

ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ ТРУБНЫХ ПАКЕТОВ СЕКЦИЙ РАДИАТОРОВ ТЕПЛОВОЗОВ В ХК «ЛУГАНСКТЕПЛОВОЗ»

Г. Г. БАСОВ, канд. техн. наук, А. Н. ТКАЧЕНКО, А. А. СКОРОДУМОВ, Н. П. ЕФИМОВА, инженеры
(ХК «Лугансктепловоз», Украина)

Рассмотрена конструкция трубного пакета секций радиатора, описана технология его изготовления на специализированном оборудовании и определена перспектива усовершенствования процесса спекания.

Ключевые слова: спекание, пайка, растекание припоя, смачиваемость припоем, камера, конвейер, автомат, флюс, газовая сварка, испытание, мощность, флюсование

ХК «Лугансктепловоз» — головное предприятие по выпуску секций радиаторов локомотивов всех серий, а также других машин и механизмов. Секции радиаторов являются основными элементами водяной системы тепловоза, обеспечивающей охлаждение дизеля, наддувочного воздуха и масла. Производственные мощности предприятия рассчитаны на годовой выпуск 160...170 тыс. секций различных модификаций (нагревательных, охлаждающих, калориферов, а также секций с турбулизацией). Технология их изготовления весьма сложна и разнообразна, она определяется конструктивными особенностями отдельных элементов секций (значительным количеством соединительных элементов и небольшим расстоянием между ними), а также сочетанием материалов медь-латунь-сталь (различные физико-химические свойства).

Наиболее распространенной моделью водовоздушного радиатора является секция высотой 1413 мм, шириной 153 мм, глубиной 203 мм. Практически все модификации радиаторных секций имеют типовую конструкцию, однако отличаются друг от друга шагом расположения пластин, сечением трубок, габаритными размерами и общей массой. Основным элементом секции водяного радиатора (рис. 1) является трубный пакет (1220×151×91 мм), состоящий из двух полупакетов [1]. Полупакет представляет собой набор медных рельефных охлаждающих пластин 9 надетых на плоскооформленные трубки 7, концы которых вставлены и припаяны в отверстия решеток трубных коробок 2 из меди МЗ. Подвод воды к трубкам и крепление секций производятся стальными коллекторами 1, припаянными к трубным коробкам 2 твердым припоем. Для удобства в работе и безопасной эксплуатации секций в процессе производства охлаждающие пластины с двух сторон закрыты боковыми щитками 10.

Охлаждающая трубка 7 длиной 1220 мм, сечением 19×2,2×0,55 мм, изготовленная из латуни Л96, служит для охлаждения проходящей по ней жидкости и имеет контакт с охлаждающей пластиной 9, и чем он лучше, тем эффективнее работа радиаторной секции. На поверхность трубки на-

носится слой припоя ПОССу 40-2 толщиной 0,03...0,04 мм. При пайке трубок с охлаждающей пластиной методом «окуривания» слой припоя на нее предварительно не наносится. Концы трубки на длине 8⁺² мм от торца не лудят, поскольку взаимодействие твердого и мягкого припоя ухудшает качество паяемого шва [2].

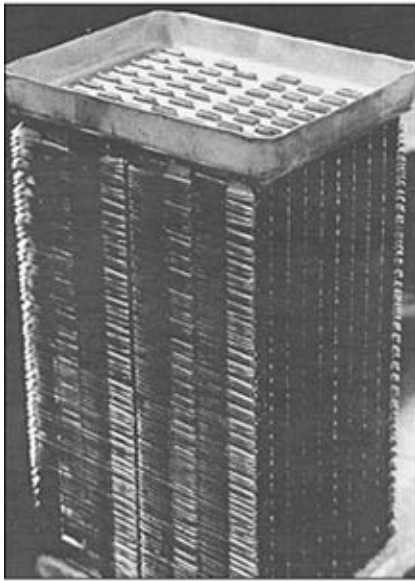
Трубная коробка 2 представляет собой клепаную медную конструкцию в виде короба с отбуртовкой 25 мм по всему периметру, она имеет габаритные размеры 203×153 мм. В трубной коробке группируются все концы охлаждающих трубок, которые выступают из нее на высоту 3,5^{+1,5}_{-1,0} мм. Высота трубной коробки 25 мм выбрана таковой с целью стыковки со стальным коллектором, ликвидации всех погрешностей при сборке и сохранения основного базового размера 1356 мм при сборке холодильной камеры тепловоза.

Усилительная доска 4 представляет собой медный лист толщиной 3 мм размером 192×142 мм. Она имеет отверстия для прохождения радиаторной трубки и предохраняет ванну расплавленного припоя от вытекания из трубной коробки. Усилительная доска является также «защитным экраном», препятствующим распространению тепла на охлаждающие трубки. Доска крепится к трубной коробке посредством 20 медных заклепок 3 диаметром 0,4 мм. Крепление осуществляется в штампе.

Полоса 6 — это тонкая пластина толщиной 0,6 мм и длиной 1240 мм, которая обеспечивает жесткость трубного пакета.

Концевые пластины 5 толщиной 0,4 мм из латуни ПЭЗ размером 149×82 мм служат для скрепления двух полупакетов в единый узел. Концевые пластины, устанавливаемые в пакетах, накрываются трубной коробкой, имеющей отверстия для трубок и полос. Каждый полупакет закрепляется четырьмя полосами и двумя концевыми пластинами.

Охлаждающая пластина 9 является основным теплоносителем в радиаторной секции и служит для отвода тепла в атмосферу. Количество охлаждающих пластин в пакете составляет 519 шт., но это количество может быть изменено в зависимости от конструкции радиатора. Пластина, имеющая габаритные размеры 151×91 мм, изготовлена из ленты НДМЗП (0,09×95 мм). Для улучшения



а

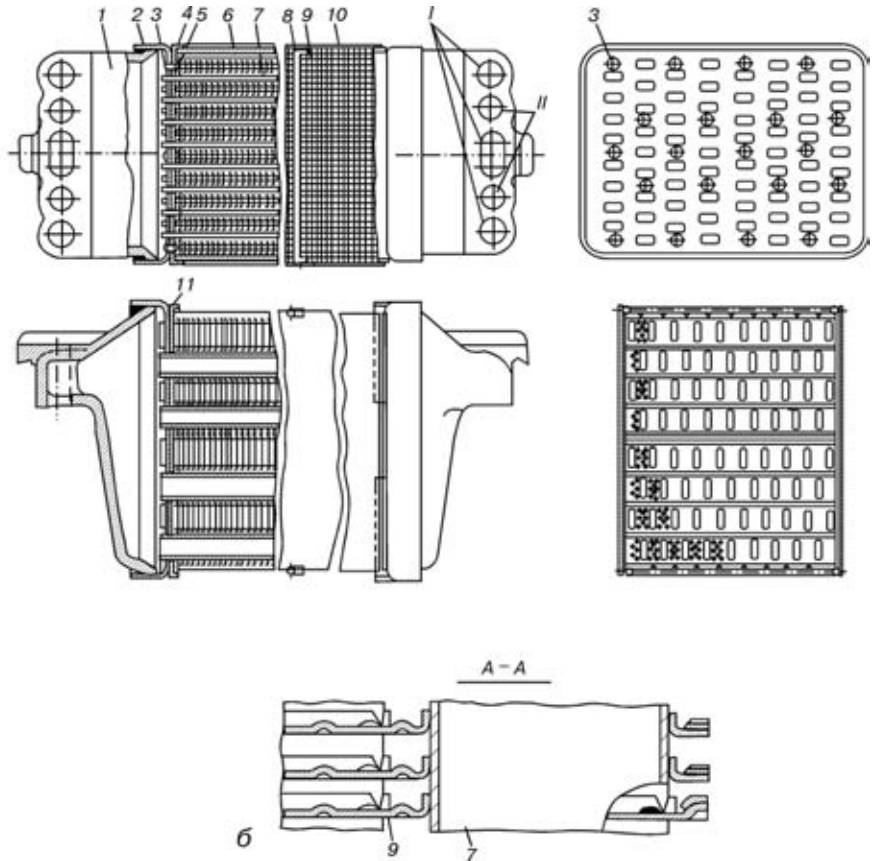


Рис. 1. Внешний вид (а) и схема сечения водяного радиатора (б): 1 — коллектор; 2 — трубная коробка; 3 — заклепка; 4 — усиливающая доска; 5 — концевая пластина; 6 — полоса; 7 — охлаждающая трубка; 8 — пруток; 9 — охлаждающая пластина; 10 — боковой щиток; 11 — ободок; I, II — отверстия соответственно для прохода воды и крепления шпилек сечения к коллектору холодильной камеры

отвода тепла в атмосферу она имеет на поверхности ряд гофров в виде отдельных отштампованных точек. В зависимости от конструкции радиатора, конструкция пластины может быть изменена. Изготавливаются пластины в автомате для набора полупакетов секций радиаторов. В пластине выштамповываются отверстия для трубок и полос. Шаг

расположения пластин на водяных секциях составляет 2,30 и 2,83 мм, на масляных — 3,28 мм.

С учетом сложности технологии изготовления секции радиаторов их производство разделено на три этапа: спекание трубного пакета секции; изготовление радиаторов на сборочном конвейере; контроль секций на конвейере окончательной сдачи.

Рассмотрим первый этап. Спекание трубного пакета радиатора трубного пакета начинается на участке, где на специализированном автомате происходит набор полупакетов (рис. 2). На сборочный участок в специальной таре подаются охлаждающие трубки определенной длины с луженой поверхностью и бухта ленты для изготовления охлаждающих пластин, которая заправляется в автомат. В автомате устанавливается специальная кассета, в отверстиях которой закреплено 34 охлаждающие трубки. При включении автомата заготовка пластины механически отрезается, штампуется, в ней пробиваются отверстия. Затем охлаждающие пластины с заданным шагом насаживаются на трубки. Автоматы набора полупакетов бывают разные (в зависимости от сечения трубки). Благодаря такой конструкции автоматов с механическим приводом стало возможным повысить производительность труда и улучшить условия работы оператора. После набора на трубки 519 охлаждающих пластин полупакет достигает высоты 1196 мм, затем автомат выключается, а полупакет снимается с кассеты и укладывается в специальную тару. Тара с полупакетами передается на участок,

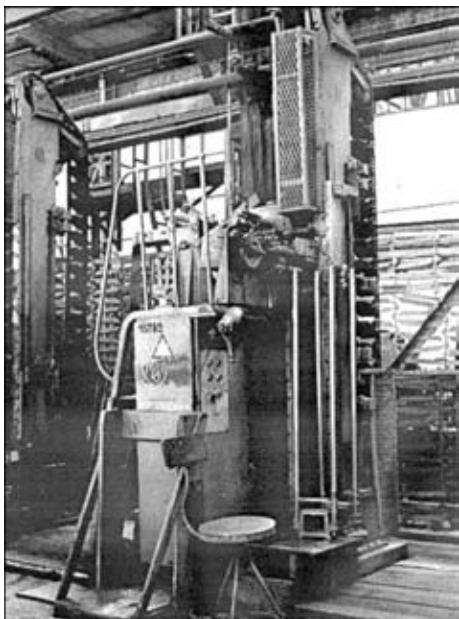


Рис. 2. Автомат для набора полупакетов секций радиаторов

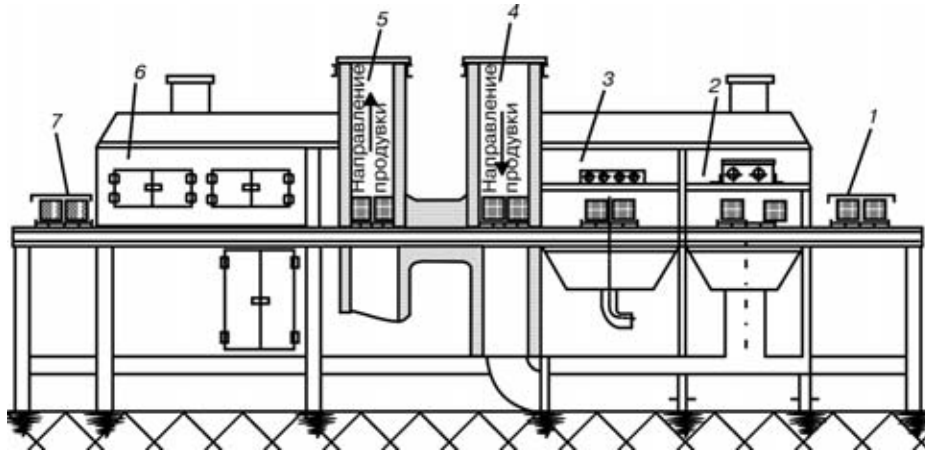


Рис. 3. Схема печи спекания трубных пакетов (существующая): 1 — позиция загрузки; 2 — камера флюсования; 3 — камера продувки; 4 — камера предварительного подогрева; 5 — камера пайки; 6 — камера охлаждения; 7 — позиция разгрузки

где происходит сборка трубного пакета и установка боковых щитков. На этом участке два рабочих места — сборки трубного пакета и установки боковых щитков и их крепления. На первом рабочем месте на два полупакета набиваются концевые пластины, а в отверстия охлаждающих пластин протягиваются по четыре полосы для придания жесткости. Затем полупакеты соединяются между собой трубными коробками. После контроля шаблонами высоты выхода трубок из трубной коробки концы трубок развальцовываются специальным приспособлением. Второе рабочее место представляет собой специализированный стенд для установки боковых щитков и соединительных скоб, оборудованный прижимами и базовыми упорами. Приварка щитков и скоб производится на этом же стенде механизированной сваркой в защитном газе. После сборки трубный пакет укладывается в специальную тару и передается к печи спекания.

Механизированная газовая печь спекания трубных пакетов (рис. 3) представляет собой автоматическую линию для пайки охлаждающих пластин с радиаторными трубками. Перед запуском линии в работу необходимо выполнить ряд подготовительных операций: заправить ванну флюсования хлористым цинком; разжечь печь спекания; проверить работу конвейера линии на холостом ходу, а также в ручном и автоматическом режимах; включить подачу флюса и обдуть воздухом трубные пакеты; установить необходимый температурный режим и время выдержки для каждой технологической операции; подать тельфером на линию спекания два трубных пакета и установить их горизонтально в кассету; переключить линию на автоматический режим.

Пайка радиатора происходит путем разогрева потоком горячего воздуха, нагретого в специальной камере при помощи газовых горелок. Горячий воздух нагнетается вентилятором в различные камеры печи, где создается определенная температура, под действием которой слой припоя на трубке расплавляется и заполняет зазоры [3].

В процессе спекания два пакета, уложенные для загрузки (рис. 3, поз. 1) в кассету автоматически проходят через четыре камеры с выдержкой в каждой 3,5 мин. Камеры флюсования 2

и продувки 3 представляют собой закрытую объемную металлоконструкцию с дождевальной установкой. Раствор хлористого цинка из емкости закачивается центробежным насосом и подается в систему трубопроводов для дождевания. После чего включается пневмосистема, которая обдувает трубные пакеты воздухом. Остатки флюса стекают в поддон камеры флюсования и повторно используются в процессе флюсования. По истечении 3,5 мин пакеты перемещаются конвейером линии в камеру предварительного подогрева.

Камера предварительного подогрева 4 имеет футеровку для сохранения тепла и служит для разогрева трубных пакетов до температуры $(220 \pm 10)^\circ\text{C}$ воздухом, нагретым в отдельно стоящих топках, который нагнетается в камеру через вентиляционную систему.

Камера пайки 5 имеет конструкцию, аналогичную камере предварительного подогрева. В ней при температуре $(280 \pm 10)^\circ\text{C}$ припой расплавляется и затекает в зазоры. Затем комплект трубных пакетов передвигается в камеру охлаждения 6. Здесь трубные пакеты охлаждаются до температуры $80 \dots 100^\circ\text{C}$ продувкой воздухом с помощью вентилятора. Конструктивно камера охлаждения выполнена по такой же схеме, что и предыдущие. После остывания комплект радиаторов выходит из печи спекания.

При разгрузке (рис. 3, поз. 7) секции снимаются с помощью специального приспособления с кассеты и устанавливаются на контрольное рабочее место, где происходит проверка качества пайки охлаждающих пластин с трубками. Пустая кассета возвращается в первоначальное положение для повторной загрузки. Указанную проверку осуществляют на обеих наружных фронтальных поверхностях методом сдвига пластин пинцетом в трех сечениях — по середине и на расстоянии 60 мм от каждой трубной коробки. При этом пластины должны прочно удерживаться на трубках.

Автоматическую линию спекания трубных пакетов обслуживают четыре человека, полную замену флюса в емкости производят 4 раза в месяц, содержание железа в хлористом цинке допускается не более $0,07 \dots 0,08\%$.

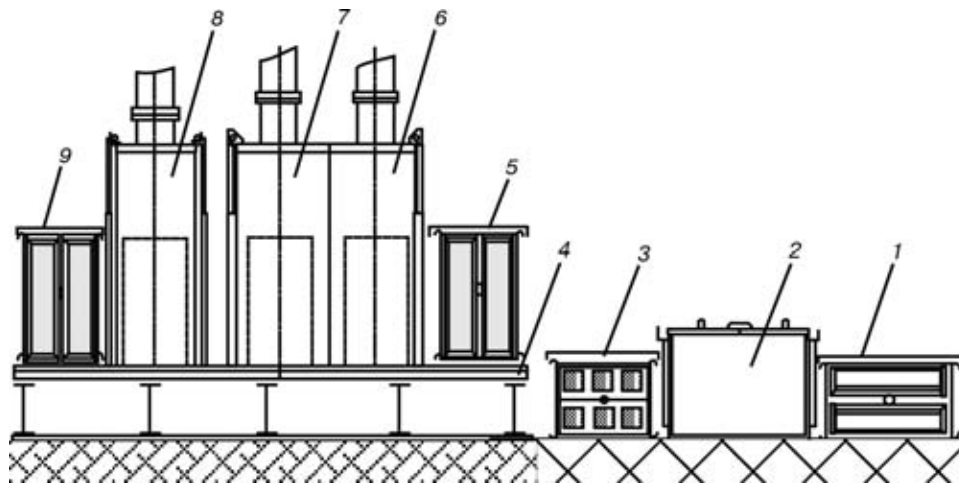


Рис. 4. Схема печи спекания трубных пакетов в вертикальном положении: 1 — позиция укладки в кассеты; 2 — ванна флюсования; 3 — позиция обдувки; 4 — конвейер печи; 5 — позиция загрузки; 6 — камера подогрева; 7 — камера пайки; 8 — камера продувки; 9 — позиция разгрузки

Рассмотренная выше технология спекания секций радиаторов в существующей печи обеспечивает получение необходимых теплотехнических параметров, которые соответствуют техническим требованиям. Однако при спекании в горизонтальном положении припой не полностью заполняет подготовленный зазор под пайку, что влечет снижение теплового контакта между трубкой и охлаждающей пластиной.

С целью достижения более высоких теплотехнических параметров и повышения качества изготовления радиаторных секций специалистами ХК «Лугансктепловоз» разработана новая конструкция печи спекания пакетов секций радиаторов, которая позволяет производить пайку секций в вертикальном положении, что обеспечивает более полное растекание припоя и заполнение паяемых зазоров. Следует отметить, что предложенная конструкция печи разработана таким образом, что сохраняется поточность прохождения радиатором технологического цикла печи горизонтального спекания. В качестве транспортирующих средств используются конвейер шагающего типа (рис. 4).

Одной из особенностей указанной печи является замена теплоносителя. Если в существующей печи нагрев воздуха для подогрева секций в процессе пайки проходит в результате сгорания природного газа, то в данной конструкции применены электрические тэны, которые создают более эффективный и равномерный нагрев изделия.

Внедрение технологии вертикального спекания повысит теплоотдачу радиаторной секции, а следовательно, улучшит работу дизеля, в результате чего увеличится межремонтный пробег локомотивов, что в свою очередь исключит затраты (153 тыс. грн) на проведение четырех плановых годовых ремонтов. Замена природного газа на более эффективный теплоноситель (электроэнергию) позволит получить экономический эффект 95 тыс. грн. В целом от внедрения технологии вертикального спекания секций радиаторов экономический эффект составит 248 тыс. грн.

1. *Тепловоз ТЭ10М. Руководство по эксплуатации.* — М.: Транспорт, 1985. — 421 с.
2. *Хрятин В. Е. Справочник паяльщика.* — М.: Машиностроение, 1981. — 394 с.
3. *Справочник по пайке / Под ред. И. Е. Петрунина.* — М.: Машиностроение, 1984. — 400 с.

The paper deals with design of a tube bank of radiator sections, describes the technology of its fabrication in specialized equipment and outlines the prospects for improvement of the sintering process.

Поступила в редакцию 29.05.2003