

УДК 621.8.02. — 112.В2

В. М. АЛИМОЧКИН, канд. техн. наук

ПРИМЕНЕНИЕ СОСТАВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С КЛЕЕВЫМ СОЕДИНЕНИЕМ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ

Обработка металлов резанием, сопровождающаяся большими пластическими деформациями в зоне контакта материала детали и инструмента, оказывает определенное воздействие на режущие элементы конструкции составного инструмента. Это воздействие имеет различный характер в зависимости от способа крепления режущих элементов инструмента с корпусом.

Применение в современном машиностроении труднообрабатываемых материалов и сплавов требует использования более совершенных режущих инструментов, главным образом составной конструкции. В связи с этим основной тенденцией в разработке режущих инструментов является оснащение их новыми прогрессивными инструментальными материалами, в том числе неметаллическими, с повышенной износостойкостью и твердостью, благодаря которым режущие инструменты приобретают более высокие эксплуатационные качества. Однако их внедрение сдерживается отсутствием надежных способов соединения режущих элементов с корпусом инструмента.

Традиционные способы соединения, используемые при изготовлении составных инструментов, не полностью удовлетворяют требованиям рационального применения инструментальных материалов при изготовлении инструментов. Решение этой задачи

может быть обеспечено разработкой режущих инструментов с клеевыми соединениями.

В настоящее время основными методами соединения режущих элементов в составных инструментах являются пайка, сварка и механическое крепление. Каждый из указанных методов наиболее применим для крепления тех или иных режущих элементов из различных инструментальных материалов. Основными факторами, влияющими на область применения каждого метода, являются: физическая природа применяемого инструментального материала, определяющая его технологическую совместимость с материалом корпуса инструмента; форма и размеры режущих элементов, влияющие на конструкцию соединения; условия эксплуатации инструмента, определяющие требования к прочности соединения; технологические условия получения соединения, свойственные методу и обуславливающие потребность в специальном оборудовании, оснастке и технологических материалах; характер производства инструментов.

Из приведенных выше методов крепления склеивание является наиболее универсальным, так как обладает принципиальной возможностью соединения рабочих частей и режущих элементов из всех инструментальных материалов, применяемых в настоящее время. Особенно эффективно склеивание металлоподобных и неметаллических инструментальных материалов.

Применение склеивания взамен или в дополнение к механическому креплению позволяет создать более компактную клеемеханическую конструкцию инструмента, обладающего увеличенной жесткостью и виброустойчивостью.

Применение склеивания взамен сварки позволяет: снизить расход быстрорежущих сталей за счет использования заготовок режущих элементов меньших габаритов и более рациональных форм; повысить качество термообработки, так как предварительная отдельная термообработка режущих элементов и корпусов инструментов, осуществляемая до склеивания, проще, чем термообработка инструмента цельного или составного — вместе с соединительным швом, значительно сократить производственный цикл за счет исключения обязательных после сварки операций отжига и снятия грата, благодаря чему одновременно уменьшаются трудоемкость и энергозатраты на изготовление инструментов; увеличить стойкость инструментов благодаря использованию режущих элементов уменьшенных габаритов с более низким баллом карбидной неоднородности быстрорежущей стали.

Применение склеивания взамен пайки позволяет: исключить брак по трещинам в твердом сплаве и минералокерамике благодаря отсутствию внутренних напряжений в режущих элементах; сохранить исходные эксплуатационные и физико-механические свойства материала режущих инструментов за счет низкой температуры отверждения клея;

сократить длительность производственного цикла за счет исключения операции снятия напылов припоя и уменьшить тем самым трудоемкость изготовления инструмента в целом;

при соединении минералокерамических материалов снизить трудоемкость и сократить производственный цикл благодаря исключению необходимых перед пайкой подготовительных операций, например металлизации;

увеличить стойкость инструментов за счет совместного действия вышеперечисленных факторов.

Применение того или иного метода крепления накладывает определенные ограничения на форму и размеры присоединяемых рабочих частей и режущих элементов.

Склеивание обладает преимуществом перед другими методами крепления, которое заключается в полном использовании диапазона размеров режущих элементов благодаря отсутствию каких-либо конструктивно-технологических ограничений на применение этого метода. Одновременно с этим использование метода склеивания дает возможность применять гораздо более широкую гамму форм, поверхностей соединения, начиная от простейшей плоской и кончая комбинированными, включающими различные сочетания поверхностей произвольной формы, значительно расширяя таким образом разновидность пластинок. При сопоставлении диапазона размеров режущих элементов, присоединяемых различными способами, становится очевидным, что для метода склеивания, так же как и для остальных методов, характерна определенная область применения (рисунок). Из диаграммы следует, что метод склеивания существенно перекрывает диапазоны F и V , характерные для пайки и механического крепления. Благодаря применению клеевых соединений суммарный (с учетом всех методов крепления) диапазон размеров присоединяемых режущих элементов значительно увеличивается.

Одним из показателей, характеризующих достоинства нового процесса, является технологичность процесса склеивания по сравнению с другими методами крепления. Склеивание по сравнению с пайкой и сваркой является более технологичным

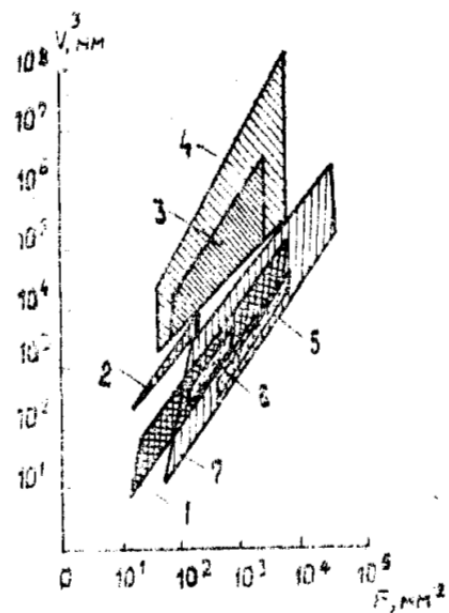


Рис. 1. Область применения методов крепления режущих элементов в инструментах: 1 — пайка пластинок; 2 — пайка стержней; 3 — сварка трением; 4 — сварка стыковая; 5 — механическое крепление быстрорежущих пластинок; 6 — механическое крепление твердосплавных пластинок; 7 — склеивание

процессом благодаря тому, что соединение образуется за счет химических реакций, происходящих в клее при его отверждении. Эта особенность процесса склеивания дает возможность формирования соединения при температуре ниже температуры его эксплуатации, причем с увеличением термостойкости клеев это свойство клеевых соединений проявляется особенно отчетливо.

Преимуществом процесса склеивания является и то, что основные его операции (нанесение клея, совмещение и фиксация деталей) проводятся при комнатной температуре. Это позволяет значительно облегчить и упростить процесс сборки инструментов, а также делает возможным его комплексную механизацию.

По энергетическим затратам склеивание является наиболее экономичным по сравнению с пайкой и сваркой. Основными требованиями к клеесборному инструменту является прочность соединения и работоспособность. Как показали проведенные исследования механики процесса резания [1, 2], равнодействующая сил резания в общем случае проходит через опорную поверхность режущего элемента, вследствие чего в соединительном шве, как правило, возникают напряжения сжатия или сдвига со сжатием. Но именно при этом виде нагружения клеевые соединения обладают наибольшей прочностью: 100—350 кгс/см² на сдвиг [3], 400—1000 кгс/см² на равномерный отрыв [3], 5000—10 000 кгс/см² на сжатие [4].

Работоспособность клеевых режущих инструментов можно оценить по косвенным параметрам, которые характеризуют температурные и силовые нагрузки на клеевые соединения. Фактором, определяющим силовые нагрузки на клеевой шов, может быть наибольший объем материала, срезаемого в единицу времени, который считается комплексным критерием прочности режущего инструмента. Фактор, определяющий тепловые нагрузки на клеевой шов, учитывается наименьшим расстоянием от режущей кромки до клеевого шва (т. е. толщиной режущей пластинки). Тогда в качестве критерия работоспособности клеевых инструментов можно использовать следующий коэффициент:

$$K_p = \frac{F_{кл} \cdot l}{V_m \cdot 1000},$$

где $F_{кл}$ — площадь клеевого шва, мм²; l — наименьшие расстояния от режущей кромки до клеевого шва (толщина пластинки), мм; V_m — объем материала, срезаемого инструментом в секунду, мм³.

Соответствие друг другу указанных параметров позволяет оценить в первом приближении работоспособность клеевых режущих инструментов и определить вид соединения. Так, при значении $K_p \geq 100$ применение клеевых соединений наиболее

предпочтительно, причем при $K_p \geq 300$ возможно использование клеев холодного отверждения (с термостойкостью до 150°C). При $20 \leq K_p \leq 100$ надежно эксплуатируются соединения на клеях горячего отверждения (с термостойкостью $170 \div 300^\circ\text{C}$). При $1,0 \leq K_p \leq 10$ ввиду отсутствия высокопрочных клеев рекомендуется применять специальные клеємеханические конструкции, в которых основную нагрузку должны воспринимать различные конструктивные элементы (упоры, стенки, резьбы, шпонки и т. п.). При $K_p < 0,1$ следует применять паяные и сварные соединения.

Одним из важнейших показателей физико-механических свойств клеевых соединений является ударная вязкость, которая характеризует чувствительность клея к воздействию ударных нагрузок. Большинство клеев, применяемых для склеивания инструментов, имеет ударную вязкость в пределах $50—200 \text{ Н/см}^2$.

Усталостная прочность клеевых соединений является также важным эксплуатационным параметром, определяющим ресурс клеесборных инструментов. Исследования показывали, что предел усталостной прочности клеевых соединений в инструментах составляет не менее $300—500 \text{ Н/см}^2$ при температуре испытания $200—250^\circ\text{C}$ и числе циклов $5 \cdot 10^6—1 \cdot 10^7$. Не менее важными являются и специальные требования к клеевому шву, например: как высокая теплопроводность, обеспечивающая беспрепятственный отвод тепла от режущей части инструмента к корпусу; термический коэффициент линейного расширения клея, близкий к аналогичным коэффициентам склеиваемых инструментальных материалов, что снижает внутренние напряжения в клеевом шве; виброгасящие свойства, определяемые коэффициентом диссипативных потерь и оказывающие влияние на качество (шероховатость) обработанной поверхности. Все эти вопросы требуют дополнительных исследований.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Склеивание является более универсальным технологическим процессом по сравнению с пайкой, сваркой и другими способами получения соединения в составном инструменте.

2. Применение склеивания позволяет получать соединения инструментальных материалов почти всех видов, применяемых в настоящее время, в том числе неметаллических, что способствует их более рациональному использованию.

3. Процесс склеивания благодаря своей технологичности по сравнению с пайкой и сваркой создает ряд дополнительных преимуществ при изготовлении инструментов.

4. Широкое применение клеесборного режущего инструмента связано с созданием специализированных инструментальных клеев, разработкой конструкций клеевых соединений, предназначенных специально для инструментов, а также промышленных вариантов технологии склеивания.