

Пайку инструмента можно производить, используя различные методы нагрева. Наиболее распространен высокочастотный нагрев инструментов под пайку.

Некоторое количество инструментов паяют погружением в ванну с расплавленным припоем, находящимся под слоем флюса. Небольшое количество инструментов паяют в соляных ваннах, электропечах, электродоуконтактным способом и с помощью газовой горелки.

Наиболее перспективным способом следует считать пайку при высокочастотном нагреве, при котором в процессе нагрева возможно непрерывное визуальное наблюдение и доступ к инструменту.

При пайке погружением инструмента в ванну с расплавленным припоем твердосплавные пластины испытывают термоудар при высоких температурах, который, как будет показано ниже, весьма нежелателен. Пайка в соляных ваннах связана с тяжелыми и вредными условиями труда и не обеспечивает высокого качества инструмента.

Пайка в электропечах без защитной атмосферы допустима, но сопряжена обычно с рядом трудностей, обусловленных невозможностью визуального наблюдения за инструментом в процессе пайки и отсутствием доступа к Инструменту, находящемуся в горячей зоне печи. В электропечах с защитной атмосферой с успехом паяют мелкий инструмент с предварительно закрепленными в гнездах пластинами твердого сплава. Пайка крупногабаритных инструментов (например, коронок для пневмоударного бурения диаметром более 100 мм) в таких печах при существующем уровне технологии, по-видимому, нерациональна.

Электродоуконтактный способ может быть реализован при пайке инструмента с небольшой площадью паяного шва.

Пайка газовой горелкой, предназначенной для сварки металлов, не может быть рекомендована, так как при этом создаются местные перегревы, которые отрицательно влияют на качество инструмента. В некоторых случаях газовые горелки используют для пайки вследствие отсутствия другого оборудования, например в геологоразведочных партиях, находящихся в полевых условиях. Нагрев под пайку должен проводиться медленно с тем, чтобы обеспечить сохранение исходных свойств твердого сплава, равномерный прогрев паяемых поверхностей и корпуса инструмента. Быстрый нагрев пластин из твердых сплавов вызывает неравномерное распределение температур в объеме изделия. Участки твердосплавной пластины, нагретые до более высоких температур, стремятся расшириться, а участки изделия, имеющие меньшую температуру, препятствуют этому. При высоких температурах в твердосплавной пластине возможны остаточные деформации, вызванные неравномерным нагревом. Остаточные деформации после охлаждения твердосплавной пластины вызовут остаточные напряжения. Пластины, имеющие остаточные напряжения, имеют пониженную эксплуатационную прочность при циклических нагрузках. Неравномерный нагрев инструмента под пайку может не только вызвать в твердом сплаве остаточные напряжения, но и создать предпосылки получения паяного шва неудовлетворительного

качества. Здесь могут быть два одинаково неблагоприятных случая. Либо расплавленный припой затекает в паяльный паз, у которого температура поверхности ниже ликвидуса припоя, последний не успевая взаимодействовать с ней, затвердевает. При этом образуются непропаи, а прочность паяного шва получается пониженной.

Если некоторые участки поверхностей, подлежащих пайке, имеют температуру, значительно превышающую температуру ликвидуса припоя, то при использовании в качестве припоев латуней происходит их обеднение цинком и нестабильность свойств паяного шва.

Кроме того, неравномерный нагрев корпуса инструмента и непостоянство режимов нагрева вызывают различное изменение размеров отдельных его участков при охлаждении инструмента. Нестабильный режим деформирования паяного соединения, особенно если операция пайки совмещена с операцией термообработки, приводит к непостоянству схем напряженного состояния твердого сплава и в конечном счете к нестабильности качества инструмента.

Ориентировочное время нагрева инструмента под пайку, обеспечивающее достаточно равномерный нагрев и возможность совмещения операции термообработки стального корпуса инструмента с операцией пайки, показано ниже, мин:

Токарные резцы

1,5—5*

Перфораторные коронки диаметром 40 мм

10**

Коронки для пневмоударников диаметром 105 и 155 мм

20—30**

* При частоте тока 60—70 кгц.

** При частоте тока 2,5—8 кгц.

В практике работы предприятий, изготавливающих твердосплавный паяный инструмент, неравномерный нагрев при пайке на высокочастотных установках является главным образом следствием двух причин: повышения производительности труда на операции пайки за счет сокращения времени нагрева инструмента вместо использования многоместных индукторов и использования высокочастотных установок с частотой, превышающей оптимальную.

Исследования, свидетельствуют о том, что электромагнитная волна при высокочастотном нагреве наводит индукционные токи и выделяет энергию главным образом в наружном слое металлов.

Большая глубина проникновения тока в горячую сталь обусловлена ее переходом в немагнитное состояние. После нагрева до температуры, превышающей точку Кюри, магнитная проницаемость стали резко уменьшается и становится равной единице.

При нагреве инструмента под пайку током высокой частоты на острых углах пластины твердого сплава будет выделяться больше тепловой энергии, чем на остальных частях пластин. Неравномерность нагрева будет увеличиваться при увеличении частоты тока.

Температура точки Кюри у сплавов ВК8 и Т15К6 выше, чем у стали, и составляет соответственно 890 и 975°С, а теплопроводность сплава Т15К6 почти вдвое ниже, чем у стали 45, поэтому можно ожидать, что в твердом сплаве Т15К6 будут при нагреве значительно большие градиенты, чем у стали.

Для пайки твердых сплавов различных марок на заводах используют одну и ту же высокочастотную установку, поэтому при выборе ее следует ориентироваться на наиболее неблагоприятные условия.

Большие температурные градиенты отрицательно влияют на эксплуатационную прочность твердого сплава. Таким образом, как с точки зрения сохранения исходной прочности твердого сплава, так и для сквозного прогрева стали целесообразно использовать высокочастотные установки, имеющие минимальную частоту.

С точки зрения получения инструмента высокого качества нагрев под пайку следовало бы вести на высокочастотных установках, имеющих частоту тока 2,5 - 8,5 кгц. Такие высокочастотные установки дают более равномерный нагрев, чем установки, имеющие частоту более 60 кгц. Однако следует иметь в виду, что при пайке мелкого инструмента на установках с низкой частотой электромагнитное поле может сбрасывать пластину твердого сплава (особенно при частоте 2,5 кгц). Поэтому приходится использовать высокочастотные установки с более высокой, чем 2,5 кгц, частотой либо в процессе пайки пластины твердого сплава следует удерживать во избежание их смещения, что при использовании многоместных индукторов может вызвать затруднения.

Для перехода исходной структуры стали в процессе нагрева под пайку в аустенит необходимо нагреть сталь до температуры выше критической точки. При высокочастотном нагреве переход исходной структуры стали в аустенит происходит при температуре, превышающей критическую на 50—80°С. Кроме того, все процессы протекают во времени, поэтому при быстром высокочастотном нагреве стали до температуры пайки исходная структура ее не всегда успевает перейти в аустенит. Практически при пайке припоями на основе меди для перехода исходной структуры стали в аустенит приходится увеличивать продолжительность нагрева при температурах, близких к температуре пайки. Для выбора времени нагрева инструмента с корпусом из стали, закаливающейся при охлаждении на воздухе, можно использовать

графический метод. После нагрева инструмента до температуры пайки и его охлаждения на воздухе замеряют твердость стали, затем на оси ординат откладывают значение твердости, а на оси абсцисс - время нагрева.

Рассмотрим графический метод определения времени нагрева на примере пайки металлорежущего инструмента. На графике проводят две горизонтальные линии, являющиеся границами нижнего и верхнего допустимого значения твердости (для металлорежущего инструмента значения твердости будут находиться в пределах HRC 34—40). Начальной точкой отсчета твердости является твердость корпуса инструмента в исходном состоянии.

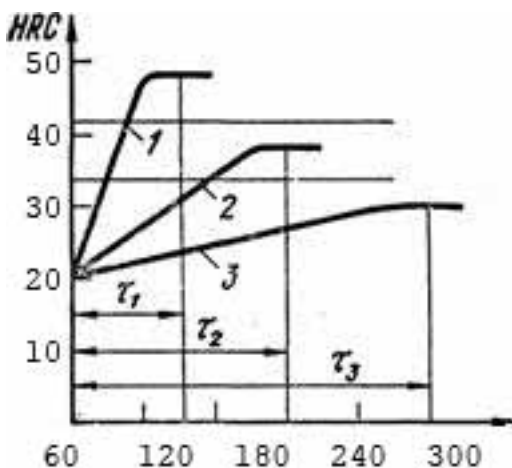


Рис. 3. Твердость стального корпуса инструмента после охлаждения с температуры пайки в зависимости от времени нагрева под пайку инструмента: 1 — мелкого; 2 — среднего; 3 — крупного. τ_1 — оптимальное время нагрева мелкого инструмента; τ_2 — оптимальное время нагрева среднего инструмента; τ_3 — оптимальное время нагрева крупного инструмента.

Так как каждый завод имеет большую номенклатуру выпускаемого инструмента, то для использования данного метода инструмент можно условно разделить на три группы: инструмент с малым, большим и промежуточным сечением корпуса. В зависимости от того, к какой группе относится инструмент, могут быть получены различные зависимости твердости от времени нагрева (рис. 3.).

Как видно из графика, с увеличением продолжительности нагрева твердость увеличивается, затем увеличение времени нагрева перестает оказывать влияние на твердость корпуса инструмента. При этом время, отвечающее началу горизонтального участка кривой, соответствует полному переходу исходной структуры стали в аустенит и необходимому времени нагрева данного вида инструмента под пайку и термообработку. Практически продолжительность нагрева должна быть на 10—20 с больше, чем время, необходимое для перехода исходной структуры стали в аустенит. Дополнительные 10-20 с служат полем допуска. Плавление припоя должно начинаться не ранее, чем за 5-10 с до окончания времени нагрева.

Для получения у корпусов различных видов инструмента одинаковой твердости необходимо сохранить постоянную скорость охлаждения, что может быть достигнуто

путем различного теплоотвода. Поэтому для инструментов небольших размеров (рис. 3, кривая 1) следует увеличить продолжительность охлаждения, что достигается охлаждением инструмента в подогретом песке. Инструменты средних размеров (рис. 3, кривая 2) следует охлаждать на воздухе (не складывая в ящики). Охлаждение инструментов больших размеров (рис. 3, кривая 3) следует проводить на решетке с поддувом рассеянной струей сжатого воздуха.

На первом этапе отработки режимов пайки при освоении технологии твердость следует контролировать непрерывно. Получение заданной твердости корпуса инструмента косвенно свидетельствует о соблюдении технологического режима пайки. Отклонение твердости корпуса инструмента от заданной свидетельствует о нарушении режима пайки и служит браковочным признаком, поэтому в дальнейшем должна проводиться выборочно.

Практически для пайки самого мелкого инструмента не следует использовать высокочастотные установки с частотой тока более 60—70 кгц. Для пайки инструментов больших размеров, у которых диаметр превышает 40 мм, пайку следует вести на установках, имеющих частоту 2,5—8 кгц. При пайке инструментов меньших размеров, возможно, использовать высокочастотные установки с большей частотой тока (до 60—70 кгц), однако всегда следует стремиться к пайке такого инструмента с частотой тока 8—30 кгц.

Очень редко удается получить инструмент высокого качества, не совмещая операцию пайки с операцией термообработки его корпуса, поэтому нагрев инструмента под пайку должен одновременно обеспечить переход исходной структуры, стали в аустенит. Для этого обычно приходится увеличивать продолжительность нагрева инструмента под пайку, при температурах от критической точки стали до температуры пайки. При пайке в одноместных индукторах это неизбежно ведет к снижению производительности труда на операции пайки. Увеличения продолжительности нагрева инструмента под пайку с одновременным увеличением времени нагрева достигают при использовании многоместных индукторов. Особенно эффективны многоместные индукторы в сочетании с поворотными столами, на которых устанавливают большое число подготовленных к пайке инструментов (до 15 шт. и более).

При использовании одновитковых петлевых индукторов для изготовления следует применять медную трубку диаметром 8—20 мм. Чем больше сечение паяемого инструмента, тем большего диаметра следует использовать трубку.

При изготовлении индуктора трубку расплющивают так, чтобы в поперечном сечении ее меньший размер относился к большему в соотношении 1:2; 1:3.

Индуктор изготавливают так, чтобы широкая сторона трубки была параллельна нагреваемой поверхности инструмента. Такое расположение трубки увеличивает величину зоны нагрева. Ориентировочно величина зазора между индуктором и паяемым инструментом 8—10 мм.

Практически при массовом производстве для каждого вида инструмента приходится подбирать индуктор индивидуально, исходя из следующих соображений. Длина многоместного индуктора должна быть такой, чтобы рабочий не имел возможности сократить заданное время нагрева инструмента под пайку вследствие того, что производительность лимитируется не установкой, а его собственными возможностями.

Рассмотрим конкретный пример. Заданное время нагрева под пайку 10 мин. Пайка производится в многоместном индукторе с поворотным столом без принудительного вращения. Допустим, что для того, чтобы поправить и прижать пластину твердого сплава, извлечь инструмент из зоны нагрева и установить на поворотный стол подготовленный к пайке инструмент, рабочему требуется 40 с. Чтобы из индуктора через каждые 40 с поступал инструмент (при продолжительности нагрева 10 мин), одновременно в индукторе должно быть $600 : 40 = 15$ инструментов.

Заданное время должно несколько превышать необходимое для перехода исходной структуры стали в аустенит, так как небольшое увеличение продолжительности нагрева не вызовет снижения качества инструмента, в то время как уменьшение необходимого времени нагрева приведет к снижению качества последнего.

Дополнительный запас времени нагрева, равный 10—15% от необходимого, служит гарантией того, что при незначительном нарушении режима работы высокочастотной установки (например, смещение индуктора) заданное время нагрева не будет уменьшено.

Конфигурация индуктора должна выбираться исходя из минимального перепада температур при нагреве инструмента под пайку. Равномерность нагрева определяют экспериментально. Для этого в теле инструмента сверлят отверстия, помещают в них термодатчики в тонких двухканальных трубочках, служащих изолятором, замеряют в процессе нагрева температуру в различных местах инструмента и для каждой термодатчики строят кривую температура—время. Особое внимание обращают на то, чтобы получить минимальную разницу в показаниях термодатчиков при температурах выше 700—800 °С. Если перепад температур оказывается большим, изменяют форму индуктора и вновь замеряют температуру в теле инструмента.

После пайки инструмент очищают от окалины и флюса. Буровой инструмент очищают виброобъемной обработкой, а металлорежущий — на дробеструйных установках, используя дробь, просеянную через сито с размерами ячейки не более 0,8 мм. Использование дроби размером более указанного приводит к выкрашиванию рабочих кромок инструмента. Снятие путем заточки поверхностного слоя с пластины твердого сплава, имеющего выкрашивание, не гарантирует отсутствие в ней трещин и микротрещин. Снятие большого слоя твердого сплава при заточке не только вызывает лишние затраты труда и бесполезный расход твердого сплава, но и отрицательно влияет на качество инструмента.