

## **п/т 6.4 Монтаж з'єднувальних та кінцевих муфт 12 годин (на 5 та 6 квітня)**

При монтажі кабельних ліній найбільш складною і відповідальною роботою є з'єднання і відгалуження кабелів і оброблення їхніх кінців для приєднання до апаратів, електродвигунів і інших електротехнічних пристроїв. Ця робота виконується в суворій відповідності з вимогами технічної документації і монтажних інструкцій організацій, що монтують і експлуатують кабельні лінії.

Під кабельною кінцевою заділкою розуміють пристрій, призначений для приєднання кабелю до електроапаратів внутрішньої установки. Вони не мають спеціального захисного корпусу.

Кабельна кінцева муфта — це пристрій, призначений для приєднання кабелів до електроапаратів зовнішньої або внутрішньої установки, або повітряних ліній електропередачі.

Надійність муфт і заділок залежить від ретельного виконання їхнього монтажу і дотримання технології, зазначеної монтажними інструкціями. Попадання вологи або бруду в муфту або заділку різко погіршує електричну міцність і приводить до виходу з ладу кабелю при його іспитах після монтажу, або під час експлуатації. Тому роботи з монтажу муфт і закладень виконуються чистими руками й інструментом, без перерви в роботі до повного їх закінчення. Корпус муфти перед початком роботи також ретельно очищають по обидва боки і протирають ганчірками, змоченими в бензині. Перед монтажем кінцевих заділок, сполучних і кінцевих муфт необхідно обробити кінці кабелю. З кінців кабелю, що підлягають окінцюванню або з'єднанню, послідовно видаляють захисний покрив, броню, оболонку, паперову поясну ізоляцію й ізоляцію жил. У результаті чого утворюється східчасте оброблення кабелю, розміри окремих ступіней якої визначаються в залежності від напруги кабелю, типу і розміру кінцевої заділки або муфти.

При монтажі муфт і закладень у кабелів з паперовою ізоляцією попередньо перевіряють паперову ізоляцію на відсутність у ній вологи. Для цього з кінця кабелю обривають окремі паперові стрічки й опускають у парафін, розігрітий до 140— 150° С. Якщо паперова ізоляція зволожена, спостерігається легке потріскування і виділення піни.

В даний час для заділок кабелів широко застосовують епоксидні кінцеві муфти з трубками з нетрислової гуми, гумові рукавички, а також епоксидні кінцеві муфти спеціальної конструкції, призначені для зовнішньої установки. Наприклад, епоксидну кінцеву заділку з трубками з нейтральної гуми застосовують для кабелів з паперовою ізоляцією на напругу до 10 кВ у сухих, вологих, із провідним пилом, з хімічно активним середовищем (крім вибухонебезпечних) приміщеннях у всіх районах Східної Європи, крім субтропіків.

Епоксидні з'єднувальні муфти для кабелів з паперовою ізоляцією виконують у епоксидних корпусах, виготовлених з епоксидного компаунду марок К-176, К-115, УП-584у, що поставляються з заводу на монтаж у комплекті з компаундом, затверджувачем для заливання муфти і допоміжних матеріалів. Монтаж епоксидних сполучних муфт починають зі ступінчатого оброблення кабелю. Потім до оболонки і броні кабелю припаюють заземлюючий провідник, з'єднують кінці жил (термітним зварюванням, обпресуванням, електрозварюванням або пайкою); при цьому місця зварювання або пайки звільняють від заусенців, і знежирюють. Після цього ставлять епоксидні розпірки для фіксації жил кабелю в муфті, провід заземлення припаюють до іншого кінця кабелю, знежирюють броню й оболонку кабелю, роблять герметизуюче підмотування, установлюють на місце епоксидні напівмуфти, ущільнюють уведення кабелів у муфти і муфту заливають компаундом малим струмком, попередньо змішаним з затверджувачем.

Епоксидні муфти монтують при температурі навколишнього повітря не нижче + 10° С. У тунелях і каналах установлюють епоксидні з'єднувальні муфти, на які надягають захисний кожух. Епоксидна сполучна муфта може бути стопорною. У цьому випадку жили з'єднують тільки пайкою або зварюванням тому що з'єднання жил обпресуванням не усуває перетікання просочувального складу ізоляції кабелю між дротами жил.

Свинцеві сполучні муфти виготовляють зі свинцевих труб діаметром від 60 до 110 мм і довжиною від 450 до 650 мм у залежності від перетину і напруги кабелів. Оброблення кінців роблять так само, як і при монтажі епоксидних з'єднувальних муфт. Потім на кабель надягають свинцеву муфту і з'єднують жили кабелів термітним зварюванням або іншим способом; місце пайки або зварювання очищають і промивають (пропарюють) кабельною масою МП-1, нагрітою до 120—130° С (для видалення забруднень і вологи). Після цього підмотуванням відновлюють заводську ізоляцію жил кабелю кабельним папером, просоченим олією.

Рулони і ролики кабельного паперу разом з нитками надходять на монтаж у бляшаних запаєних банках, заповнених кабельною масою МП-1. У залежності від кількості і розмірів паперових рулонів і роликів ці комплекти в банках розрізняють по номерах. Паперову ізоляцію щільно укладають, не допускаючи утворення між шарами паперу пухирців повітря. Після цього жили кабелю вдруге пропарюють кабельною масою МП-1, насувають на місце з'єднання свинцеву муфту, кінці її обивають до оболонки кабелю. Для заливання муфти кабельною масою в муфті на відстані 260—350 мм друг від друга вирізують два отвори: одне — для заливання в муфту кабельної маси, інше — для виходу з неї повітря.

Перед заливанням кабельну масу нагрівають і заливають у попередньо підігріту муфту. Після охолодження й усадки кабельної маси її підливають до повного заповнення муфти, після чого заливальні отвори запаюють. Свинцеву муфту з метою захисту від ушкоджень укладають у сталевий

або чавунний кожух.

Для з'єднання кабелів напругою до 1 кВ застосовують чавунні муфти, а для з'єднання кабелів із пластмасовою ізоляцією епоксидні муфти. Після закінчення монтажу проводяться необхідні іспити, що підтверджують високу якість монтажних робіт.

При прокладці кабелю вручну маса ділянки кабелю, що приходить на одного дорослого робітника, не повинна перевищувати для чоловіків 35 кг і для жінок 20 кг. У місцях розташування підземних комунікацій до земляних робіт приступають тільки при наявності письмового дозволу організацій, відповідальних за експлуатацію цих комунікацій. Поблизу підземних комунікацій (наприклад, трубопроводів) земляні роботи ведуть під безпосереднім наглядом виконавця робіт або майстра, а поблизу діючих кабелів, крім того, під спостереженням відповідального працівника енергосистеми, що експлуатує ці кабелі.

Користування ударними інструментами (ломи, гаки, клини, пневмоінструмент), а також землерийними машинами поблизу діючих підземних комунікацій (електричні кабельні лінії, газопроводи, напірні трубопроводи й ін.) забороняється. Якщо при роботах виявляють не передбачені траси підземних комунікацій, то земляні роботи негайно припиняють до з'ясування й одержання відповідного дозволу. Кабелі і муфти, виявлені при виконанні земляних робіт, підлягають захистові щитами і плакатами, що попереджають про наявність напруги й небезпеки для життя. При спуску барабанів із платформ або автомашин не допускається присутність людей поблизу похилих лаг.. При прогріві кабелю електричним струмом не допускається застосування напруги понад 250 В. Силкові трансформатори, зварювальні й інші машини, використовувані при прогріві на напруги понад 36 В, підлягають заземленню разом з металевою оболонкою кабелю.

Огляд колодязів, тунелів, колекторів і роботи в них повинні вироблятися не менш чим двома особами. Колодязь або тунель при відкритті люка повинний бути провентильований. До роботи в колодязях і тунелях можна приступати тільки в тому випадку, якщо не буде виявлений газ (наявність або відсутність газу встановлюють спеціальні служби підприємства). При роботах у колодязях, тунелях і колекторах допускається використання переносних ламп напругою понад 12 В. Кабельні заділки монтують із застосуванням епоксидного компаунду і спеціальних лаків № 1 н 2 лише електромонтери, що пройшли попередній інструктаж. Кабельну масу і припой розігрівають, цю масу заливають у муфту обов'язково в брезентових рукавицях та захисних окулярах. До електричних іспитів кабелю приступають, перевіривши відсутність на ньому напруги (у необхідних випадках кабель заземлюють).

Контрольні питання.

1. Загальні вимоги до кабельних ліній.
2. Елементи конструкції силового кабелю та їх призначення.
3. Зберігання та підготовка кабелю до прокладання.
4. Прокладання кабелю - в траншеях, в тунелях, в блоках, без траншейна прокладка
5. Монтаж кабельних заділок та муфт.

## **п/т 7.1 Ремонт холодильників та теплообмінювачів (35 годин)**

### **п/т 7.1. Ремонт холодильників (21 година ) 8,9,10 квітня**

Ремонт холодильников и теплообменников» Секции холодильника. Неисправностями секций холодильника являются течь по трубкам при обрыве и нарушении пайки, загрязнение наружной и внутренней поверхностей секций. Течь трубок по месту пайки в коробку возникает при неправильном креплении секций, колебании давлений и температуры воды и масла и размораживании секций зимой, при резком открывании жалюзи. Снаружи секции покрываются пылью и грязью, внутри масляных секций отлагаются механические частицы, нагар и продукты окисления масла, на водяных секциях — накипь. Загрязнение секций ухудшает теплопередачу от трубок воздуху, что приводит к перегреву воды и масла. Загрязнение секций обнаруживают наощупь по разности температур вверху и внизу по сравнению с температурой соседних секций. Секции снимают с тепловоза при текущем ремонте ТР-3. Масляные секции снимают, если они не обеспечивают нормальной температуры масла. В некоторых депо их продувают паром, а затем промывают раствором от стационарной установки без снятия с тепловоза (30 кг омыленного петролатума и 25 кг каустической соды на 1 м<sup>3</sup> воды), после чего промывают горячей (80—95 °С) водой. При техническом обслуживании ТО-3 и текущем ремонте ТР-1 в секциях проверяют, нет ли течи воды и масла в соединениях, летом через одно техническое обслуживание ТО-3 секции продувают сжатым воздухом через открытые жалюзи. Для снятия секций с тепловоза вначале удаляют жалюзи и отворачивают гайки крепления секций. Снимают и устанавливают секции и жалюзи на передвижных площадках высотой 1,6—1,7 м, оборудованных барьерами и лестницами. В отделение для ремонта секции транспортируют краном или на тележках в контейнерах из арматурного железа, оберегая при этом от ударов и повреждений. Секции предварительно промывают на стенде, проверяют на протекание воды и испытывают герметичность трубок. Внутреннюю поверхность трубок моют также на стенде (рис. 89) щелочным раствором (кальцинированная сода 3—5%, жидкое стекло 1% и хозяйственное мыло 1%) при

циркуляции его через секции в двух направлениях по 30 мин в каждом и последующим пропуском горячей воды в течение 15 мин. Температура раствора и воды должны быть 80—90 °С. Раствор в баке подогревается теплообменником, а вода — паром через отверстия барбатера. На стенде одновременно промывают шесть секций. Для очистки от отложений шлама в трубной коробке применяется способ гидроудара. Масляные секции с турбулизаторами продувают паром и очищают в ванне раствором (30 кг омыленного петролатума и 25 кг каустической соды на 1 м<sup>3</sup> воды) при температуре 90 °С, после чего через секцию пропускают горячую воду с температурой 80—95 °С. Секции снаружи моют горячей водой с температурой 80—95 °С под давлением (1,54-2,0)10 Па через душевую систему при закрытых дверях камеры и включенном вентиляторе отсоса пара. Рис 89 Схема стеида для промывки секций холодильника- 1 — бак с раствором, 2 — фильтр, 3 — термометр, 4 — коллектор, 5 — перегородка, 6 — душевая система, 7—секция холодильника тепловоза, 8 — поддон, 9 — насос с электродвигателем, 10— бак с горячей водой, 11 — манометр, 12 — барбатер, 13 — конденсационный горшок, 14 — теплообменник

Загрязненные водяные секции очищают от накипи заливкой в них 50%-ного раствора технической соляной кислоты на 15—20 мин и промывкой 2%-ным раствором кальцинированной соды и горячей водой, а затем на стенде — раствором и горячей водой. Перед снятием секций после промывки их продувают воздухом для охлаждения и удаления остатков горячей воды. Чистоту внутренних поверхностей трубок проверяют по времени протекания 57,6 л воды из напорного бака через испытываемую секцию на стенде (рис. 90). Это время должно быть: для водяных секций длиной l 1356 мм — не более 65 с, для масляных секций — не более 30 с, для масляных секций с турбулизаторами — не более 75 с, для водяных секций длиной l 686 мм — не более 50 с. При креплении секции на стенде надо следить, чтобы отверстия коллектора не перекрывались прокладкой. Секции с большим временем протекания очищают повторно с последующей проверкой на протекание. Герметичность секций после очистки проверяют на стенде опрессовкой в течение 5 мин водой давлением 3-105 Па для водяных и 8-Ю5 Па для масляных секций, в том числе и с турбулизаторами. Течи и потения по месту пайки трубок и коллекторов не допускаются. Течь трубок в наружных рядах по месту заделки в усилительной доске устраняют пайкой меднофосфористым припоем без снятия трубной коробки. Течь трех и менее трубок устраняют сплошной наружной опайкой припоем ПОС-40 места стыка трубок с усилительной доской и трубной коробкой или окунанием предварительно очищенного и протравленного конца секции в ванну с расплавленным припоем. Отверстия в коллекторе секции перед окунанием должны быть заглушены. В секциях с течью трех и более трубок заменяют трубную коробку и усилительную доску. С дефектного конца секции снимают коллектор, для чего секцию кладут горизонтально и вертикальный шов, соединяющий коллектор с трубной коробкой, прогревают газовой горелкой сверху вниз до температуры плавления припоя (900—1100 °С) так, чтобы расплавленный припой выдувался пламенем горелки. По мере выплавления припоя кромку трубной коробки отгибают, коллектор снимают и очищают от остатков припоя. Стенки трубной коробки выправляют молотком, а ее кромки зачищают напильником. Для выявления лопнувших трубок секцию устанавливают вертикально в приспособление (рис. 91), трубную коробку уплотняют резиновыми прокладками, секцию снизу глушат заглушкой, заливают водой до уровня трубок и внутри приспособления создают давление воздуха до 1-10 Па. Дефектные трубки определяют по выходу пузырьков воздуха. Если трещины трубок запаять невозможно, разрешается запаять их с обоих концов меднофосфористым припоем с предварительным снятием коллекторов. При ремонте в депо разрешается заглушать до восьми трубок, при ремонте на заводах — не более пяти. Если обнаружена течь по месту пайки трубок к трубной коробке, разрешается после предварительной зачистки дефектное место пропаять

меднофосфористым припоем. В секциях с турбулизаторами лопнувшие трубки пайке не подлежат, заглушать в таких секциях разрешается до четырех трубок. Для замены коробки с усилительной доской на станке отрезают трубки с трубной коробкой на расстоянии 4—5 мм от усилительной доски. Активная длина трубок секции после обрезки при ремонте в депо должна быть не менее 1145 мм, при ремонтах на заводе — не менее 1150, для турбулизаторных секций — не менее 474 мм. После обрезки с трубок снимают по пять-шесть охлаждающих пластин, концы трубок расплавляют, очищают от грязи, припоя и слегка сжимают плоскогубцами. В трубках с турбулизаторами после обрезки проверяют, чтобы лепестки срезанных турбулизаторов не перекрывали каналов для прохождения масла. Новую трубную коробку с более высокими бортами и усилительную доску после очистки опускают на 5—7 с в ванну с концентрированной серной кислотой, затем промывают в холодной и горячей (60—70 °С) воде в течение 2—3 мин. Далее их соединяют медными заклепками и надевают на трубки секции так, чтобы концы трубок выступали над решеткой коробки на 1,5—3,5 мм. Потом концы трубок выправляют, протравливают их и поверхность трубной коробки 50%-ным раствором серной кислоты, промывают холодной и горячей (80—90 °С) водой. На очищенную поверхность трубной коробки наносят техническую бурю и расплавляют ее газовой горелкой, при этом не допускают попадания буры в трубки. Пайку трубок выполняют меднофосфористым припоем (90,75—92,35% меди, 6—8% фосфора, 0,75—1,25% серебра) ацетиленовой горелкой №2 или №3 так, чтобы припой не затекал в трубки. После пайки концы трубок раздают оправкой так, чтобы щуп сечением 0,8X15 мм для водяных и 2,5X13,0 мм для масляных секций проходил на глубину не менее 30 мм, для турбулизаторных — на 5 мм. Качество пайки трубок проверяют на приспособлении (см. рис. 91). Дефектные места повторно пропаивают. Затем секцию с коллекторами помещают в приспособление— кондуктор, который обеспечивает правильное расположение коллектора, необходимую длину секции между отверстиями под шпильки и позволяет поворачивать секцию во время приварки коллектора припоем ПМЦ-54 или латунью Л-62. После ремонта секцию опрессовывают водой и испытывают на стенде на время протекания воды. На коллекторы секций, отремонтированных по указанной технологии, наносят клеймо (дату и пункт ремонта). Клеймо можно наносить белой краской на боковые щитки секции. Рис. 91 Приспособление для проверки плотности трубок секций холодильника. 1 — подставка, 2 — кожух, 3,7 — резиновые прокладки, 4 — край; 5 — цапфа, 6 — кольцо, 8 — траверса, 9 — винт, 10 — люк, 11 — собачка Перед съемкой секций надо установить передвижные или переносные площадки высотой 1,6—1,7 м с барьерами и лестницами. Для предотвращения падения боковых жалюзи их надо предварительно подвесить на кране. Для безопасности и предупреждения ожогов рук перед снятием секций со стенда необходимо внутреннюю и наружную их поверхности продувать сжатым воздухом для удаления из секций остатков горячей воды и понижения их температуры, для чего на стенде предусмотрены специальные вентили. Стенд оборудован надежной вытяжной вентиляцией, обеспечивающей полное удаление паров, образующихся при промывке секций. Особую осторожность следует соблюдать при работе с каустической содой и соляной кислотой, так как попадание их на кожу может вызвать ожоги. Для предупреждения раздражения кожного покрова рук слесарям, занятым ремонтом и промывкой секций холодильника, необходимо применять защитные пасты и мази. Необходимо также ежедневно следить за тем, чтобы люки баков, в которых нагреваются моющий раствор и вода для обмытки секций, всегда были плотно закрыты. Для очистки от шлама и накипи внутренних поверхностей водяной системы охлаждения дизеля распоряжением МПС №С-37036 от 25.11.81 с 1982 г. введена обязательная периодическая очистка водяных систем дизелей 2Д100 и 1ОД100 и всех составных частей, входящих в них (водовоздушные секции холодильника, теплообменники,

топливонагреватели, воздухоохладители и др.) с применением раствора лигносульфоновой кислоты. Установлена следующая периодичность промывки водяных систем: система охлаждения дизеля 10Д100 — 2 раза в год: весной перед наступлением лета и осенью перед наступлением зимы; система охлаждения наддувочного воздуха и масла дизелей 10Д100, а также системы охлаждения дизелей 2Д100—1 раз в год для всех железных дорог. Калориферы и отопительные агрегаты при промывке во избежание разрушения оловянистого припоя должны быть отключены. Установка для промывки водяных систем состоит из емкостей, двух центробежных насосов, трубопроводов, пульта управления и переносных шлангов для подключения установки к тепловозу. Очистка производится путем циркуляции концентрированного горячего раствора (температура 65—70 °С) в замкнутом контуре отдельно по системе секций холодильника, системе дизеля, теплообменника и воздухоохладителей в направлении, обратном току охлаждающей воды дизеля. Состав раствора для промывки: 50 кг лигносульфоновой кислоты, 16 кг серной кислоты на 100 л конденсата. Процесс промывки водяной системы тепловоза осуществляется в такой последовательности: после приготовления и нагревания раствора паром с тепловоза сливают охлаждающую воду в специальный бак, собирают требуемую схему очищаемого контура водяной системы, подсоединяют съемные напорный и сливной трубопроводы от установки к дизелю и приводят в действие установку для циркуляции раствора по водяной системе тепловоза. После очистки системы раствором ее промывают водой со сливом воды в канализацию, а секции холодильника очищают снаружи обдувкой паром от пароразборной колонки. Среднее время на очистку водяной системы составляет 2,5 ч на одну секцию. Оборудование установки монтируется на подвижной платформе, что позволяет производить очистку водяной системы в теплое время вне цеха, без занятия ремонтного стойла. Жалюзи. При осмотре жалюзи и их привода проверяют состояние бронзовых втулок, войлочного уплотнения и прилегание створок. Дефектные втулки заменяют металлокерамическими или капроновыми. Изношенные или порванные войлочные уплотнения заменяют. Привод жалюзи должен обеспечивать свободное и равномерное открытие и плотное прилегание створок при закрытии. В закрытых жалюзи между створкой и войлоком допускаются щели до 1 мм и длиной для каждой створки не более 1/3 ее длины. Коллекторы холодильников. Эти детали холодильника снимают с тепловоза при обнаружении трещин и утечки воды и масла. Снятые коллекторы очищают от грязи и осматривают, обращая внимание на наличие трещин в сварных швах, выпучин стенок масляного коллектора. Трещины по сварным швам вырубают и заваривают электродами. Стенки коллекторов с выпучинами выправляют и усиливают накладками, которые приваривают по контуру. После ремонта коллектор опрессовывают водой давлением 8 -105 Па в течение 5 мин. Течь и потение не допускаются. Теплообменник. Перед разъединением трубопроводов и снятием теплообменника сливают воду и масло. Характерные неисправности теплообменника: загрязнение водяной и масляной полостей, течь масла по сальнику 9 (рис. 258) и течь трубок. Очищают и моют теплообменник так же, как и секции холодильника. Условно о качестве очистки внутренних поверхностей трубок судят по времени протекания определенного количества воды через теплообменник, а о качестве очистки наружных поверхностей трубок и масляной полости — по разности объемов воды, которая заполняет эту полость до и после ее очистки. После очистки герметичность обеих полостей проверяют опрес- совкой горячей водой (60—75°С). Водяную полость испытывают давлением 6 кгс/см<sup>2</sup>, а масляную — 15 кгс/см<sup>2</sup>. При необходимости теплообменник разбирают. Охлаждающий элемент 14 опрессовывают воздухом, поместив его в приспособление, аналогичное изображенному на рис. 256. К внешней стороне трубок подводят сжатый воздух (1—1,5 кгс/см<sup>2</sup>), а трубки заполняют водой. Течь между трубной решеткой 7 или 12 и любой трубкой (по паяному шву) устраняют перепайкой мягким припоем ПОС-30, а трубки с

трещинами запаивают (заглушают) с обоих концов. Допускается заглушать до 5% трубок. Трещины в корпусах и рубашке устраняют сваркой. Резиновые детали заменяют новыми независимо от их состояния. Отверстия промежуточного стального кольца сальникового уплотнения 9 прочищают. После сборки герметичность соединений теплообменника проверяют опрессовкой горячей водой.

Рис. 258. Теплообменник: 1,2 — прокладки; 3, 4, 5 — верхний, средний и нижний корпуса; 6 — рубашка; 7, 12 — нижняя и верхняя трубные решетки; 8, 13 — нижняя и верхняя крышки; 9 — резиновое кольцо сальникового уплотнения (ТЭП60-10-40-23); 10 — резиновое кольцо (2ТЭ10Л-20-35-145); 11 — трубка; 14 — охлаждающий элемент (2ТЭ ЮЛ-20-35-021-2)

Ремонт вентиляторов В вентиляторных колесах холодильника могут быть следующие неисправности: ослабление крепления, трещины в лопастях, сварных швах и электрозаклепах по месту приварки лопастей, нарушение балансировки и отрыв лопастей от барабана и воротников жесткости. В подпятнике наблюдаются износ и поломки корпуса, вала, подшипников и сальниковых уплотнений. Неисправности карданного вала привода вентилятора холодильника — трещины в сварных швах, выработка отверстий во фланцах вала, износ пальцев крестовин и их втулок или игольчатых подшипников. При техническом обслуживании ТО-3 и текущем ремонте ТР-1 осматривают крыльчатки вентиляторов и их крепление на валу, состояние лопаток, проверяют надежность крепления корпусов вентиляторов к раме тепловоза и фланцу углового редуктора. Вентиляторные колеса холодильников, их подпятники, вентиляторы тяговых электродвигателей и тяговых генераторов (тепловозы типа 2ТЭ10) снимают с тепловозов для осмотра и ремонта на текущем ТР-3 и капитальных ремонтах. При снятии вентиляторного колеса холодильника отворачивают гайку крепления и съемником спрессовывают колесо с вала подпятника. После разборки и очистки колеса детали подпятника и карданный вал осматривают. Вентиляторные колеса холодильников тепловозов ТЭЗ и ТЭ10 заменяют, если общая длина продольных трещин превышает 300 мм (на тепловозах ТЭ10Л — более 150 мм для шва приварки лопасти) или концы поперечных трещин расположены ближе 60 мм от краев лопастей. Мелкие трещины в лопастях колеса засверливают по концам, вырубают и заваривают электродами Э42. Качество приварки лопастей проверяют балансировкой колеса и осмотром наличия трещин после испытания в течение 10 мин при частоте вращения 1700 об/мин на тепловозах ТЭЗ и ТЭ7, 1600 об/мин на тепловозах 2ТЭ10Л, 1570 об/мин для большого и 2800 об/мин для малого колес на тепловозах ТЭ10. При замене колеса контролируют по краске прилегание конусных поверхностей вала подпятника и ступицы колеса, которое должно быть не менее 80% всей поверхности. При установке подпятника в сборе с вентиляторным колесом проверяют зазор между лопастями колеса и поверхностью диффузора, он должен быть равномерным по всей окружности и составлять 5—10 мм (тепловозы ТЭЗ и типа 2ТЭ10), 7—11 мм — большое колесо, 4—7 мм — малое (тепловозы ТЭ10). Разность этого зазора для одного колеса допускается до 5 мм. Равномерный зазор по диаметру колеса устанавливают за счет зазоров между отверстиями лап подпятника и болтами. Необходимый зазор между диффузором и крыльчаткой обеспечивается приваркой круговых планок. Положение корпуса подпятника фиксируется двумя коническими штифтами. У карданного вала магнитной дефектоскопии подвергают штангу вала, фланцы, вилки, ушки и крестовины. При обнаружении трещин детали заменяют. Пальцы крестовин с бронзовыми или капроновыми втулками с выработкой более 0,1 мм шлифуют и восстанавливают хромированием или осталиванием. Уменьшение диаметра пальца при шлифовании от чертежного размера допускается до 1 мм. Ослабшие или разработанные втулки крестовин заменяют. Крестовины с игольчатыми подшипниками заменяют комплектно с подшипниками в случае, если ее пальцы имеют двусторонние отпечатки от игл. В игольчатых подшипниках допускается замена отдельных дефектных роликов с разностью по диаметру до 0,005

мм. Износ отверстий фланцев кардана устраняют наплавкой и сверлением под чертежный размер. Если зазор между пальцем ушка крестовины и отверстием во фланце превышает 0,04 мм, то палец хромируют или осталивают и шлифуют. Для удобства смазки карданный вал при сборке вентилятора устанавливают так, чтобы масленки крестовин и шлицевого конца вала располагались примерно в одной плоскости и по одну сторону от оси вала, при этом ушки скользящей и приварной вилок кардана должны быть в одной плоскости. Ремонт вентилятора ТЭД Для охлаждения тяговых электродвигателей к ним подается атмосферный воздух специальными вентиляторами. Вентиляторы установлены на раме тепловоза и засасывают воздух снаружи через фильтры. Этот воздух от вентиляторов по нагнетательным каналам, а затем через широкие гибкие рукава, называемые гармошками, подводится к тяговым электродвигателям (рис. 1). Рис. 1. Схема установки и охлаждения тяговых электродвигателей Далее воздух проходит через специальное окно в станине двигателя, охлаждает коллекторы, щеткодержатели, проходит через двигатель параллельно его валу, отводит тепло от якоря, полюсов и выбрасывается наружу через окна с противоположной от коллектора стороны. Внутри двигателя поддерживается небольшое избыточное давление воздуха, препятствующее попаданию пыли, влаги, снега. Устройство центробежного вентилятора показано на рис. 2. Рис. 2. Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей

Неисправностями вентиляторов тяговых электродвигателей являются обрыв заклепок и повреждение лопаток колеса, трещины сварных швов корпуса, износ войлочного уплотнения, ослабление крепления корпуса вентилятора к раме тепловоза или фланцу углового редуктора, повреждения брезентовых рукавов. При техническом обслуживании ТО-3 и текущем ремонте ТР-1 осматривают крыльчатки вентиляторов и их крепление на валу, состояние лопаток, проверяют надежность крепления корпусов вентиляторов к раме тепловоза и фланцу углового редуктора. Вентиляторы тяговых электродвигателей снимают с тепловозов для осмотра и ремонта на текущем ТР-3 и капитальных ремонтах. Для снятия вентиляторов тяговых двигателей тепловозов отсоединяют привод и крепление их к раме тепловоза. На тепловозах отсоединяют всасывающие каналы, брезентовый рукав нагнетательного канала и корпуса вентилятора от рамы тепловоза, снимают входной патрубок, отворачивают гайку и спрессовывают колеса вентилятора. После разборки детали вентиляторов очищают, промывают в керосине и осматривают. Трещины в сварных швах корпуса вырубают и заваривают электродами Э42. Дефектные подшипники и войлочные уплотнения заменяют. В вентиляторных колесах ослабшие заклепки и дефектные лопатки снимают и ставят новые, при этом лопатки по размерам должны соответствовать чертежу. В отдельных случаях допускается комплектная замена алюминиевых лопаток стальными, отклонение в шаге любой пары лопаток допускают не более 0,5 мм. Изготовленные по шаблону лопатки подбирают группами по массе с разностью по длине до 0,3 мм. Отклонение в массе лопаток одной группы для вентиляторов тепловозов допускается до 1 г, причем одинаковые по массе лопатки располагают на противоположных сторонах колеса. В лопатках не допускаются трещины, надрывы и заусенцы. Износ внутренней поверхности ступицы вентиляторного колеса ликвидируют наплавкой с расточкой отверстия под чертежный размер и под восстановление шпоночного паза. Посадочные поверхности вала под вентиляторное колесо и подшипники восстанавливают хромированием или осталиванием, а износ в шлицах — вибродуговой наплавкой с последующей механической обработкой. Конические поверхности ступицы колеса и вала после ремонта притирают друг к другу, при этом прилегание по краске должно быть равномерным и составлять не менее 60% всей поверхности. Вентиляторные колеса статически балансируют на станке. Небаланс вентиляторного колеса тепловоза ТЭЗ допускается 15- 10~4Н·м. Небаланс колеса устраняют креплением на колесе уравнительного груза массой не более 60 г, при этом допускается размещать

два груза по 30 г на каждый диск. Грузы приваривают к несущему диску и крепят заклепками к покрывающему диску. Небаланс устанавливают также сверлением отверстий диаметром 15 мм на внутренней стороне ступицы по радиусу 80 мм. Небаланс колес вентиляторов тепловозов составляет 3,0-10~3Н-м, при этом общую массу уравнильного груза допускают не более 30 г. Балансируют приваркой к несущему диску груза массой 30 г и клепанием груза массой 15 г (вместе с заклепками) к покрывающему диску на радиусе  $(225 \pm 1)$  мм. После балансировки колеса испытывают в течение 5 мин при частоте вращения 3200 - 2200 об/мин. Вентиляторы собирают в последовательности, обратной разборке, с соблюдением посадок, предусмотренных чертежами и правилами ремонта. При сборке биение валов по посадочным поверхностям допускается до 0,03—0,05 мм, по резьбовому хвостовику и шлицам — до 0,01 мм. Биение торцовых поверхностей покрывающего и несущего дисков по наибольшему диаметру и радиальное биение по поверхности лопаток возможно до 0,5 мм. В собранном вентиляторе вал с колесом должен вращаться свободно, без заеданий. Работу вентиляторов проверяют на тепловозе при работающем дизеле на всех оборотах вала, при этом не должно быть постороннего шума и стука, грения подшипников и течи смазки через уплотнения. При работающих вентиляторах контролируют статический напор воздуха над коллектором каждого тягового двигателя при открытых выпускных окнах, который при частоте вращения  $n = 850$  об/мин коленчатого вала должен быть не менее 510 Па ст.. При ремонте вентиляторов особую осторожность следует соблюдать при испытании колес на разнос после сварочных работ, так как при отрыве лопасти возможны аварии и несчастные случаи

При малом периодическом ремонте секции холодильников очищают и продувают сжатым воздухом с наружной поверхности, не снимая с тепловоза.

При большом периодическом, подъёмочном и заводском ремонте секции масляного холодильника снимают с тепловоза, очищают и опрессовывают. То же делают и с водяными секциями, за исключением большого периодического ремонта. При неисправности секции жалюзи и их приводы ремонтируют.

Основными неисправностями секции являются течь трубок вследствие обрыва и нарушения пайки и загрязнение внутренних и наружных поверхностей секций отложениями.

#### Технология ремонта секций

Очистка масляных и водяных секций с внутренней поверхности производится на стенде путём циркуляции щелочного раствора, употребляющегося для размягчения нагара у поршней.

На фиг. 195 представлена схема стенда, разработанная конструкторским бюро Главного управления локомотивного хозяйства. Секции холодильников тепловозов ТЭ1, ТЭ2 и ТЭ3 на данном стенде промывают изнутри сначала раствором из бака 1, а затем горячей водой из бака 2. Одновременно на

стенде промывают шесть секций. Вода в баке нагревается свежим паром посредством барбатёра 4, а раствор - при помощи теплообменника 3. Для контроля за температурой воды и раствора установлены термометры 5, снабжённые датчиками и световой сигнализацией. Датчики и сигнализация отрегулированы на подачу сигналов в пределах температур +95 и +80°C.

Фиг. 195. Схема стенда для промывки секций холодильников: 1 - бак с раствором; 2 - бак с горячей водой; 3 - теплообменник; 4 - барбатёр; 5 - фильтр; 6 - конденсационный горшок; 7 - насос с электродвигателем; 8 - термометр; 9 - манометр; 10 - душевая система

Фиг. 195. Схема стенда для промывки секций холодильников: 1 - бак с раствором; 2 - бак с горячей водой; 3 - теплообменник; 4 - барбатёр; 5 - фильтр; 6 - конденсационный горшок; 7 - насос с электродвигателем; 8 - термометр; 9 - манометр; 10 - душевая система

Центробежный насос 7 приводится во вращение от электродвигателя и забирает через фильтр 5 раствор или воду, которую подаёт в секции, или только горячую воду, направляя её в душевую систему 10 для наружной обмывки секций. Регулирование подачи раствора или горячей воды на стенде осуществляется открытием вентилей. Очистка секций холодильника изнутри раствором производится в течение 30 мин, обмывка горячей водой - в течение 15 мин.

При промывке секций раствором должны быть открыты вентили II, III, VI и закрыты вентили I, IV, V; при промывке горячей водой открыты вентили I, III, V и закрыты II, IV, VI и при наружной обмывке открыты I и IV и закрыты II, III, V и VI Наружную обмывку секций нужно производить при закрытых дверях камеры и включённом вентиляторе отсоса пара из камеры.

Течь секций происходит в большинстве случаев вследствие появления трещин в трубках у кромки усилительной доски и в местах пайки трубок с трубной коробкой. Для доступа к трубкам обрубая шов, соединяющий трубную коробку с коллектором. Если у трубок лопнули стенки, то в повреждённую трубку вставляют пластину и отверстие запаивают наглухо. При текущем ремонте у каждой секции тепловозов ТЭ1 и ТЭ2 разрешается запаивать не более восьми трубок, а при заводском - не более четырёх.

При большем количестве текущих трубок и течи усилительной доски производится ремонт с заменой трубной коробки и усилительной доски. В этом случае концы трубок у усилительной доски обрезают и устанавливают новую доску и трубную коробку с увеличенным по высоте буртом и все трубки тщательно пропаивают с использованием медефосфористого припоя.

Технологический процесс припайки трубок секций заключается в следующем:

1) обработка концентрированной серной кислотой трубной коробки и усилительной доски в течение 5-7 мин;

2) промывка их холодной водой;

3) механическое обезжиривание сухими опилками при помощи концов;

4) промывка горячей водой (80-90°);

5) промывка холодной водой;

6) травление соляной кислотой в течение 6-8 мин, склёпанной трубной коробки и усилительной доски в сборе с секцией. Соляная кислота применяется в виде 50%-ного водного раствора, протираемого по поверхности травления мягкой стальной щёткой;

7) промывка секции водой;

8) промывка горячей водой;

9) флюсование бурой с расплавлением её газовой горелкой;

10) пайка медефосфор истым припоем, состоящим из 92,35-90,75% меди, 6,9-8,0% фосфора и 0,75-1,25% серебра.

Пайка производится при помощи ацетиленовой горелки СУ с наконечником № 2 или № 3;

11) прочистка трубок оправкой в случае попадания в них флюса или припоя.

Качество пайки трубок секции до приварки коллектора проверяют в приспособлении, изображённом на фиг. 196.

Приспособление состоит из подставки 1 на которую укладывают кожух 2, снабжённый цапфами 6. На этих цапфах кожух можно устанавливать в различные положения. Внутри кожуха закладывают испытываемую секцию, которую зажимают болтами 3 и 9 и собачками 13 и уплотняют у трубной коробки резиновыми прокладками 4 и 8. С одной стороны приспособления предусмотрен люк 12, прижимаемый винтом 11, который проходит сквозь траверсу 10. В кожух через кран 5 подают воздух, а секцию, установленную вертикально, заполняют водой. О плотности трубок судят по отсутствию выхода из них пузырей воздуха. Для подъёма приспособления предусмотрены кольца 7.

После испытания трубок на плотность проверяют в собранном виде параллельность привалочных поверхностей секции при помощи приспособления, представленного на фиг. 197. Приспособление представляет собой подставку на которой при помощи винтов 3 укреплены планки 2. На эти планки укладывают привалочными поверхностями коллекторы секции. О правильности сборки секции судят по отсутствию зазора между планками и привалочными поверхностями секций. При наличии зазора делают подгонку коллекторов.

Проверенную в сборе секцию устанавливают на стенд (фиг. 198), где и осуществляют приварку коллекторов к трубной коробке. Стенд состоит из подставки 1, на которой смонтирована поперечина 2, поворачивающаяся на цапфах. Одну из цапф зажимают крышкой 5, откидным болтом 7 и гайкой 6. Штыри 4 входят в отверстия коллекторов, которые прижимаются откидными струбцинами 8. На этом стенде собранную секцию можно поворачивать на цапфах в вертикальной плоскости под любым углом. После приварки одного коллектора секцию вновь испытывают на плотность, для чего используют стенд, конструкция которого аналогична представленному на фиг. 196.

Трубную коробку приваривают газовым пламенем по всему периметру к коллектору припоем ПМЦ-54 или латунью Л-62. Ширина наложенного шва должна быть не менее 5 мм.

#### Испытание секций

Секции после ремонта испытывают на плотность и проверяют чистоту внутренних поверхностей трубок. Водяные секции испытывают на плотность водой при давлении 5 ати, а масляные - 8 ати.

Чистота внутренних поверхностей трубок определяется на стенде (фиг. 199) по времени истечения воды из напорного бака от верхнего до нижнего уровня, которое для масляных секций тепловозов ТЭ1, ТЭ2 и ТЭ3 должно быть не более 25 сек и для водяных - не более 65 сек. Стенд состоит из каркаса 1, на котором установлен напорный бак 4, снабжённый водомерным стеклом 6 и запорным клапаном 3. Из дна бака выходит труба 2 диаметром 2 1/2". К нижнему концу трубы приваривают коллектор 11, к которому при помощи рычага 10 и рукоятки 9 прижимается коллектор испытываемой секции. Для поднятия клапана предусмотрен вал 8 с рукояткой 7, воздействующий на трос 5, прикрепляемый к стержню клапана. Для слива воды из секции установлен сливной бак 12 со спускной трубой 13.

Время прохождения воды через систему стенда без секций при том же понижении уровня должно составлять 15-17 сек.

#### Ремонт привода холодильника

При малом периодическом ремонте, в случае предшествующей ненормальной работы редуктора вентилятора, проверяют соосность валов; регулируют нажатие фрикционной муфты при её пробоксовывании и натяжение ремней привода при их провисании. В редуктор и зубчатые муфты тепловозов ТЭ1 добавляют масло. Проверяют действие и плотность закрытия жалюзи.

При большом периодическом, подъёмном и заводском ремонте привод холодильника подвергается разборке, ремонту и регулированию. У тепловозов ТЭ2 и ТЭ3 при большом периодическом ремонте редуктор вентилятора и фрикционную муфту снимают только по требованию машиниста.

Наиболее часто встречающимися неисправностями холодильника являются следующие:

1) износ фрикционных дисков;

2) износ шарнирных соединений и подшипников качения;

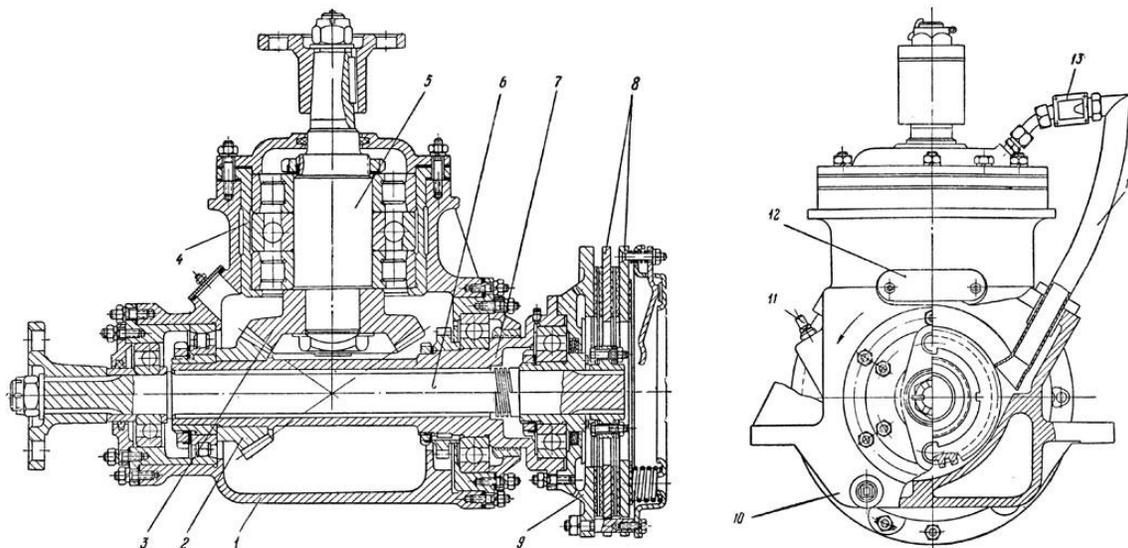
3) нарушение соосности редуктора с приводным валом, вызывающее вибрацию привода и, как следствие, излом лап корпуса редуктора;

4) износ и излом шестерён редуктора;

5) ослабление вентиляторного колеса на валу, появление трещин у лопастей.

#### Разборка редуктора

Конструкция редуктора вентилятора действующего парка тепловозов различна. Общим признаком у них является наличие конических шестерён и подшипников качения горизонтального и вертикального валов. У тепловозов ТЭ1 фрикционная муфта смонтирована отдельно, а у тепловозов ТЭ2 и ТЭ3 присоединена к редуктору. На тепловозах ТЭ2 и ТЭ3 применены фрикционные муфты автомобильного типа, идентичные по конструкции. В качестве примера на фиг. 200 показан в разрезе редуктор тепловоза ТЭ3. Редуктор холодильника тепловоза ТЭ1 снимается вместе с вентиляторным колесом, а у тепловозов ТЭ2 и ТЭ3 - с фрикционной муфтой. Перед разборкой редукторов при помощи индикатора измеряют боковой зазор между зубьями передачи и осевой разбег валов.



Фиг. 200. Редуктор привода вентилятора холодильника тепловоза ТЭ3: 1 - корпус; 2 - ведущая коническая шестерня; 3 - ведомая коническая шестерня; 4 - корпус подшипников вертикального вала; 5 - вертикальный вал; 6 - ведущий вал; 7 - ведомый вал; 8 - фрикционные диски; 9 - ведомый диск

фрикционной муфты; 10 - пробка для слива масла; 11 - масломер; 12 - смотровой люк; 13 - фонарь для наблюдения за поступлением масла в корпус; 14 - масляная труба

Зазор между зубьями шестерён при выбранных внутрь корпуса осевых разбегах вертикального и горизонтального валов должен быть не менее 0,1 мм у тепловозов ТЭ1 и 0,2 мм у тепловозов ТЭ2 и ТЭ3. Этот же зазор при выбранных наружу корпуса осевых разбегах валов должен иметь величину не более 0,35 мм у тепловозов ТЭ1 и 0,55 мм у тепловозов ТЭ2 и ТЭ3. Осевой разбег ведущего вала тепловозов ТЭ1 должен находиться в пределах 0,07-0,12 мм. Величина измеренных зазоров должна быть учтена при последующей сборке, а регулировочные прокладки прессыковки карданного вала привода обязательно сохранены.

У редуктора тепловозов ТЭ1 В первую очередь спрессовывают С ведомого (вертикального) вала при помощи съёмника вентиляторное колесо. Затем после отвёртывания болтов комплектно вынимают корпус подшипника с крышкой, ведомый вал с верхними подшипниками, шестерней и внутренним кольцом нижнего роликового подшипника. В случае замены шестерни и шариковых подшипников весь узел ведомого вала разбирают. Наружное кольцо с сепаратором нижнего подшипника можно удалить из корпуса после отвёртывания болтов и снятия фланца, прижимающего кольцо к корпусу.

Ведущий (горизонтальный) вал вынимают из корпуса вместе с втулкой и подшипниками, для чего необходимо отвернуть укрепляющие болты и гайку, снять замочную шайбу и спрессовать вал с шестерни, которая при этом остаётся в корпусе и может быть вынута оттуда через верхнее отверстие.

У тепловозов ТЭ2 и ТЭ3 вначале разбирают фрикционную муфту. Отвёртывают гайки, укрепляющие верхнюю крышку, после чего вертикальный вал выпрессовывают из корпуса вместе с подшипниками и их корпусом. Далее выпрессовывают приводную муфту ведущего вала, отвёртывают гайки, укрепляющие крышку и втулку со стороны двигателя, отвёртывают гайку, крепящую внутреннее кольцо подшипника, и ведущий вал (внутренний) вынимают из ведомого, который после разборки фланцевых соединений выпрессовывают в сторону фрикционной муфты.

Ремонт редуктора и привода вентилятора холодильника тепловозов ТЭ1. Сборка редуктора и его испытание

У корпуса редуктора заваривают холодным способом имеющиеся трещины и приваривают отломанные лапы.

Ослабшие в постановке конические шестерни и подшипники качения при текущем ремонте ставят на место в подогретом состоянии (в масле); для шестерён до 170-190° и для подшипников до 80-100° с предварительной металлизацией или электроискровой обработкой посадочных мест валов. Повреждённую резьбу на концах валов восстанавливают наплавкой. Шпонки у ослабших в постановке шестерён обязательно заменяют. Разработанные гнёзда для шпонок наплавляют и фрезеруют вновь в другом месте. Биение ведущего и ведомого валов по всей длине при проверке на станке допускается не более 0,05 мм. При заводском ремонте валы с такими дефектами заменяют новыми.

Шестерни, имеющие износ выше нормы, излом зубьев или групповые язвы (питтинги) на рабочей стороне зуба, заменяют. При текущем ремонте допускается оставлять для дальнейшей работы шестерни с вмятинами на каждом зубе глубиной до 0,4 мм и площадью до 50 мм<sup>2</sup>, а также выкрошенное место, если оно отстоит от торца зубьев на расстоянии не более 10 мм.

Шариковые и роликовые подшипники, имеющие диаметральный зазор больше нормы, заменяют, причём между наружным кольцом подшипников и посадочным местом должен быть зазор в пределах 0,00-0,06 мм. Защемление подшипника не допускается. Разрешается растачивать гнездо нижнего подшипника и в расточенное место устанавливать с натягом втулку толщиной не менее 2,5 мм.

Сборка редуктора осуществляется с проверкой зацепления конических шестерён. Для этого ещё до посадки шестерён используют оправку 7 и контрольный стержень 10 (фиг. 202). Оправку 7 нижней частью плотно вставляют в гнездо А нижнего роликового подшипника, а контрольный стержень 10 - между проставочным кольцом 6 и выступом Б оправки. Расстояние между торцом проставочного кольца и осью оправки, а следовательно и осью вертикального вала редуктора должно составлять 105 мм. Это расстояние регулируют толщиной проставочного кольца 6 и прокладок 4.

Регулирование осевого разбега горизонтального вала 1 производится прокладками 3. Нормальный осевой разбег этого вала, как указано выше, должен находиться в пределах 0,07-0,12 мм и измеряется при помощи индикатора, подводимого к торцу вала 1.

Боковой зазор между зубьями определяется при помощи крестовины, надеваемой на конусный конец вала В и индикатора, прикрепляемого к крышке 2 редуктора. При выбранных внутрь корпуса осевых разбегах горизонтального и вертикального валов боковой зазор между зубьями должен быть не менее 0,10 мм, а при выбранных осевых разбегах наружу корпуса - не более 0,35 мм. Зазор измеряется на радиусе крестовины, равном 76 мм, и регулируется прокладками 9 (фиг. 202), закладываемыми между корпусом редуктора 5 и корпусом шарикового подшипника 8 вертикального вала. Толщина прокладки в 0,1 мм соответствует изменению зазора на 0,05 мм. Валы привода с ослабшими в местах посадки зубчатыми соединительными муфтами и шарикоподшипниками ремонтируют путем металлизации или электроискровой обработки. У заменяемых зубчатых муфт зазор между зубьями устанавливается 0,1-0,28 мм. При текущем ремонте разрешается оставлять в работе зубчатые муфты, имеющие износ зубьев по толщине до 50% против чертёжного размера. Болты, соединяющие фланцы зубчатых муфт, вставляют на свои места с плотной посадкой. При слабине подшипников в корпусе выносного подшипника, в отводке или в шкиве посадочные места растачивают и в них запрессовывают втулки соответствующего размера.

При заводском ремонте зубчатые муфты и валы, имеющие износ в местах их посадки, а также в местах насадки подшипников качения, заменяют.

Ведущие диски и венцы фрикционной муфты, зубья которых имеют износ более 45% против

чертёжного размера, заменяют при всех видах текущего ремонта. Диски проверяют на коробление по плите; коробление и непараллельность плоскостей допускается не более 0,2 мм.

У фрикционной муфты поломанные отжимные пружины, сработанные по толщине выше предела, фрикционные диски, ослабшие заклёпки, изношенные валики и ролики заменяют. Пружины, получившие остаточную деформацию, восстанавливают до первоначальной высоты термообработкой. Разрешается при текущем ремонте использовать для дальнейшей работы диски с толщиной, уменьшенной на 2,5 мм против чертёжного размера. В собранном состоянии между роликами и кольцом нажимного диска у включённого привода зазор не допускается.

У правильно отрегулированной муфты при подвешивании груза в 50 кг на рычаге с плечом от оси вала 1 000 мм муфта должна проскальзывать, а при грузе в 45 кг - проскальзывания не должно быть. Регулирование (увеличение) нажатия осуществляется поворотом крестовины по часовой стрелке и установкой фиксирующего штифта. При выключенном приводе между ведущим и нажимным дисками должен быть зазор по всей окружности.

Привод вместе с редуктором и крыльчаткой в условиях завода и мастерских испытывают на стенде (фиг. 204). Во время испытания редуктор должен издавать звук высокого тона. Для приведения в действие привода применяется электродвигатель.

### **7.1.2. Ремонт теплообмінювачів на 11, 12 квітня**

Для охлаждения воды, масла двигателя, наддувочного воздуха, масла в системе гидравлической передачи чаще всего используются поверхностные сборные трубчато-ребристые, компактные профильно-пластинчатые и гладкотрубные теплообменники, основные типы которых представлены на рис. 2.3, б; 2.5, г; 2.6; 2.7; 2.9; 2.10; 2.11 (смотрите предыдущие лекции).

В качестве рабочей среды для охлаждения дизеля используется вода с умеренной (до 85–90°C) и повышенной температурой (до 130°C) на выходе из рубашки двигателя.

Наибольшее распространение получил первый вариант с умеренным нагреванием воды в рубашке до 85–90°C. Дальнейшие исследования помогут выявить эффективность использования высокотемпературного охлаждения дизелей. По-видимому, не исключена возможность применения в системе охлаждения, кроме воды, высокотемпературных теплоносителей с низкой температурой застывания.

Для охлаждения воды в системе дизельной установки используется атмосферный воздух при принудительной его циркуляции через поверхность трубчато-ребристого холодильника (рис. 2.11, б). Эффективность работы этих теплообменников зависит от равномерности распределения потоков воды и воздуха по поверхности теплообмена. Для охлаждения масла в системе маслоснабжения тепловоза предусматривается самостоятельный контур с индивидуальным теплообменником. Охлаждающей средой является вода, выходящая из воздушного холодильника. В некоторых случаях охлаждение масла осуществляется воздухом в специально выделенных секциях охладителя воды.

Известно, что коэффициент теплообмена со стороны масла во много раз меньше, чем его значение от теплопередающей поверхности к воде, поэтому конструкция теплообменника должна предусматривать интенсификацию теплообмена или увеличение поверхности со стороны масла. Если поток масла течет в трубах, то турбулизацию этого потока можно осуществить путем установки завихряющих ставок или накатного оребрения. Один из вариантов внутреннего оребрения показан на (рис. 2.11, в).

При движении масла с наружной стороны труб тепловой поток чаще всего увеличивают созданием развитой поверхности, для чего предусматривается плоскопластинчатое или накатное оребрение с одновременным увеличением скорости потока в межтрубном пространстве путем сооружения соответствующих перегородок. Кроме теплообменника, предназначенного для охлаждения масла, на тепловозе предусматривается и теплообменник для его подогрева в зимних условиях при неработающем дизеле. Конструкция такого теплообменника должна быть аналогична конструкции холодильника.

Для охлаждения наддувочного воздуха используются трубчатые теплообменники с развитой и турбулизирующей поверхностью с воздушной стороны. Они должны иметь минимальные габаритные размеры, но обеспечивать охлаждение воздуха до заданной температуры, обладать герметичностью с целью предотвращения попадания охлаждающей воды в воздух. Предпочтение отдается теплообменникам из круглых труб с накатным или проволочным оребрением.

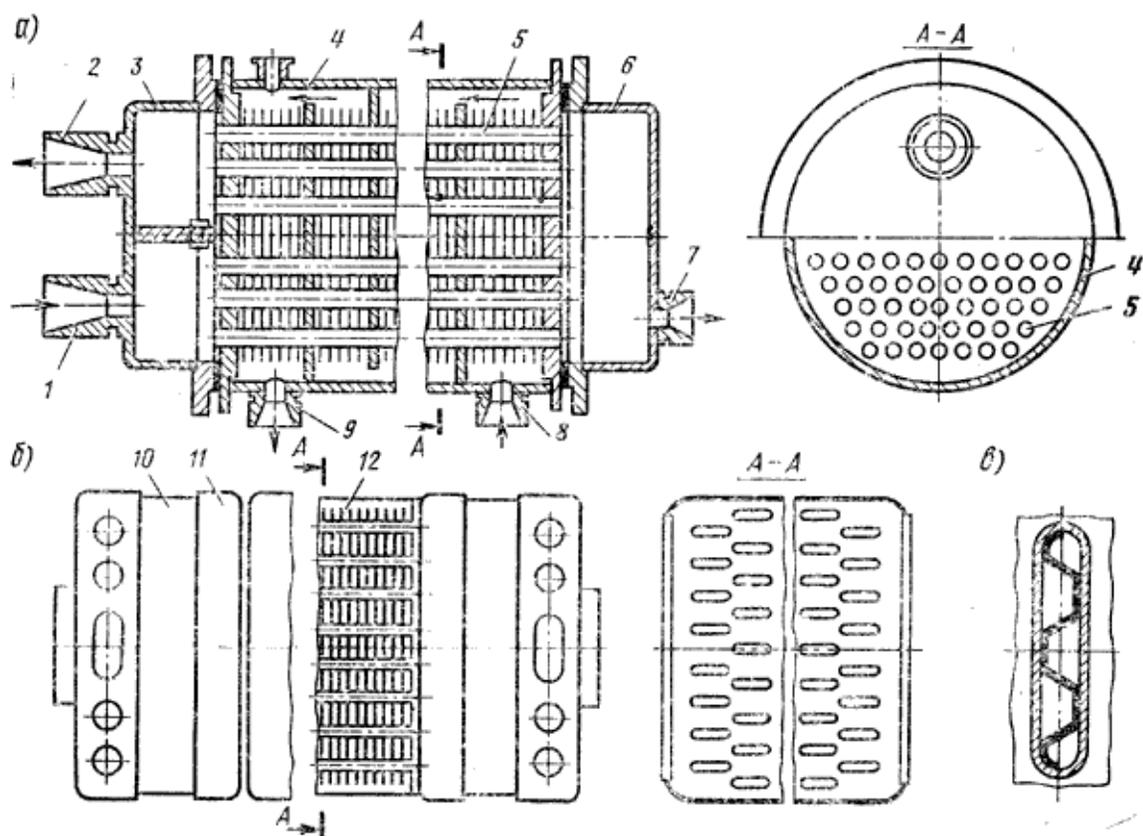


Рис. 2.11 – Некоторые типы теплообменников, устанавливаемых на тепловозах: а – топливоподогреватель; б – ребристая секция для охлаждения воды и масла; в – плоская труба с наружным и внутренним оребрением; 1, 2 – патрубки для подвода и отвода воды; 3, 6 – крышки; 4 – корпус; 5 – круглые трубы со сплошным пластинчатым оребрением; 7 – патрубок для слива воды; 8, 9 – патрубки для входа и выхода топлива; 10 – коллектор; 11 – коробка с трубной решеткой; 12 – плоские трубы со сплошным пластинчатым оребрением

В топливных системах тепловозов предусматривается установка теплообменников для подогрева топлива. Температура топлива в расходном баке в холодное время года должна быть не менее  $35\text{--}55^\circ\text{C}$ , так как при низкой температуре увеличивается вязкость топлива, выделяются парафинистые вещества, которые засоряют трубопроводы, арматуру и особенно фильтры. Подогрев циркулирующего в контуре топлива осуществляется горячей водой из системы охлаждения дизеля в теплообменниках с развитой поверхностью теплообмена (рис. 2.11, а) или с турбулизаторами со стороны топлива.

В некоторых случаях осуществляется подогрев всей массы топлива, находящегося в баке, горячей водой из системы охлаждения дизеля через гладкотрубный змеевик. Температура топлива зависит от количества поступающей в змеевик воды. В летнее время топливоподогреватель отключается от контура охлаждения дизеля.

Известно, что работа дизеля тепловоза в зависимости от нагрузки и климатических условий может

изменяться в течение суток, месяца, года, следовательно, и тепловой режим теплообменников в этой системе будет несинхронно переменным. Поэтому, кроме компактности, малой металлоемкости, удобства монтажа и ремонта, эти теплообменники должны быть надежными в работе при переменных температурах теплоносителей, при непрерывных вибрациях и сотрясениях. Не все имеющиеся конструкции теплообменников удовлетворяют этим (и особенно последнему) требованиям. Например, секции воздушных холодильников, служащие для охлаждения масла дизеля, работают (особенно зимой) недостаточно надежно. Наблюдаются выходы из строя секции из-за местного застывания масла, что вызывает неравномерные тепловые удлинения трубок, деформацию мест крепления их в трубных решетках.

В водомасляных теплообменниках этот недостаток исключается, правда, неполностью. Кроме того, водомасляные теплообменники требуют меньше ухода и ремонта, в них можно осуществить более гибкое регулирование температуры при изменении режима работы двигателя. Этот пример показывает, что необходимо изыскивать методы повышения надежности в работе, улучшения конструкции и схемы включения элементов аппаратов, выбирать соответствующую охлаждающую среду.

Каждый теплообменник и всю систему в целом рассчитывают как на оптимальные, так и на экстремальные условия с обязательным выполнением тепловых, аэродинамических (гидравлических) и механических расчетов наиболее ответственных узлов аппарата. При оценке экономичности всей системы охлаждения необходимо учитывать режимы работы тепловоза и изменение климатических условий.

Выбор теплообменника

Страница 11 из 22

Содержание лекции:

Теплообменные аппараты (теплообменники)

Классификация теплообменных аппаратов

Характеристика теплоносителей

Змеевиковые теплообменники

Кожухотрубчатые теплообменники

Секционные теплообменники

Трубчатые ребристые теплообменники

Спиральные теплообменники

Пластинчатые теплообменники

Прокатно-сварные теплообменники

Особенности работы теплообменников

Выбор теплообменника

Расчет рекуперативных теплообменников (часть 1)

Расчет рекуперативных теплообменников (часть 2)

Рекуперативные теплообменные аппараты периодического действия

Регенеративные теплообменники

Смесительные теплообменные аппараты

Расчет скруббера

Теплообменники с двухфазными теплоносителями в режиме псевдооживления

Материалы для теплообменных аппаратов

Принципы компоновки теплообменных аппаратов

Гидравлический расчет теплообменного аппарата и контура

Расчет на прочность элементов теплообменных аппаратов

Теплообменник должен обеспечивать необходимую тепловую производительность; его конструкция, система регулирования теплового режима и гидравлическое сопротивление должны удовлетворять требованиям технологического процесса, в цикл которого он включен. Наиболее предпочтительным будет компактный, имеющий малую массу, дешевый, надежный в эксплуатации, малозасоряемый, доступный для осмотра, ревизии, очистки и ремонта аппарат.

Материал для поверхности теплообмена и узлов аппарата выбирают из условий необходимости длительной эксплуатации при заданных температурах, физических и химических свойствах, а также токсичности теплоносителей. Материал должен обладать достаточной теплопроводностью, высокой устойчивостью против химической и температурной коррозии, а также прочностью.

Не всегда представляется возможным выбрать конструкцию аппарата, удовлетворяющую всем требованиям. Иногда приходится отдавать предпочтение преобладающим факторам, например устойчивости работы теплообменника при высоких температурах или в среде агрессивных сред, а в транспортных установках – его компактности, малой массе и малой засоряемости.

Выбор оптимального варианта из предварительно обоснованной группы теплообменников производится методом сравнения. Технико-экономические сравнения возможных вариантов базируются на тепловых, гидравлических и прочностных расчетах теплообменников. Если в качестве теплоносителей с обеих сторон поверхности теплообмена используются жидкости или пар и жидкость, целесообразно выбирать двух- или многотрубные секционные теплообменники. При большой поверхности теплообмена (большой тепловой производительности) для этих же теплоносителей должны быть использованы кожухотрубчатые аппараты.

Для двух газовых теплоносителей применяются плоскопластинчатые, штампованно- и ребристопластинчатые, а также кожухотрубчатые теплообменники с гладкими и оребренными трубами.

Химически агрессивные среды при небольшой тепловой производительности целесообразно нагревать или охлаждать в оросительных, погружных и рубашечных теплообменниках.

Для теплоносителей с разными теплофизическими свойствами, существенно отличающимися коэффициентами теплоотдачи рекомендуются трубчатые ребристые как с высокими, так и с низкими ребрами, плавниковые, пластинчаторебристые и штампованные поверхности.

На железнодорожном и автомобильном транспорте, в авиации, а также в криогенных системах необходимо создавать высокоэффективные процессы нагрева или охлаждения при минимальных размерах и массе теплообменника. Этим требованиям могут удовлетворить только волнистопластинчатые, ребристопластинчатые, труборебристые с низкими ребрами аппараты.

Изложенные рекомендации по выбору теплообменника не являются категорическими предписаниями. По-видимому, во всех тех случаях, когда это допустимо технологией процесса нагревания или охлаждения, необходимо выбирать наиболее простые по конструкции, наиболее дешевые по материалам и менее металлоемкие аппараты. Характеристика рекуперативных теплообменных аппаратов приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика рекуперативных теплообменных аппаратов

Тип теплообменного аппарата	Допускаемое давление, $P \cdot 10^{-2}$ Па		Допускаемая скорость потока					Компактность и металлоемкость	
	в трубах, в каналах	в межтрубном пространстве, в каналах	пара на входе в аппарат $\omega$ , м/с	жидкости		массовая чистых газов (воздуха)		Поверхность в единице объема теплообменника, $m^2/m^3$	Масса $1 m^3$ поверхности теплообмена, кг
				в трубах, в каналах $\omega$ , м/с	в межтрубном пространстве $\omega$ , м/с	в трубах, в каналах $\rho \omega$ , кг/( $m^2 \cdot c$ )	в межтрубном пространстве $\rho \omega$ , кг/( $m^2 \cdot c$ )		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Погружные змеевиковые	5—40	3—16	25—50	$\leq 1^*$ 1,0—3,0	$\leq 0,5^*$ 1,0—2,0	—	9—10	4—12	70—120
Оросительные	2—10	1	$\leq 25$	$\leq 2$	—	—	—	3—6	45—60
Кожухотрубчатые с гладкими трубами	2,5—30	0,04—10,0	30—50 <sup>o</sup> 50—75 <sup>o</sup> 100—200 <sup>o</sup> <sup>o</sup>	$\leq 1^*$ $\leq 2,5$	$\leq 0,5^*$ $\leq 1,5$	9—20	9—15	20—100	35—80
Кожухотрубчатые и секционные многотрубчатые с близкими радиальными ребрами	2,5—20	$\leq 10$	30—75	$\leq 1^*$ $\leq 2,5$	$\leq 0,5^*$ $\leq 1,5$	—	9—10	40—130	40—80
Секционные многотрубчатые	$\leq 30$	$\leq 30$	30—75	$\leq 1^*$ $\leq 3$	$\leq 2$	—	—	20—80	70—100
Секционные двухтрубчатые («труба в трубе»)	$\leq 50$	$\leq 30$	30—75	$\leq 3$	$\leq 3$	—	—	4—15	60—200
Гладкотрубчатый пучок с поперечным обтеканием наружной поверхности труб, $d=6-10$ мм (шахматное и коридорное расположение труб)	$\leq 30$	1,1—2,0	—	$\leq 3$	$\leq 2$	15—20	9—10	50—100	30—60
Трубчатые: чугунные ребристые чугунные игольчатые стальные с напрессованными и припаянными ребрами с проволочным оребрением	$\leq 15$ $\leq 1,1$ $\leq 20$ $\leq 15$	$\leq 1,05$ $\leq 1,05$ $\leq 3$ $\leq 6$	— — —	$\leq 2$ $\leq 3$ $\leq 2$	— — $< 1$	— 4—15 $\leq 15$ —	$\leq 2$ 0,15—2 $\leq 2$ $< 15$	50—70** $\leq 8$ 200—600 180—300	35—45** 100—160 — 6—10
Спиральные	$< 10$	$< 10$	$\leq 25$	$< 2$	$< 2$	$< 10$	$< 10$	40—80	25—60
Пластинчатые: гладкопластинчатые из штампованных пластин ребристо-пластинчатые	1,04 $< 10$ $< 10$	1,04 $< 10$ —	— — —	$\leq 1$ $\leq 2$	— —	$\leq 12$ $\leq 30$ $\leq 20$	$< 12$ $\leq 30$ $\leq 20$	150—300 400—800 800—1800	5—15 3—6 2—4