей і всіх гумових ущільнень і очищення внутрішньої порожнини корпусу і маслоканалов), год	30000
Ресурс (напрацювання до першого капітального ремонту), год	60000

2.2 Будова та принцип дії гідропередачі

Гідропередача принципово складається з трьох частин: механічною, гідравлічною, системи автоматичного управління [20].

У механічну частину входять: передача, що погоджує по оборотах двигун і гідроапарати передачі першого і другого ступенів швидкості; реверс-режимная передача; передачі для приводів допоміжних механізмів 11.

Зміна режиму і реверсування здійснюється дистанційно за допомогою пневмоцилиндров.

Гідравлічна частина складається з трьох гідроапаратів: двох гідротрансформаторів 22, 23 і гідромуфти 24. Гідравлічна і механічна частини гідропередачі поміщені в загальний корпус (рис. 2.2).

Гідропередача передає момент, що крутить, від двигуна до коліс локомотива, коли заповнений робочою рідиною один з гідроапаратов. Зміна ступеня швидкості здійснюється спорожненням одного гідроапарата і наповненням іншого.

Система автоматичного управління гідропередачей забезпечує вибір і включення найекономічніше вигідному ступеню швидкості залежно від опору руху і від оборотів валу двигуна. При цьому забезпечується якнайповніше використання потужності двигуна на будь-якій заданій позиції контроллера.

Система управління включає електричну і гідравлічну частини.

Гідропередача має загальну примусову систему мастила частин механічною, гідравлічною і вузлів системи управління.

Як мастило використовується робоча рідина гідроапаратів. При русі локомотива з непрацюючим двигуном подача мастила забезпечується допоміжним насосом з нижнього картера передачі.

Кінематична схема уніфікованої гідропередачи (див. рис. 2.1) включає дві передачі:

1 - силову, яка здійснює передачу моменту, що крутить, від двигуна до осей колісних пар;

2 - допоміжну, яка здійснює відбір потужності від елементів силовою, передачі на допоміжні потреби гідропередачи і тепловоза.

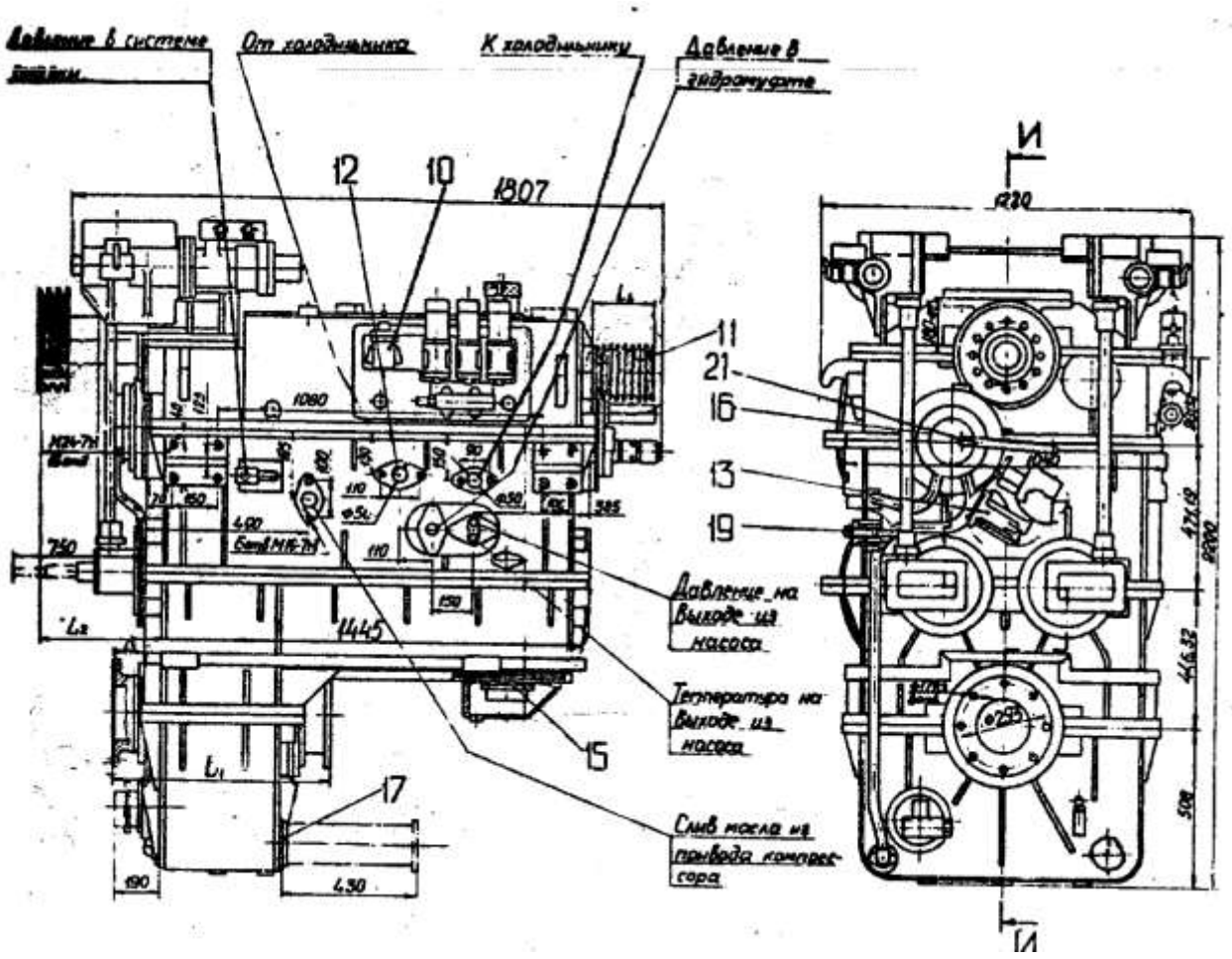


Рис. 2.1 - Загальний вид гідропередачи: 1 - привід реверсу і режимів; 2 - привід датчика швидкості; 3 - вал приводний; 4 - вал головний; 5 - корпус гідропередачи; 6 - вал вторинний; 7 - вал реверсу; 8 - вал роздаточний; 9 - насос системи змащування; 10 - установка фільтру масляного і електрогідравлічних вентилів; 11- валу відбору потужності; 12 - клапан підпірний; 13 - коробка золотникова; 15 - насос живильний; 16 – насос що відкачує; 17 - фільтр насоса, що відкачує; 18 - пробка зливна; 19 - болт реактивний; 20 - установка гідротормоза; 21 - трубка підживлення насоса, що відкачує.

Силова передача складається з [11,12]:

а) приводного валу з шестернею 1 редуктора, що підвищує, і шестернею відбору потужності 14;

б) головного валу гідропередачи з тими, що входять в нього насосний валом і турбінними валами першого і другого ступенів. На насосному валу розташовані

ведена шестерня 2 редуктори, що підвищують, насосні колеса двох гідротрансформаторів і насосне колесо гідромуфти.

На турбінному валу у першого ступеня розташовані шестерня 3 і турбінне колесо першого гідротрансформатора, а на гідропередачах з гідрогальмом, окрім цього, встановлюється і насосне колесо гальмівної гідромуфти. На турбінному валу другого ступеня розташовані шестерня 5 і турбінне колесо другого гідротрансформатора і гідромуфти;

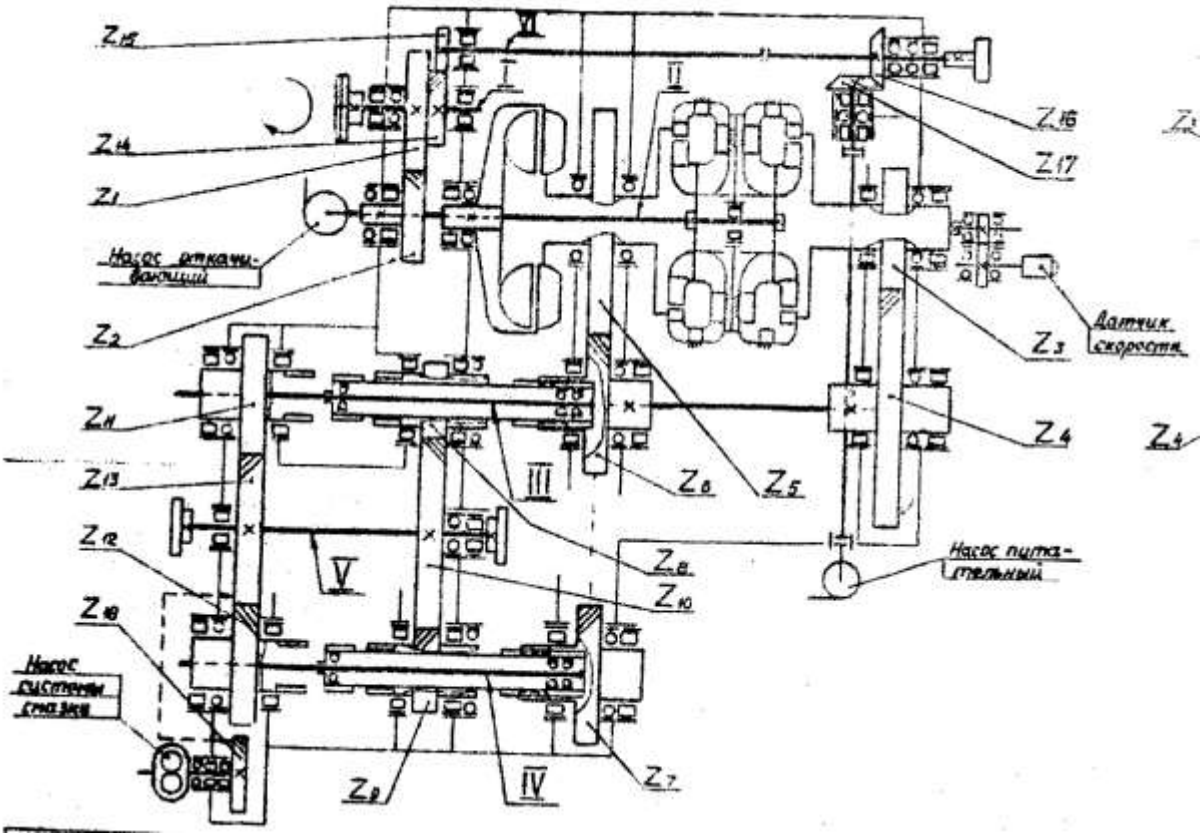


Рис. 2.2 - Кінематична схема гідропередачі

в) вторинного валу, в який входять шестерні 4 і 6 першого і другого ступенів, сполучені між собою нерухомою муфтою і що знаходяться в постійному зачепленні з шестернями 3 і 5 головного валу, і шестерні 8 маневрового і 2 поїздового режимів, що знаходяться в постійному зачепленні з шестернями 10 і 13 роздаточного валу. Шестерні 8 або 11 за допомогою шліцьової рухомої муфти, постійно сполученої з шестернею 6, сполучають гідравлічну частину уніфікованої гідропередачі з реверс - режимною передачею;

г) реверсивного валу, що складається з паразитної шестерні 7, яка знаходиться в постійному зачепленні з шестернею 6 вторинного валу і шестерень 9 маневрового і 12 поїздового режимів, які знаходяться в постійному зачепленні з шестернями 10 і 13 роздаточного валу.

Аналогічно шестерням 8 і 11 шестерень 9 і 12 можуть, бути сполучені за допомогою шліцьової рухомої муфти з шестернею 7, що забезпечує зміну напряму в обертанні роздаточного;

д) роздаточного валу (вихідного) з шестернями 10 і 13 маневрового і поїздового режимів. Допоміжна передача складається з валу відбору потужності з шестернею 15, що знаходиться в постійному зачепленні з шестернею 14 і пари конічних шестерень 16, 17, через яких здійснюється передача моменту, що крутить, на вал приводу живильного насоса. Для тепловозів ТГМ3, ТГМ3б і ТГМ4 відбір потужності для приводу компресора здійснюється клиноременной передачею від шківа фланця приводного валу [16-18].

Окрім цього, відбір потужності від елементів коробки передач проводиться від шестерні 13 роздаточного валу через шестерню 18 на насосі системи змащування, а також на датчик швидкості, що приводиться в обертання від головного валу через пару шестерень редуктора приводу датчика швидкості.

Передача моменту, що крутить, для руху тепловоза здійснюється таким чином: від двигуна через пружну муфту момент, що крутить, передається на приводний вал і потім через шестерні редуктора, що підвищує, 1 і 2 - на головний вид гідропередачи. З головного валу момент, що крутить, передається на роздаточну шестерню 6 вторинного валу, через шестерні 3 і 4 перші ступені і нерухома, шліцьова муфта, якщо заповнений перший гідротрансформатор, або через шестерню 5 при заполоненому другому гідротрансформаторі або гідромуфті.

Далі, залежно від напряму руху тепловоза, передача моменту проводиться через рухому шліцьову муфту вторинного валу або через паразитну шестерню 7 і таку ж муфту валу реверсу на роздаточний вал. Рухомі шліцьові муфти можуть передавати момент, що крутить, на роздаточний вал через шестерні 8 і 10 маневрового режиму або шестерні 11 або 12 і 13 поїздового режиму.

У режимі гідродинамічного гальмування момент, що крутить, від трансмісії тепловоза сприймається роздаточним валом гідропередачі і передається в зворотному, порядку через зубчаті колеса і вали на турбінне колесо гальмівної гідромуфти, яке жорстко пов'язане з корпусом гідропередачи.

Корпус гідропередачи (див. рис. 2.3) складається з наступних основних частин: верхньої кришки, верхнього корпусу, проміжного корпусу, верхнього картера і нижнього картера. Для зручності збірки корпус має площини з'єднання (роз'єму), які співпадають з осями, розташування валів. На торцевих стінках корпусу і внутрішніх перегородках виконані місця для опор підшипників валу і кріплення інших вузлів до корпусу.

У стінці корпусу вмонтовані сталеві труби для подачі робочої рідини до гідроапаратів, а також мастила до місць змащування підшипників і шестерень. Внутрішні площини стінок корпусу передачі утворюють порожнини для зубчатих редукторів першого і другого ступенів, реверс- режимного редуктора і редуктора роздаточного валу, а також порожнини для розміщення гідроапаратів, запасу робочої і змащуючої рідини.

Верхня частина корпусу - кришка 1 - вгорі має люк для можливості установки редуктора додаткового відбору потужності. Корпус 2 служить опорою при монтажі приводного валу і валу відбору потужності і є кришкою для головного валу. Вона має три верхні люки і один бічний. На бічній кришці передбачено місце для установки блоку електрогідравлічних вентилів. На цій же частині корпусу розташовано чотири захватні крюки для підйому гідропередачи.

Корпус 3 є підставою для установки головного валу гидропередачи. Головний вал в трьох середніх опорах кріпиться бугелями, а в крайніх опорах приймається корпусом 2. На зовнішніх бічних поверхнях стінок корпусу 5 є чотири місця, для кріплення опорних кронштейнів на рамі силової установки тепловоза.

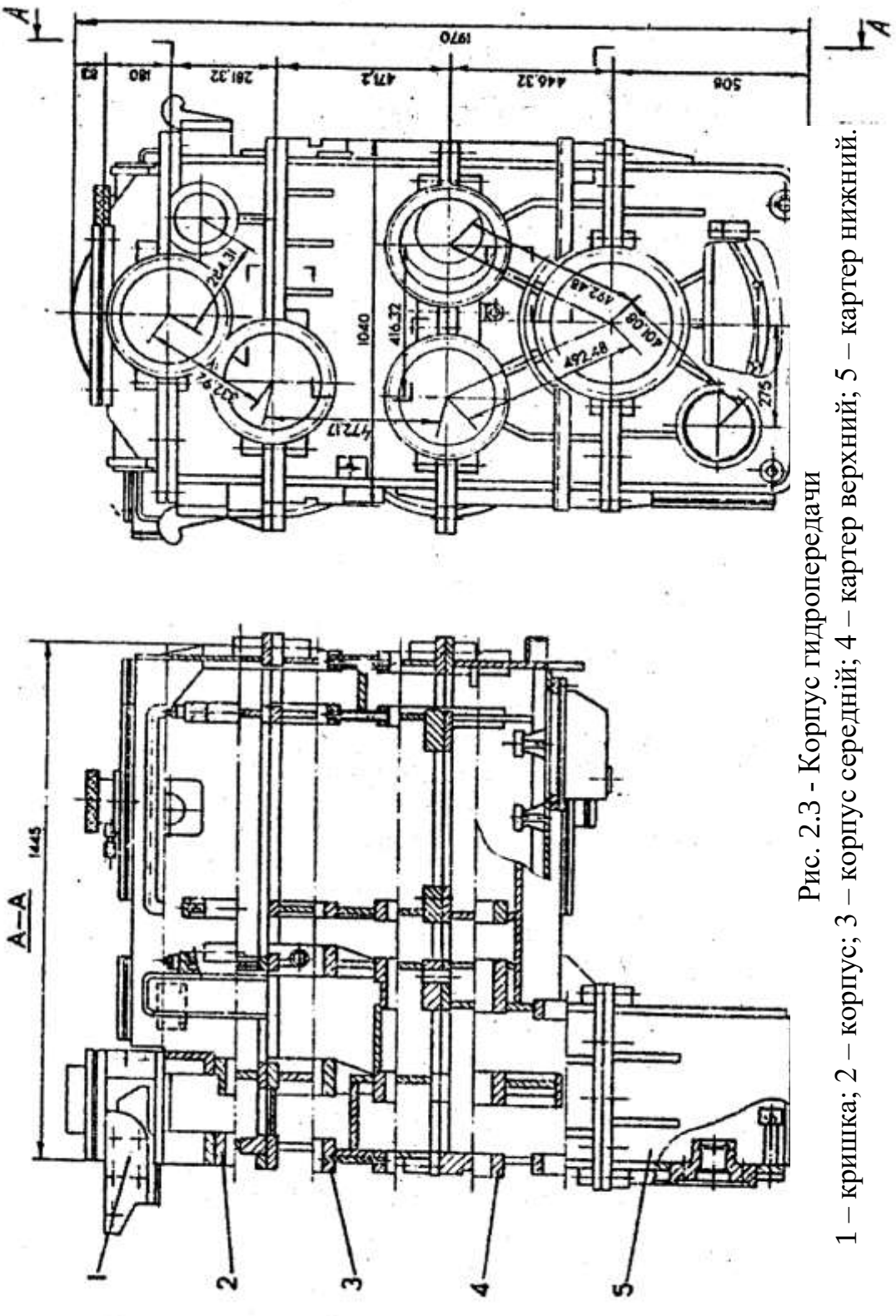


Рис. 2.3 - Корпус гидропередачи
1 – кришка; 2 – корпус; 3 – корпус середній; 4 – картер верхній; 5 – картер нижний.

Верхній картер 4 є основною ємкістю для робочої і змащуючої рідини і служить підставою для установки вторинного валу і валу реверсу, а також підставою для кріплення живильного насоса. Нижній картер 5 служить додатковою ємкістю для робочої і змащуючої рідини і є підставою для установки роздаточного (вихідного) валу, насоса системи змащування з приводом, має

місця для установки огорожних фільтрів насоса, що відкачує, і насоса системі змащування.

Крім того, на бічній стінці нижнего, картера є люк для огляду шестерень роздаточного валу, приводу насоса системи змащування і для очищення фільтру насоса, що відкачує. При збірці гідропередачи всі перераховані частини корпусу по площинах з'єднання (роз'ємів) змащуються герметикою з укладанням шовкового шнура і по всьому периметру скріпляються болтами. Корпус 3 і картер 4, крім того, з'єднуються додатково між собою болтами і усередині у проміжних стінок.

Головний вал (див. рис. 2.4) включає установку гідроапаратів, що забезпечують плавне чіпання тепловоза з місця, перетворення постійного моменту двигуна, що крутить, в змінний, такий, що знімається з вторинного валу, величина якого плавно змінюється залежно від швидкості руху тепловоза з використанням повної потужності двигуна, зменшуючись із збільшенням швидкості. Основними елементами валу є гідротрансформатори першого і другого ступенів, гідромуфта і шестерні. Гідротрансформатори одноступінчаті (з одним: турбінним колесом).

На конусні шийки насосного валу з гарантованим натягом посаджені насосні колеса гідротрансформаторів: першому ступеню 29, другому ступеню 16, гідромуфти 10 і шестерня 6.

На турбінному валу 30 першому ступеню посаджені роликопідшипник 36 і шестерня першого ступеня 32. На диску турбінного валу 30 за допомогою штифтів і гвинтів укріплено турбінне колесо першого гідротрансформатора 28 з ущільненням 20. У корпусах гідротрансформаторів 24,25 є лопатки створюючі перший направляючий апарат. У виточки корпусів гідротрансформаторів встановлені і укріплені болтами направляючий апарат 26 і проставка 22, до яких також кріпиться тора 21,27.

На турбінний вал 18 гідротрансформатора другої ступ ні посаджені шарикопідшипник 40, шестерня другого ступеня 15 і турбінне колесо гидромуфты 12 з лабіринтовим ущільненням 42.

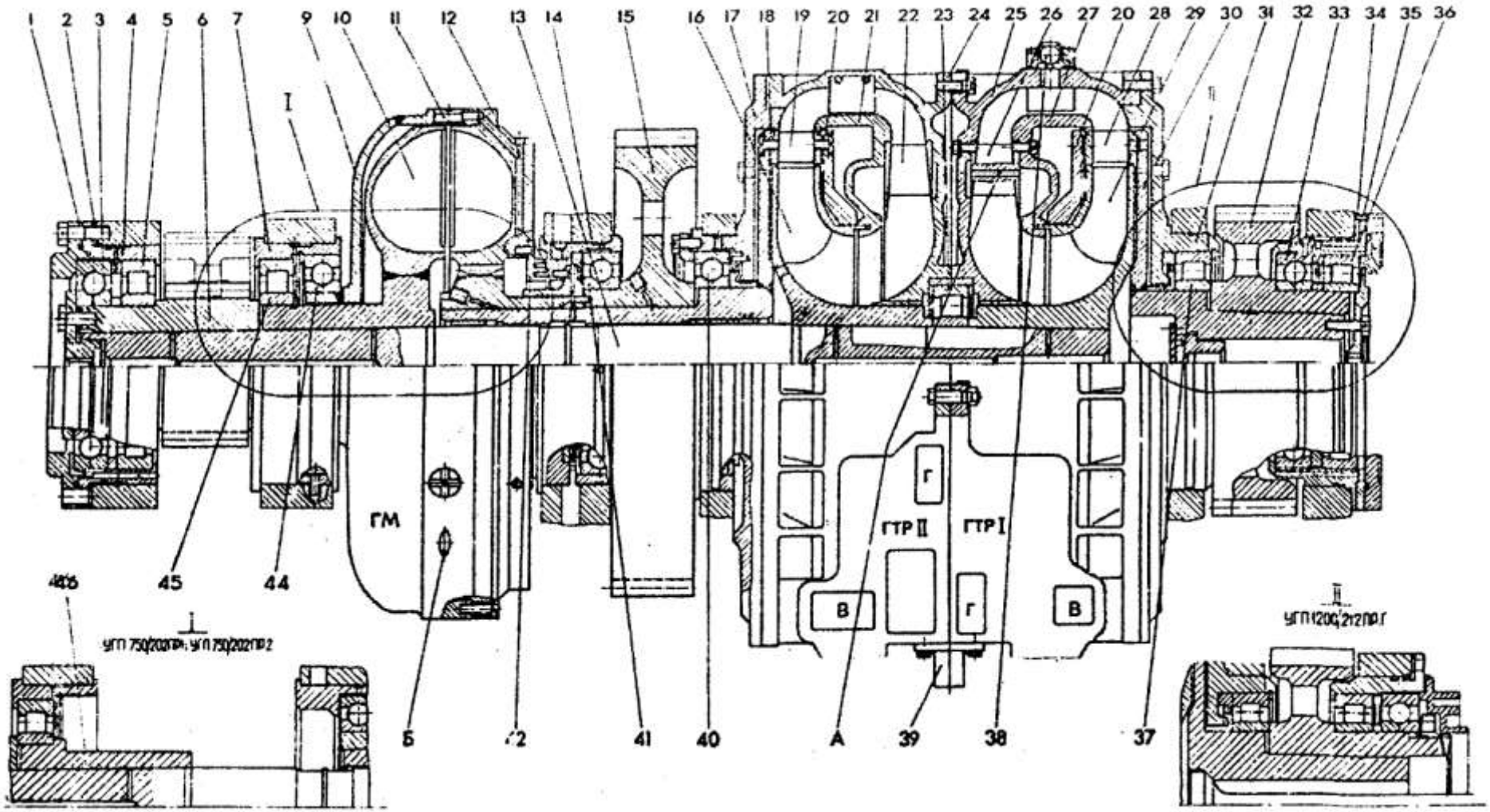


Рис 2.4. Вал головний 1 - кришка; 2, 34 - регулюючи прокладки; 3, 33, 40, 41, 44 - підшипники; 4, 7, 14, 35 - стакани; 5, 23, 36, 37, 45 - підшипники; 6, 15 ,32 - шестерні; 9 - корпус гідромуфти; 10 - насосне колесо гідромуфти; 11- клапан гідромуфти; 12- турбіне колесо гідромуфти; 13 - вал насосний; 16, 29 - насосні колеса гідротрансформаторів; 17, 31- кришки гідротрансформаторів; 18, 30 - вали турбинні; 19, 28 - турбинні колеса гідротрансформаторів; 20, 42 - ущільнення; 21, 27 - тори; 22, 26 - направлячи апарати; 24, 25 - корпуса гідротрансформаторів; 38 - клапан кульовий ровітряний; 39 - труба сливна; 46 - ступиця.

На диску турбінного валу 18 за допомогою болтів і штифтів укріплено турбінне колесо 19 другому ступеню з ущільненням 20.

Кришки гідротрансформаторів 17 і 31, прикручені до корпусів болтами, є гніздами для підшипників 37,40 і спираються у виточки корпусу гідропередачи.

Корпус гідромуфти 9 укріплений до ранця турбінного колеса 12 болтами. У отворах корпусу 9 поставлені зливні клапани 11.

Насосний вал 13 спирається на корпус гідропередачи через підшипники 5, 23, 45 і стакани 4,7. Підшипники на валах встановлені при тугій посадці. По зовнішній обоймі підшипники встановлюються на ковзаючій підшипниковій посадці, за винятком двох шарикопідшипників розташованих в стаканах 4, 35, які поставлені з гарантованим зазором і призначені для сприйняття осьових зусиль.

Посадка насосних коліс 10, 16, 19, шестерень 6, 15, 32 і турбінного колеса 12 здійснена тепловим способом (охоплююча деталь нагрівається до температури 200 – 300 °С). Для знімання деталей в 13, 18, 30 і шестерня 15 мають спеціальні отвори для установки преса, що подає масло в зону сполучення під високим тиском.

Распрессовку всіх з'єднань з гарантованим необхідно проводити маслом, яке наказане як робоча рідина. При неможливості розібрати з'єднання дозволяється застосовувати авіаційне мастило МС-20 або МК-22 ГОСТ 1013-49. Мастило з великою в'язкістю застосовувати не дозволяється. Шестерня 6 для різних тепловозів має різне число зубів.

Кільця, встановлені між підшипниками, мають кільцеві канавки і отвори, по яких з каналів корпусу гідропередачи поступає мастило до підшипників. Мастило до підшипників, встановлених в кришках 17, 31 і стакані 14, підводиться по отворах і виїмках в цих деталях через пази маслоотбойных шайб. Для зливу минулого через підшипники мастила стакани 4 і 35 мають отвори, розташовані в нижній частині. Мастило для змащування зубів шестерень подається по спеціальних трубах системи змащування.

Прокладками 2 і 34 регулюється зазор між дошками насосного колеса і турбінного валу гідротрансформаторів. Вал 13 з насадженими на нім насосними колесами, приводиться в обертання через прискорюючу пару шестерень від

колінчастого валу двигуна. Шестерня 32 перші ступені жорстко сполучена з турбінним колесом першого гідротрансформатора, шестерня 15 другому ступеню жорстко пов'язана з турбінним колесом другого гідротрансформатора і гідромуфти.

При рушінні тепловоза з місця робоча рідина через золотникову коробку по каналу «Г» корпусу 25 поступає, в круг циркуляції першого гідротрансформатора, при цьому шестернею 32 потужність передається вторинному валу.

При підвищенні швидкості тепловоза перший гідротрансформатор спорожняється і одночасно наповнюється; другий гідротрансформатор, при цьому шестернею 15 потужність передається вторинному валу.

При подальшому підвищенні швидкості другий гідротрансформатор спорожняється і наповнюється гідромуфта, яка шестернею 15 передає потужність вторинному валу. Наповнення гідроапаратів мастилом і спорожнення їх проводиться автоматично залежно від швидкості руху тепловоза і позиції контроллера.

Відведення тепла з круга циркуляції, гідротрансформатора проводиться за рахунок безперервного зливу частини мастила, що нагрілося, з круга циркуляції в картер і додавання з картера холоднішої мастила. Злив проводиться по двох шляхах: перший - через щілину між тором і направляючим апаратом, далі по отворах «А» в лопатках направляючого апарату, каналу, корпуси і зливній трубі 39; другий - через ущільнення по насосному і турбінному валах.

Злив робочої рідини при спорожненні круга циркуляції гідротрансформатора відбувається по каналу «В» корпусу через золотникову коробку.

Відведення тепла з круга циркуляції гідромуфти відбувається за рахунок безперервного зливу частини масла, що нагрілося, з круга циркуляції в картер і додавання холоднішого мастила з картера. Злив проводиться через два отвори «Б» в корпусі гідромуфти.

При спорожненні гідромуфти масло зливається в картер через клапани 11 (рис. 2.4). Злив проводиться автоматично після припинення подачі мастила із золотникової коробки. Ущільнення кругів циркуляції гідроапаратів здійснюється

лабіринтовими кільцями і втулкам, з кільцевими канавками. На гідропередачах, де гідромуфта відсутня, замість насосного колеса встановлена втулка 46, а вал турбінний другому ступеню передачі виготовляється укороченим без посадочного місця турбінного колеса гідромуфти.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ УНІФІКОВАНОЇ ГІДРОПЕРЕДАЧИ

Таблиця 3.1 - Початкові дані до розрахунків

№ п/п	Найменування параметра	Позначення параметра	Значення параметра
1	**2**	**3**	**4**
1.	Відстань між двома профілями, мм	t	38,4
2.	Довжина хорди лопатки, мм	l	145
3.	Потужність двигуна, к.с.	N	1200
4.	Діаметр втулки, мм	dвт	93
5.	Відносний діаметр виходу з насосного колеса, мм	D11	475,8
6.	Число прямих колін каналу насосного колеса в меридіональному перетині, шт.	m	2
7.	Кількість лопаток насосного колеса, шт.	z1	21
8.	Розрахункове передавальне відношення	I0	0,65
9.	Активний діаметр, мм	Da	0,642
10.	Енергоємність, кГ/(о./хв.)^2 · м4	гл · 10-4	12
11.	Максимальний к.к.д. гидротрансформатора	зmax	0,89
12.	Коефіцієнт, що враховує кінцеве число лопаток	м1	0,83
13.	Коефіцієнт трансформації при і0	k0	1,45
14.	Кут входу в насосне колесо, град.	в11	45
15.	Кут виходу з насосного колеса, град.	в12	64
16.	Кут входу в турбінне колесо, град.	в21	87
17.	Кут виходу з турбінного колеса, град.	в22	15
18.	Кут входу в направляючий апарат, град.	б31	117
19.	Кут виходу з направляючого апарату, град.	б32	59
20.	Число лопаток турбінного колеса, шт.	z2	52
21.	Число лопаток направляючого апарату, шт.	z3	54
22.	Радіус насосного колеса, де немає лопаток, мм	r11	99,9
23.	Радіус насосного колеса при виході, мм	r12	237,9
24.	Радіус турбінного колеса, де немає лопаток, мм	r21	240
25.	Радіус турбінного колеса при виході, мм	r22	275
26.	Витрата рідини через насосне колесо, л/с	Q	131
27.	Окружна швидкість при вході в насос, м/с	u11	60
28.	Окружна швидкість при виході з насоса, м/с	u12	132
29.	Густина грат	ф	1,7
30.	Дійсний натиск рідини в насосному колесі, м	H1	136,7
31.	Попередній коефіцієнт входу в насос	ч	0,54
32.	Перетин каналу на вході в насос, м2	F	0,2379
33.	Сила тяжіння, м/с	g	9,81
34.	Число оборотів насосного валу, об./хв.	n1	2500
35.	Найбільший діаметр насосного колеса при вході, мм	D11	212
36.	Середній діаметр насосного колеса при виході, мм	D11	396,8
37.	Циркуляція швидкості по внутрішньому контуру	Г11	1,43

Початкові дані до розрахунку узяті з:[2], [4], [5], [6], [11], [12], [16], [17].

Методика розрахунку узята з:[4], [6],[11].

3.1 Розрахунок насосного колеса

Потужність, що передається від двигуна насосному колесу:

$$N_1 = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_1}{75 \cdot \eta_1} = \frac{8{,}83 \cdot 10^3 \cdot 131 \cdot 136{,}7}{75 \cdot 0{,}89} = 2368{,}915 л.с$$

Витрата рідини в насосному колесі**:**

$$Q = F \cdot C_м = 208{,}915 м^3 / с$$

Коефіцієнт швидкохідності:

$$n_S = 3{,}65 \cdot \frac{n_1 \cdot \sqrt{Q}}{H_1^{3/4}} = 3{,}65 \frac{1000\sqrt{131}}{136{,}7^{3/4}} = 1044{,}97$$

Витрата рідини через насосне колесо:

$$Q_1 = \frac{N_1 \cdot 75 \cdot \eta_1}{\gamma \cdot H_1} = \frac{2368914 \cdot 75 \cdot 0{,}89}{8{,}83 \cdot 10^3 \cdot 136{,}7} = 131 л / с$$

Меридіональна швидкість рідини См при вході в колесо:

$$Cм = 0.0085 \cdot n_s^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_1} = 45{,}33018 м / с$$

Відносний діаметр виходу з насоса:

$$\ddot{D}_{12} = \frac{ü}{2{,}2} = \frac{3{,}44}{2{,}2} = 1{,}5636$$

Діаметр виходу з насосного колеса:

$$D_{12} = D_{11} \cdot \bar{D}_{12} = 304{,}4 \cdot 1{,}563 = 475{,}8 мм$$

Окружна швидкість при виході з насосного колеса:

$$u_{12} = \frac{\pi \cdot D_{12} \cdot n_1}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}743{,}9782 \cdot 2500}{60} = 97{,}337 м / с$$

Меридіональна швидкість при виході з насоса:

$$Cм12 = \frac{u12}{ü} = \frac{97{,}33715}{3{,}44} = 28{,}295 м / с$$

Попередній швидкісний коефіцієнт входу в насос:

$$\chi = \frac{Cм}{Cм_{12}} = \frac{45{,}33018}{28{,}29568} = 1{,}602$$

Окружні швидкості при вході в насос:

У тора $$u'_{11} = \frac{\pi \cdot D'_{11} \cdot n_1}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 212 \cdot 2500}{60} = 27{,}736 м/с$$

По середній цівці $$u_{11} = \frac{\pi \cdot D_{11} \cdot n_1}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 304{,}4 \cdot 2500}{60} = 62{,}250 м/с$$

У чаші $$u''_{11} = \frac{\pi \cdot D''_{11} \cdot n_1}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 396{,}8 \cdot 2500}{60} = 51{,}914 м/с$$

Де: $D'_{11} = (1{,}0 \div 1{,}1) \cdot D_0 = 1 \cdot 212 = 212 мм$

$$D''_{11} = 2 \cdot D_{11} - D'_{11} = 2 \cdot 304{,}4 - 212 = 396{,}8 мм$$

Проекції абсолютної швидкості при вході в насосне колесо на напрям окружній швидкості рівні:

У тора $$C'u_{11} = \frac{\Gamma_{11}}{\pi \cdot D'_{11}} = \frac{1{,}43}{3{,}14 \cdot 212} = 2{,}15 м/с$$

По середній цівці

$$Cu_{11} = \frac{\Gamma_{11}}{\pi \cdot D_{11}} = \frac{1{,}43}{3{,}14 \cdot 304{,}4} = 1{,}496 м/с$$

У чаші

$$C''u_{11} = \frac{\Gamma_{11}}{\pi \cdot D''_{11}} = \frac{1{,}43}{3{,}14 \cdot 396{,}8} = 1{,}148 м/с$$

Коефіцієнт утруднення проточної частини лопатками при вході в насосне колесо по середній цівці:

$$a_{11} = \frac{1}{1 - \frac{z_1 \cdot s_{11}}{\pi \cdot D_{11} \cdot \sin\beta_{11}}} = \frac{1}{1 - \frac{21 \cdot 0{,}93}{3{,}14 \cdot 0{,}3044 \cdot \sin 45}} = 1{,}032507$$

Коефіцієнт відносної швидкості:

$$Cu_{12} = \frac{\Gamma_{12}}{\pi \cdot D_{12}} = \frac{4{,}52}{3{,}14 \cdot 743{,}9782} = 1{,}935 м/с$$

Коефіцієнт утруднення проточної частини лопатками при виході з насосного колеса:

$$a_{12} = \frac{1}{1 - \frac{z_1 \cdot s_{12}}{\pi \cdot D_{12} \cdot \sin\beta_{12k}}} = \frac{1}{1 - \frac{21 \cdot 0{,}97}{3{,}14 \cdot 743{,}9782 \cdot \sin 98{,}87}} = 1{,}008$$

3.2 Розрахунок турбінного колеса

Попереднє значення меридіональної швидкості на вході в турбінне колесо:

$$Cм_{21} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{21} \cdot b_{21}} = \frac{131}{3{,}14 \cdot 0{,}4858 \cdot 0{,}088} = 1033{,}322 м/с$$

Коефіцієнти окружної і відносної швидкостей:

$$u_{21} = u_{12} \cdot \frac{D_{21}}{D_{12}} \cdot i_0 = 132 \cdot \frac{0{,}4958}{0{,}4758} \cdot 0{,}65 = 89{,}40 м/с$$

$$Cu_{21} = Cu_{12} \cdot \frac{D_{12}}{D_{21}} = 75 \cdot \frac{0{,}4758}{0{,}4958} = 2{,}898177 м/с$$

Коефіцієнт утруднення проточної частини лопатками при вході в турбінне колесо:

$$a_{21} = \frac{1}{1 - \frac{z_2 \cdot s_{21}}{\pi \cdot D_{21} \cdot \sin\beta_{21}}} = \frac{1}{1 - \frac{52 \cdot 0{,}96}{3{,}14 \cdot 0{,}4858 \cdot \sin\beta_{21}}} = 0.02511$$

Циркуляція на виході з турбінного колеса:

$$Г_{22} = Г_{21} - \Delta Г_1 \cdot \frac{\eta_{em0}}{i_0} = 6 - 3{,}09 \cdot \frac{0{,}8}{0{,}65} = 7{,}384 м \cdot с$$

Проекція абсолютної швидкості при виході на напрям окружної швидкості:

$$Cu_{22} = \frac{Г_{22}}{\pi \cdot D^{22}} = \frac{7{,}384615}{3{,}14 \cdot 0{,}550} = 4{,}275979 м/с$$

Попередня меридіональна швидкість при виході з турбінного колеса:

$$Cм_{22} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{22} \cdot b_{22}} = \frac{1{,}31}{3{,}14 \cdot 0{,}550 \cdot 0{,}0418} = 18{,}14691 м/с$$

Окружна швидкість при виході:

$$u_{22} = u_{21} \cdot \frac{D_{22}}{D_{21}} = 89{,}40656 \cdot \frac{0{,}550}{0{,}4858} = 101{,}2219 м/с$$

Коефіцієнт утруднення потоку на виході з турбінного колеса:

$$a_{22} = \frac{1}{1 - \frac{z_2 \cdot s_{22}}{\pi \cdot D_{22} \cdot \sin \beta_{22}}} = \frac{1}{1 - \frac{52 \cdot 0,95}{3,14 \cdot 0,550 \cdot \sin 15}} = 55,47853$$

3.3 Розрахунок направляючого апарату

Ширина лопатки при вході:

$$b_{31} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{31} \cdot См_{22}} = \frac{1,31 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,553 \cdot 18,14691} = 0,0041573 м$$

Проекція абсолютної швидкості при вході в направляючий апарат на напрям окружній швидкості:

$$Cu_{31} = \frac{\Gamma_{22}}{\pi \cdot D_{31}} = \frac{7,384615}{3,14 \cdot 0,553} = 4,252782 м / с$$

Коефіцієнт утруднення каналу лопатками при вході в направляючий апарат:

$$a_{31} = \frac{1}{1 - \frac{z_3 \cdot s_{31}}{\pi \cdot D_{31} \cdot \sin \alpha_{31}}} = \frac{1}{1 - \frac{54 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 0,553 \cdot \sin 117}} = 0,024049$$

Коефіцієнт відносної швидкості:

$$Cu_{32} = \frac{\Gamma_{11}}{\pi \cdot D_{32}} = \frac{1,43}{3,14 \cdot 0,629} = 0,724029 м / с$$

Швидкісні коефіцієнти коліс гидротрансформатора:

$$\chi_{11} = \frac{См_{31y}}{См_{12}} = \frac{43,6}{28,29568} = 1,540871 \quad \chi_{12} = \frac{См_{12y}}{См_{12}} = \frac{28,522}{28,29568} = 1,007998$$

$$\chi_{21} = \frac{См_{21y}}{См_{12}} = \frac{25,94}{28,29568} = 0,916748 \quad \chi_{22} = \frac{См_{22y}}{см_{12}} = \frac{1569,8}{28,29568} = 55,47843$$

$$\chi_{31} = \frac{См_{31y}}{См_{12}} = \frac{0,102275}{28,29568} = 0,003615 \quad \chi_{32} = \frac{См_{32y}}{См_{12}} = \frac{0,102275}{28,29568} = 0,003615$$

3.4 Баланс енергії гідротрансформатора

Момент насосного колеса гідротрансформатора:

$$M_1 = \frac{\gamma \cdot Q}{g} \cdot (r_{12} \cdot Cu_{12} - r_{22} \cdot Cu_{32}) = \frac{8,83 \cdot 10^3 \cdot 1,31}{9,81} \cdot (0,2379 \cdot 0,132 - 0,275 \cdot 0,724029) = 7030,99 H \cdot м$$

Момент турбінного колеса гідротрансформатора:

$$M_2 = \frac{\gamma \cdot Q}{g} \cdot (r_{12} \cdot Cu_{12} - r_{22} \cdot Cu_{22}) = \frac{8,83 \cdot 10^3 \cdot 1,31}{9,81} \cdot (0,2379 \cdot 1,935 - 0,275 \cdot 4,275979) = 13859,9349 H \cdot м$$

Рівняння балансу енергії в загальному вигляді:

$$H_1 - H_2 - \sum h_n = 0$$
$$96,047 - 43,38 - 52,66 = 0$$

Тиск, що створюється насосним колесом.

Теоретичний тиск насосного колеса:

$$Ht_1 = \kappa_0 \cdot n_1^{\,2} - \kappa_1 \cdot n_1 \cdot Cм = 0.0001538 \cdot 2500^2 - 0.0043279 \cdot 2500 \cdot 0,072 = 96,047 м$$

Де; $\kappa_0 = \frac{D_{12}^{\,2}}{60^2} = \frac{0,74397818^2}{60^2} = 0,0001538$

$$\kappa_1 = \frac{\pi}{g \cdot 60} \cdot (\frac{D_{12} \cdot a_{11}}{tg\beta_{12}} + \frac{D_{32} \cdot \chi_3}{tg\alpha_{32}}) = \frac{3,14}{9,81 \cdot 60} \cdot (\frac{0,74397818 \cdot 1,032507}{tg64} + \frac{0,632 \cdot 0,003615}{tg59}) = 0.0043279$$

Тиск в турбінному колесі.

Теоретичний тиск турбінного колеса;

$$Ht_2 = \frac{1}{g} \cdot (u_{21} \cdot Cu_{21} - u_{22} \cdot Cu_{22}) = \frac{1}{9,81} \cdot (89,40656 \cdot 2,898177 - 101,2219 \cdot 4,275979) = 17,707 м$$

Рівняння тиску;

$$Ht_2 = \kappa_0 \cdot n_1 \cdot n_2 - \kappa_2 \cdot n_2^{\,2} + \kappa_3 \cdot Cм \cdot n_2 = 43,38 м$$

Де: $\kappa_2 = \frac{D_{22}^{\,2}}{60^2} = \frac{0,550^2}{60^2} = 8,40278$

$$\kappa_3 = \frac{\pi}{g \cdot 60} \cdot (\frac{D_{22} \cdot \chi}{tg\beta_{22}} - \frac{D_{12} \cdot a_{11}}{tg\beta_{12}}) = \frac{3,14}{9,81 \cdot 60} \cdot (\frac{0,550 \cdot 0,54}{tg15} - \frac{0,74397818 \cdot 1,032507}{tg64}) = 0,00398$$

3.5 Гідравлічні втрати в гідротрансформаторі

Втрати тиску на удар при вході в насосне колесо. Величина тиску, втраченого на удар при вході в насосне колесо:

$$hy_1 = \varphi \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \left[\left(\frac{\chi_3}{tg\alpha_{32}} + \frac{a_{11}}{tg\beta_{11}} \right) \cdot Cм - \frac{\pi \cdot D_{11}}{60} \cdot n_1 \right]^2 = 1,2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \left[\left(\frac{0,004}{tg59} \right) \cdot 0,072 - \frac{3,14 \cdot 0,3044}{60} \cdot n1 \right]^2 = 0,0488 м$$

Тиск, що втрачається на раптове звуження каналу насосного колеса:

$$kc_1 = \varphi_1 \cdot \frac{(a_{11} \cdot Cм - Cм)^2}{2 \cdot g} \cdot \varphi_1 \cdot (a_{11} - 1)^2 \cdot \frac{Cм^2}{2 \cdot g} = \kappa_7 \cdot Cм^2 = 0,000021534 \cdot 45,33018^2 = 0,04425 м$$

Втрати тиску на тертя:

$$hmp_1 = \kappa_8 \cdot Cм^2 = 0,00062 \cdot 45,33018 = 0,028 м$$

Тиск, що втрачається на викривлення каналів насосного колеса в меридіональному перетині:

$$hu_1 = \kappa_9 \cdot Cм^2 = 0,00038 \cdot 45,33018^2 = 0,78 м$$

Тиск, що втрачається на раптове розширення при виході з насосного колеса:

$$hp_1 = \kappa_{10} \cdot Cм^2 = 0,0078 \cdot 45,33018^2 = 16,13 м$$

Тиск, що втрачається на раптове звуження при вході в турбінне колесо:

$$hc_1 = \kappa_{11} \cdot Cм^2 = 0,000312 \cdot 45,33018^2 = 0,64 \ м$$

Втрати тиску на удар при вході в турбінне колесо:

$$hy_2 = \kappa_{12} \cdot n^2{}_1 + \kappa_{13} \cdot n_2{}^2 - \kappa_{14} \cdot n_1 \cdot n_2 - \kappa_{15} \cdot n_1 \cdot Cм - \kappa_{16} \cdot n_2 \cdot Cм + \kappa_{17} \cdot Cм^2 =$$
$$= 0,0000307 \cdot 2500^2 + 0,000131 \cdot 1231^2 - 0,0000145 \cdot 2500 \cdot 1231 - 0,00101 \cdot 2500 \cdot 45,33018 -$$
$$-0,00464 \cdot 1231 \cdot 45,33018 + 0,0915 \cdot 45,33018^2 = 4,55 \ м$$

Тиск, що втрачається на тертя в міжлопаткових каналах турбінного колеса:

$$hmp_2 = \kappa_{18} \cdot Cм^2 = 0,00034 \cdot 45,33018^2 = 0,69 \ м$$

Тиск, що втрачається на викривлення міжлопаткових каналів турбінного колеса:

$$hy_2 = \kappa_{19} \cdot Cм^2 = 0,0015 \cdot 2054,8 = 3,08 \ м$$

Тиск, що втрачається на раптове розширення при виході з турбінного колеса:

$$hp_2 = \kappa_{20} \cdot Cм^2 = 0,0035 \cdot 2054,8 = 7,19 \ м$$

Тиск, що втрачається на раптове звуження при вході в направляючий апарат: $hc_3 = \kappa_{21} \cdot Cм^2 = 0,000018 \cdot 2054,8 = 0,0369 \ м$

Тиск, що втрачається на удар при вході на лопатки направляючого апарату:

Втрачені при ударі швидкість і тиск:

$$Cs = Cu22 - \frac{Cм31}{tg\alpha 31} = 4,275 \cdot \frac{0,436}{tg117} 6,4 \ м/с$$

$$hуд_3 = \kappa_{22} \cdot n_2^{\ 2} - \kappa_{23} \cdot n_2 \cdot Cм + \kappa_{24} \cdot Cм^2 = 0,001 \cdot 1515361 - 0,015 \cdot 1231 \cdot 45,33018 + 0,31 \cdot 2054,8 = 41,353 \ м$$

3.6 Побудова характеристик гідротрансформатора

Момент насосного колеса:

$$M_1 = \frac{F_{12} \cdot \gamma \cdot Cм_{12}}{g} \cdot \left[r_{12} \cdot (u_{12} - \frac{\chi_{12} \cdot Cм_{12}}{tg\beta_{12}}) - \frac{\chi_{32} \cdot Cм_{12}}{tg\alpha_{32}} \cdot r_{32} \right] =$$

$$= \frac{0,068 \cdot 8,83 \cdot 10^3 \cdot 28,3}{9,81} \cdot \left[0,2379 \cdot (97,33715 - \frac{1,007998 \cdot 28,3}{1,575}) \right] -$$

$$- \left[\frac{0,003615 \cdot 28,3}{3,655} \cdot 0,629 \right] = 32651,14 \ H \cdot м$$

Момент турбінного колеса:

$$M_2 = \frac{F_{12} \cdot \gamma \cdot Cм_{12}}{g} \left[r_{12} \cdot (u_{12} - \frac{\chi_{22} \cdot Cм_{12}}{tg\beta_{12}}) - r_{22} \cdot (u_{22} - \frac{\chi_{22} \cdot Cм_{12}}{tg\beta_{22}}) \right] =$$

$$= \frac{0,0068 \cdot 8,83 \cdot 10^3 \cdot 28,3}{9,81} \cdot \left[\begin{array}{l} 0,2379 \cdot (97,33715 - \frac{55,47843 \cdot 28,3}{1,575}) - 0,275 \cdot (101,2219 - \\ \frac{55,47843 \cdot 28,3}{0,24}) \end{array} \right] =$$

$$= 73373,34 \ H \cdot м$$

Коефіцієнт трансформації:

$$k = \frac{M_1}{M_2} = \frac{32651,14}{73373,34} = 0,445$$

Передавальне число гідротрансформатора:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2500}{1231} = 2,03$$

к.к.д. гідротрансформатора:

$$\eta = \frac{M2 \cdot n2}{M1 \cdot n1} = k \cdot i = 0,445 \cdot 2,03 = 0,89$$

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ГІДРОМУФТИ

4.1 Вибір форми і методу проведення ремонтів гідромуфти

Технічне обслуговування ТО 2 (Технічний огляд)

Проводиться щодня перед початком роботи.

При працюючому дизелі перевіряється:

Тиск мастила живильного насоса, яке повинне бути не менше 1 кг/см2 при неодружених оборотах дизеля 800 об/хв, 4 кг/см2 при номінальних оборотах дизеля, рівних 1400 об/хв.

Тиск мастила на мастило УГП яке повинне бути не менше 0,7 кг/см2 при неодружених оборотах дизеля і 1,5 2,0 кг/см2 при номінальних оборотах дизеля. Температура мастила при вимірах тиску повинна бути в межах 60 - 98 °С.

Тиск мастила повинен бути стійким, без різких стрибків або коливань стрілки манометра. Стійкий тиск буває на прогрітій гідропередачі, коли температура корпусу гідропередачі не нижче 60 °С.

Прогрівання гідропередач можна вести на "стоповому режимі", для чого необхідно виконати наступні операції:

а) включити поїздовий режим «назад» або «вперед»;

б) загальмувати, тепловоз прямим гальмом;

в) включити «аварійним перемикачем гідроапаратів» другий гідротрансформатор;

г) натиснути кнопку «Управління гідропередачею»;

д) контролер поставити в 1 або 2 положення.

При прогріванні мастила на стоповому режимі» уважно контролювати температуру мастила на виході з гідропередачі. Досягши температури мастила 80 - 90 °С кнопку «Управління гідропередачею» вимкнути, пропрацювати якийсь час на неодружених оборотах дизеля і після пониження температури мастила знов уклинити кнопку «Управління гідропередачею»

Маніпуляції повторити кілька разів до стабільності температури мастила. Найбільш переважна температура мастила гідропередачі бенкет роботі 75 - 85 °С.

При температурі мастила гідропередачі менше 60 °С тиск живильного насоса зазвичай буває зниженим часто коливається.

Короткочасні коливання і падіння тиску мастила можливі також при температурі вище 60 °С із-за підвищеного спінювання мастила при перехідних процесах і спорожненні гідротрансформаторів і не є несправністю гідропередачі.

Відсутність слідів течі масла по зовнішній поверхні гідропередачі з роз'ємів корпусу, по поверхні прилягання кришок люків в місці постановки реактивного болта, фланців і так далі

Відсутність сторонніх шумів усередині гідропередачі.

Чіткість реверсування на «поїздовому» і «маневровому» режимах. Рівень мастила у верхньому і нижньому картерах.

Провернути елементи фільтру системи, управління і путнього фільтру системи мастилоохолоджувача гідропередачі.

Технічне обслуговування ТО 3. (профілактичний огляд)

Проводиться через 30 діб при маневровій роботі або через 10 діб при поїздовій роботі.

На додаток до робіт, вироблюваних при технічному обслуговуванні Т0 2, необхідно:

А. По гідромеханичной системі:

- перевірити чистоту клапанів спорожнення гідромуфти. Робота проводиться після пуску тепловоза в експлуатацію на ТЕ 3 і на першому ТР 1. Далі тільки на ТР 1 і на першому ТЕ 3 після кожної заміни мастила в гідропередачі;

- перевірити стан зовнішніх кріплень деталей,болтов, гайок, гвинтів шпильок у разі ослаблення провести підтяжку і стопорение;

- перевірити роботу фіксатора сервоцилиндров шляхом підйому і опускання штока фіксатора уручну. Поршень фіксатора в цьому випадку повинен переміщатися без заїдань;

- перевірити відсутність заклинювання стрижня механічного блокування, при необхідності відрегулювати його. Зазор між сектором і торцем стрижня

механічного блокування приводу реверсу і режимів повинен бути в межах 0,05 0,8 мм;

- проворить кріплення блокувального клапана. На кожному третьому ТО3 провести роботи по блокувальному клапану, вказані в пункті А Тр1;

- прошприцевати масельнички сервоцилиндрів мастилом Ус1 ГОСТ 1033-73;

-промити фільтри: масляний, системи управління і шляховий, встановлений перед холодильником -15 доби при маневровій роботі і через 10 суток-при поїздовий.

Б. По системі електроавтоматики:

- перевірити цілісність ізоляції електропроводки, стан відкритих частин електромонтажу. Пил, грязь і масло з проводів віддаляється, усуваються пошкодження ізоляції;

- відкрити кришки кінцевих вимикачів фіксаторів, перевірити стан контактів і надійність під'єднування до них проводів. При необхідності відрегулювати положення рухомої контактної колодки щодо нерухомих контактів при нейтральному положенні сервоциліндра;

- нерухомі контакти кінцевого вимикача повинні займати приблизно середнє положення між контактними пластинами рухомої колодки. За наявності подгара контакти кінцевого вимикача зачистити скляною шкіркою;

- перевірити натиснення контактів на рухому колодку. Контактне натиснення повинне бути 0,4 - 0,6 кгс;

- перевірити надійність кріплення електропневматичних вентилів, відсутність витоків повітря. У вентилів, що мають витік повітря, притерти клапани;

- несправні вентилі у разі неможливості ремонту замінити;

- зняти кришки контактах барабанів сервоцилндрів. Перевірити стан контактів і надійність під'єднування до них проводів. Бруднені контакти, що підгоріли, зачистити скляною шкіркою.

Контактне натиснення повинне бути рівним 1,0 0,4 кгс. Контакти в замкнутому положенні повинні знаходитися посередині контактних пластин

барабанів, окрім контактів гідродоворота гідропередачи Угп750/202 ПР, які при установці рухомої муфти реверс- режиму, в положення «зуб в зуб» повинні замикатися передньою кромкою відповідної пластини контактного барабана.

При необхідності контактне натиснення і положення контактів щодо контактного барабана регулюються шляхом зсуву контактної стійки по пазах кронштейна або зсуву контактів по пазах панелі.

Поточний ремонт ТР 1 (Малий періодичний ремонт)

Проводиться не рідше, ніж через шість місяців при маневровій роботі і 2 місяці при поїздовій роботі.

На додаток до робіт, що проводяться для маневрових тепловозів на ТЕ 2 і ТЕ 3, необхідно:

А. По гідромеханічній системі:

- зняти блокувальний клапан, перевірити герметичність гумових манжет при необхідності манжети замінити.

- на кожному другому ТР 1 провести ревізію сервоциліндрів, для цього звільнити циліндри від корпусів замінити манжети, змащувальні кільця поршнів просочити в мастилі ЦИАТІМ 201 ГОСТ 6267-74; оглянути пружини сервоциліндра; ризики на штоку сервоциліндра зачистити; перевірити збереження посадки напівмуфт на вертикальні валяння;

- перед збіркою робочі поверхні циліндрів змастити мастилом ЦИАТІМ 201 ГОСТ 6267-74;

- провести ревізію фіксаторів сервоциліндрів. При ревізії замінити манжети фіксаторів і мастило.

Б. По системі електроавтоматики

- распломбувати кришку блоку перемикача швидкостей і перевірити стан контактів реле. Контакти реле РЕН 18, що підгоріли і забруднені, зачищаються дрібною скляною шкіркою і протираються серветками, змоченими в бензині. При цьому необхідно стежити за тим, щоб не порушити величину зазору контактів реле. Зазор між нормально відкритими контактами повинен бути 0,9 І мм.

- перевірити правильність наладки реле переходів і реле обмеження швидкості.

- у тепловозів ТГМ 4 перевірити стан контактів реле блоку гідродоворота і при забрудненні контакти зачистити.

- також перевірити встановлені витримки часу спрацьовування реле блоку гідродоворота, і у разі потреби підрегулювати.

Регулювання витримок проводиться змінними резисторами R8 і R9 при знятому кожусі блоку гідродоворота, при цьому поворот осі резистора R8 за годинниковою стрілкою приводить до збільшення часу включення вентиля ВГП 1 (повинно бути 2 ± 0,2 сік), а R9 до збільшення паузи (повинна бути 4 ± 0,5 сік); поворот проти годинникової стрілки зменшує встановлені витримки:

- перевірити кріплення проводів, наявність маркіровки, цілісність ізоляцій. Бракуючу маркіровку повністю відновити відповідно до схеми;

- перевірити мегометром 500 опір ізоляції ланцюгів електроавтоматики, яке, повинно бути нижче 0,3 Мом.

При перевірці опору ізоляції мегометром на діодах і стабілітронах, блоках управління щоб уникнути їх пробою, необхідно

- поставити перемички; тумблер блоку гідродоворота повинен бути встановлений в положення «вимкнено». При кожному Тр1 необхідно вносити до технічного паспорта гідропередачи, графі «Зведення про роботу» напрацювання гідропередачи в мотогодиннику.

Поточний ремонт ТР 2 (Великий поточний ремонт)

Проводиться через 18 місяців на маневровій роботі і через 80000 100000 км. на поїздовій роботі.

На додаток до операцій ТО 2, ТО 3 і ТР 1 при ТР 2 необхідно виконати наступні роботи:

А. По гідромеханічній системі:

Вийняти, промити і продути всі форсунки системи мастила (за винятком форсунок мастила рухомих муфт).

Провести ревізію блокувального клапана.

Клапан блокувальний розібрати, промити, задири на деталях, що труться, зачистити, дефектні манжети замінити. Усунути зачисткою вироблення наконечників. При установці клапана на гідропередачу проконтролювати зазор 1

1,2 мм між наконечником і шайбою. Деталі, що труться, змастити, а порожнини під манжети наповнити мастилом ЦИАТІМ 201 ГОСТ 6267-74.

Провести ревізію насоса, що відкачує.

Провести ревізію насоса системи мастила.

Провести ревізію фільтру масляного.

Оглянути без виїмки з гідропередачі кріплення робочого колеса і шнека живильного насоса.

Провести ревізію електрогідравлічних вентилів.

Провести ревізію рухомих муфт валів вторинного і реверсу (оглянувши стан підшипників і кріплення внутрішніх обойм, зачистити забійні задири по торцях шлицов).

Перевірити затягування болта кріплення важеля приводу рухомих муфт.

Перевірити затягування штуцерних з'єднань на трубопроводах, що підводять мастило від електрогідравлічних вентилів до золотникової коробки.

Змінити масло гідропередачи.

Перевірити стан пневматичних повітропроводів системи управління реверс - режимних механізмів, вся нещільність з'єднань, що приводить до витоків повітря, усунути.

Оглянути привід живильного насоса.

Перевірити стан конічних шестерень приводу живильного насоса;

Перевірити затягування зовнішнього кріплення (болтів, гайок) легким обстукуванням.

Протерти днище нижнього і верхнього картерів корпусу гідропередачи через оглядові люки серветками, змоченими дизельним паливом або гасом.

Б. По системі електроавтоматики:

Зняти датчик швидкості, перевірити плавність обертання його ротора. Після установки датчика провести перевірку правильності роботи і наладки вузлів електроавтоматики.

Поточний ремонт ТР 3 **.**Проводиться через 36 місяців при маневровій роботі і через 160000 - 200000 км. при поїздовій роботі.

На додаток до операцій ТР 2 на ТР 3 необхідно виконати наступні роботи:

А. По гідромеханічній системі:

- провести ревізію живильного насоса, звернувши особливу увагу на стан підшипників, знос зірочки, знос поясочка ущільнювача робочого колеса.

- заправити гідропередачу мастилом, пропрацювати на нім не менше 1 години, після чого масло злити і заправити свіжим відповідно до справжньої інструкції.

- заміряти тиску на форсунках системи мастила, які повинні бути не менше 0,1 кг/см2 при неодружених оборотах дизеля і 0,2 кГ/см2 при номінальних оборотах дизеля.

Б. По системі електроавтоматики:

- вузли автоматики (блок перемикання швидкостей, датчик швидкості) знімаються з тепловоза, піддаються повній ревізії і проводиться сумісна перевірка їх роботи і наладка на спеціальному налагоджувальному стенді [19].

4.2 Методи відновлення деталей машини, що зношуються найбільш

Величина зносу деталей циліндрової форми за умовами відновлення може бути розбита на три групи: 1) до 0,1 мм, 2) до 3 мм і 3) понад 0,3 мм.

Деталі першої групи можуть бути відновлені електроіскровим нарощуванням і хромуванням. Деталі із зносом до 0,3 мм відновлюють осталиванием, хромуванням і наплавленням, а при зносі більше 0,3 мм — заміною зношеній частині, газо- пресовою зваркою і наплавленням. Деякі способи відновлення дають можливість не тільки використовувати зношену деталь, але і зробити її більш зносостійкою.

Первинні форми і розміри деталей різноманітних конфігурацій, що мають знос, механічні або термічні пошкодження, можна відновлювати слюсарно-механічною обробкою, механічною обробкою, зваркою або наплавленням, електролітичним нарощуванням, нарощуванням полімерними плівками, металізацією і електроіскровою обробкою, а також за допомогою епоксидних смол.

При відновленні деталей зваркою може потрібно обробка їх на верстаті як підготовча операція. Після зварки, як правило, потрібні обробка деталей на металоріжучих верстатах і термічна або хіміко-термічна обробка.

При відновленні деталей можуть застосовуватися різні види зварки — електродуга, газова, контактна. Зварка може бути ручною, напівавтоматичною, автоматичною. У різних захисних середовищах (під флюсом, в рідині, в середовищі захисного газу).

Найбільш прогресивним методом є електродугова зварка. З різних видів контактної зварки при ремонті деталей гідропередач застосовують газопресову зварку, що дозволяє надійно зварювати вуглецеві, леговані і різнорідні стали.

При ремонті алюмінієвих деталей використовується зварка і наплавлення в середовищі аргону (зварка в середовищі захисного газу). З гальванічних методів нарощування найбільш новим методом є гальванічне нанесення.

Найбільш характерними методами відновлення деталей гідравлічних передач є вибродуговая наплавлення, газопресова зварка, зварка алюмінієвих деталей, хромування і нанесення.

4.3 Змащення машини

Робоча рідина. Як робоча рідина в гідропередачі рекомендується застосовувати мастило, тільки наказане справжньою інструкцією. Крім того, допускається застосування мастила Гт50 МРТУ 38-1-256-67 і мастила Тсп22 МРТУ I2H-I8-63 з антипінною присадкою ПМС-200А МРТУ 6-02-260-65 в співвідношенні 0,005%.

При застосуванні інших, сортів мастил завод не гарантує справну роботу гідропередачи. Не допускається змішування різних сортів мастил, оскільки це, зазвичай, приводить до підвищеного піноутворення мастила. Спінювання мастила приводить до падіння тиску живильного насоса, який веде до зменшення сили тяги тепловоза і перегріву мастила.

При першій заливці мастила Гт50 додавати в нього антипінну при-садку не слідує, оскільки вона вже є в мастилі. В процесі роботи гідропередачи

ефективність дії антипінної присадки зменшується, тому для ліквідації спінювання мастила рекомендується періодично при необхідності підвищення тиску мастила живильним насосом додавати антипінну присадку Пмс200а в кількості 0,005%, тобто 15 грамів.

Перша заміна мастила проводиться через 100 годин роботи гідропередачи. Подальші заміни мастила проводяться при незадовільних свідченнях хімічного аналізу мастила, систематичному падінні тиску живильного насоса і на великих періодичних ремонтах, незалежно від норм бракувань.

При кожному малому періодичному ремонті або при підозрі на неякісне мастило відбирається проба мастила в кількості 0,5 л для лабораторної перевірки якості працюючого мастила.

Норми бракувань мастила, що знаходиться в гідропередаче, при її роботі на тепловозі (між змінами мастила) наступні:

а) наявність води в мастилі не допускається;

б) механічні домішки не більше 0,05 %;

в) кислотне число міліграма КОН на 1 г мастила не більше 1,0;

г) температура спалаху визначається у відкритому тиглі, не менше 160 °С.

Вода в мастилі гідропередачи сприяє спінюванню мастила. Підвищене кислотне число сигналізує про появу водорозчинних кислот, сприяючих корозії деталей гідропередачи.

Проба мастила відбирається через кульковий зливний клапан, з картера живильного насоса або нижнього картера відразу після зупинки дизеля тепловоза.

Заливка мастила в гідропередачу

Заливка мастила в гідропередачу проводиться через сітчастий фільтр заливної горловини (рия. 4.1).

Перед заливкою мастила слід виконати наступні операції:

- прочистити фільтр заливної горловини;

- прочистити воронку для завивки мастила;

- відвернути контрольну пробку на нижньому картері.

Для заправки гідропередачі необхідно 300 літрів мастила (об'єм верхнього картера рівний 225 л; нижнего 55 л і 20 літрів йде на заповнення трубопроводів і холодильника).

При заливці спочатку заповнюється мастилом верхній картер, корпуси гідропередачи, після того, як масло досягає відмітки «верхнього рівня» на щупі верхнього картера, воно через вікно у внутрішній перегородці корпусу зливається в нижній картер, який заповнюється до рівня контрольної пробки.

Заливка мастила припиняється після його появи з контрольної пробки нижнього картера. Услід за цим необхідно заповнити мастилом трубопроводи, фільтр і холодильник системи охолоджування мастила УГП, для чого запустити дизель тепловоза і пропрацювати 10-15 хвилин при неодружених оборотах дизеля. Дизель заглушити і долити мастило в гідропередачу до появи його з контрольної пробки нижнього картера.

Після проведення вказаних операцій вважається, що гідропередача заправлена мастилом «по верхньому рівню».

У експлуатації рівень мастила у верхньому картері повинен бути завжди біля відмітки «ВУ» на масломернім щупі, а в нижньому картері коливатися між верхньою і нижней ризиками щупа нижнього картера.

Рівень мастила в УГП по щупах перевіряти відразу після зупинки дизеля, оскільки на стоянці можливе перетікання мастила з верхнього картера в нижний через нещільність усередині гідропередачи.

Злив мастила з гідропередачи проводиться через кулькові зливні клапани, які знаходяться в картері живильного насоса, в нижньому картері і через пробку люка нижнього картера.

Для заміни одного сорту мастила іншим необхідно виконати наступні операції:

- злити мастило з гідропередачи і системи трубопроводів (зокрема холодильників і фільтрів);

- залити новий сорт мастила наказаний справжньою інструкцією. У разі ненормальної роботи гідропередачи після проведення заміни мастила (зриви тиску живильного насоса), провести повторну заміну мастла.

Перший запуск гідропередачи.

Для запуску гідропередачи:

- розконсервувати УГП згідно вказівці в справжній інструкції;
- залити гідропередачу мастилом «по верхньому рівню»;

- проконтролювати температуру мастила в картері, гідропередачи, яка повинна бути не нижче, - 15 °С.

Включивши один з режимів, переконатися, що положення рукоятки перемикання реверс-режима відповідає включеному положенню муфт.

На працюючому тепловозі рухомі муфти завжди повинні знаходитися в одному зі своїх робочих положень.

Провести технічний огляд гідропередачи. [19].

Система змащування зубчатих коліс і підшипників **.** Поверхні, що труться, зубчаті колеса і підшипники змащуються і охолоджуються робочою рідиною.

Робоча рідина при максимальній температурі повинна зберігати змащуючі властивості.

Заправка гідропередачи робочою рідиною проводиться через горловину 28. У заливну горловину вмонтований фільтр, що складається з дроту, сітки і каркаса.

Пройшовши фільтр заливної горловини, робоча рідина заповнює картер 14.

Заповнивши верхній картер, робоча рідина через зливне вікно 3 зливається в нижній картер 23 і досягає рівня контрольної пробки 36, після чого заправка припиняється.

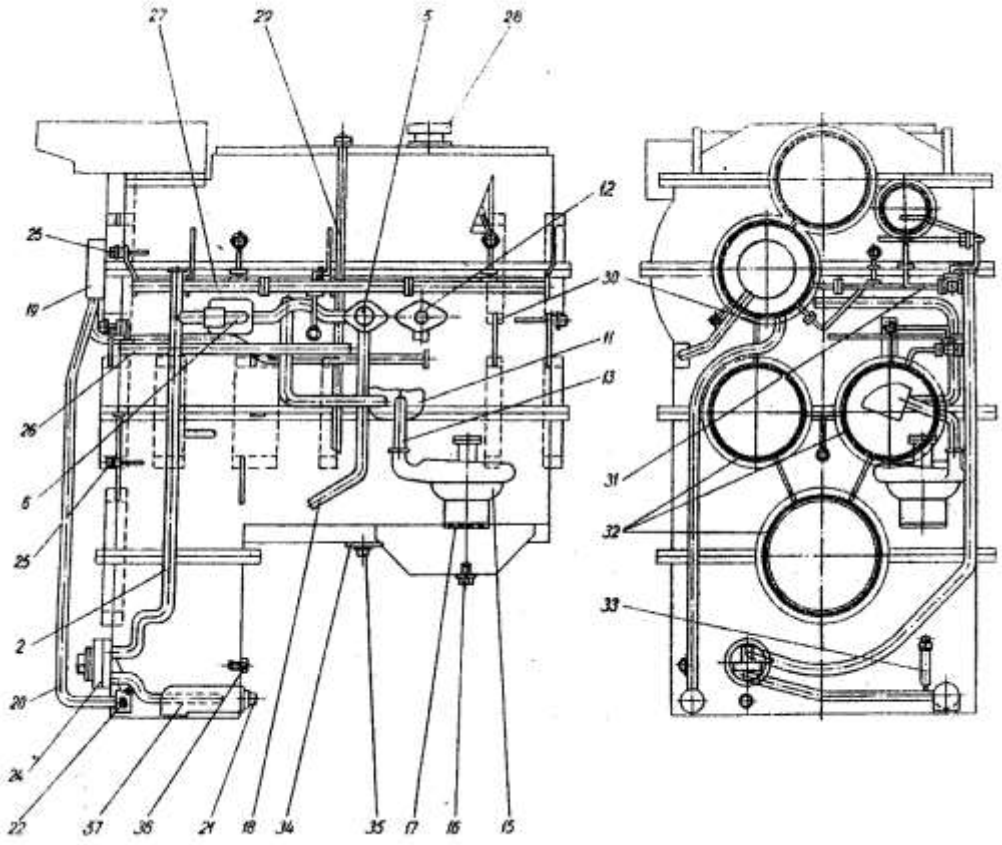


Рис. 4.1 - Система змащування зубчатих коліс та підшипників: 2 - труба нагнетательна; 5 - клапан підпорний; 6 - клапан зворотній; 11 - коробка золотникова; 12 - канал до холодильника; 13 - канал до золотникової коробки; 15 - насос живильний; 16 - клапан зливний; 17 - сітка живильного насоса; 18 - труба зливна; 19 - насос відкачувальний; 20 - труба всмоктуюча; 21 - клапан зливний; 22 - фільтр масляний відкачувального насоса; 24 - насос системи змащування; 25 - форсунка; 26 - труба живильна нижня; 27 - труба живильна верхня; 28 - горловина заливна; 29 - масломер верхнього картера; 30 - канали в корпусі; 31 - трубопроводи; 32 - канали для змащування підшипників; 33 - масломер нижнього картера; 34 - люк;35 - пробка люка; 36 - пробка контрольна; 37 - фільтр масляний насоса системи змащування.

Таким чином, повний об'єм робочої рідини в гідропередаче складається з об'єму, залитого у верхньому картері, і об'єму, залитого в нижньому картері.

Для спостереження в процесі роботи за рівнем рідини у верхньому картері є масломер 29, в нижньому картері є масломер 33.

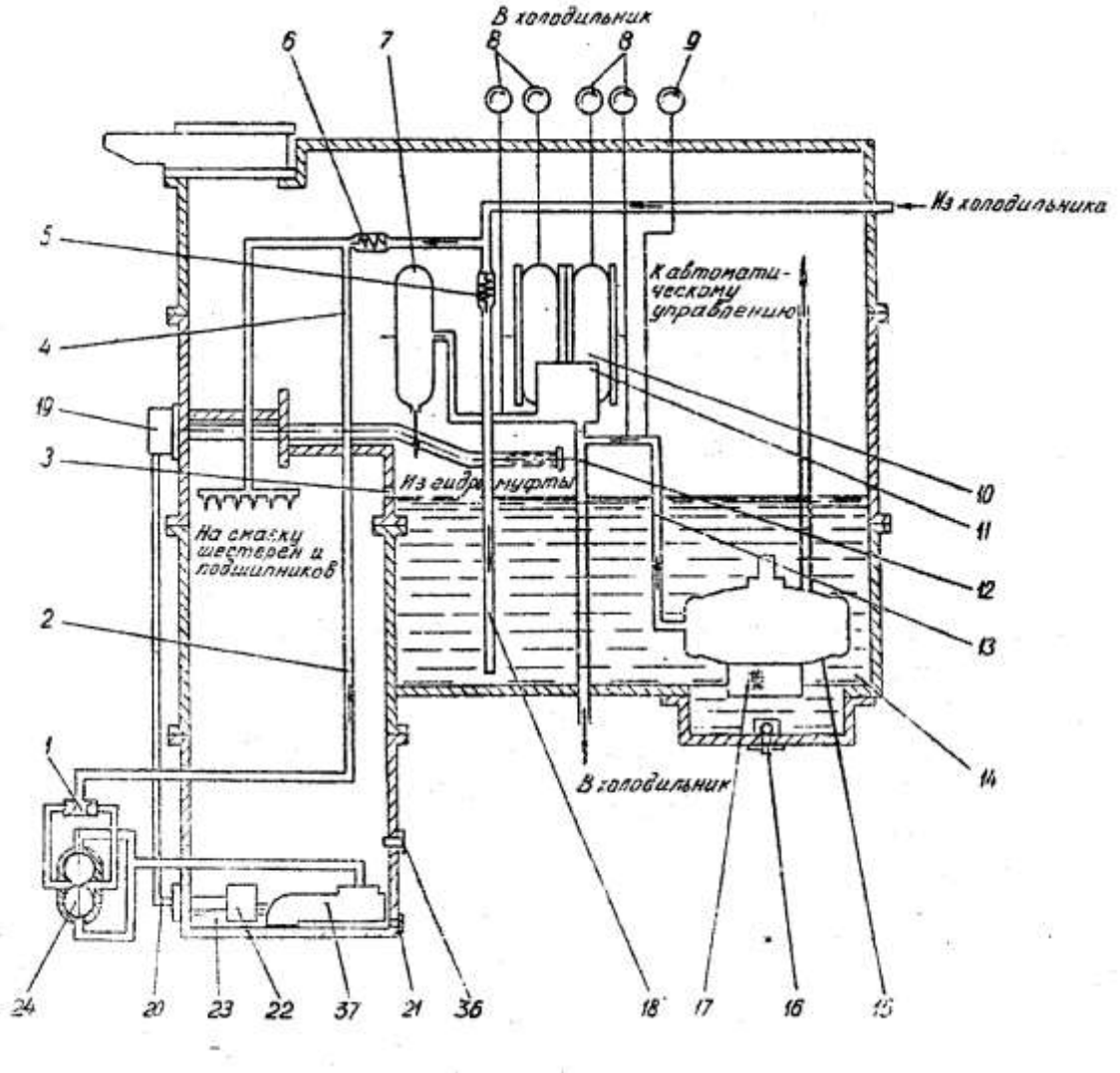


Рис. 4.2 - Система змащування зубчатих; колес та підшипників 1 - клапан нагнетательний; 2 - труба нагнетательна; 3 - окно зливне; 4 - трубопровід системи змащування; 5 - клапан підпірний; 6 - клапан зворотній; 7- гідромуфта; 8- манометри; 9 - термометр; 10 - гідротрансформатори; 11- коробка золотникова; 12 - канал до холодильника; 13 - канал до золотникової коробки; 14 - картер верхній; 15 - насос живильний; 16 - клапан зливний; 17 - сітка живильного насоса; 18 - труба зливна; 19 - насос відкачуваючий; 20 - труба всмоктуюча; 21- клапан зливний; 22 - фільтр масляний відкачуючого насоса; 25 - картер нижній; 24 - насос системи змащування; 37 - фільтр масляний насоса системи змащування; 36 - пробка контрольна.

До системи мастила відносяться вузли:

- відцентровий живильний насос 15 - подає робочу рідину в гідроапарати і в трубопровід системи змащування;

- вихровий насос, що відкачує, 19 - перекачує робочу рідину з нижнього картера 25 у верхній картер 14;

- масляний фільтр 37 - очищає робочу рідину від сталевих частинок магнітним елементом, а від немагнітних частинок – сіткою;

- насос системи змащування 24 - подає робочу рідину в трубопровід і до точок змащування при буксируванні тепловоза;

- підпірний клапан 5 - підтримує тиск робочої рідини в трубопроводі системи змащування і пропускає надлишки робочої рідини у верхній картер;

- зворотний клапан 6 - закриває прохід робочої рідини від насоса системи змащування 24 в холодильник при непрацюючому двигуні (буксируванню тепловоза);

- трубопровід 4, 26, 27, 31, канали і свердлення в корпусі передачі 30, проточки в стаканах підшипників 32, форсунки 25 - розводять робочу рідину до точок змащування і охолоджування.

Змащування і охолоджування підшипників і зубчатих коліс гідропередачі здійснюється таким чином. При працюючому двигуні і незаповнених гідроапаратах працюють живильний 15 і що відкачує 19 насосів, оскільки вони механічно пов'язані з приводним (вхідним) валом гідропередачі.

Обертаючись, живильний насос через сітку 17 забирає робочу рідину і подає її по каналу 13 в золотникову коробку 11 і в холодильник. З холодильника робоча рідина поступає в передачу через підпірний клапан 5 і по трубі 18 зливається у верхній картер 14. При вході в підпірний клапан частина робочої рідини поступає через зворотний клапан 6 в трубопровід 26 і 27 систем змащування. З трубопроводу по розлучних трубках, каналам і свердленням робоча рідина поступає на змащування шестерень і підшипників. У момент роботи гідроапаратів передачі змащування здійснюється таким чином:

- живильний насос подає частина робочої рідини в золотникову коробку і далі в працюючий гідроапарат, іншу частину по каналу 12 в холодильник.

Повертаючись з холодильника через підпірний клапан, рідина поступає в систему змащування вищезгаданим шляхом.

При русі тепловоза в «холодному стані» (з непрацюючим двигуном), робоча рідина в систему змащування поступає таким чином: при русі тепловоза працює насос системи змащування 24, оскільки він отримує обертання від вихідного валу передачі. Насос системи змащування всмоктує робочу рідину з нижнього картера через фільтр 37 і подає її по трубі 2 в трубопровід системи змащування. Для зливу робочої рідини з гідропередачи у верхньому картері є зливний клапан 16, розташований в картері живильного насоса, а в никнем картері - зливний клапан 21, розташований в нижній частині картера. Права сторона верхнього картера має занижене дно і робоча рідина повністю зливатися не може. Для зливу робочої рідини і для промивки картера по правій частині верхнього картера є люк 34 із спусковою пробкою 35 [19].

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз конструкції гідропередачі УГП 750-1200 ПР , що використовується у кар’єрних маневрових тепловозах ТГМ3. Уніфікована гідропередача призначена для передачі моменту, що крутить, від колінчастого валу дизеля через карданні вали і осьові редуктори на колісні пари тепловоза. Момент, що крутить, при цьому практично перетворюються залежно від швидкості руху і навантаження. Гідропередача принципово складається з трьох частин: механічної, гідравлічної, системи автоматичного управління.

У ході аналізу розраховано основні режимні параметри гідропередачі.

Розглянуто питання експлуатації гідропередачі, встановлено графік ремонтів, розраховані ремонтні майстерні та запас запасних частин.