

11. Соединение твердосплавного породоразрушающего элемента с базовым корпусом.

Одним из актуальных вопросов создания горнорезущего инструмента является изыскание рациональных способов и средств соединения породоразрушающего элемента с его базовым корпусом.

В настоящее время благодаря своим высоким эксплуатационным свойствам наибольшее распространение получили режущие инструменты, оснащенные металлокерамическими твердыми сплавами группы ВК хорошо работающие на сжатие [1]. Их предельное сопротивление сжатию превышает 5000 МПа, в то же время допустимые растягивающие нагрузки не достигают 2000 МПа. Для изготовления горнорезущего инструмента широко применяются средне- и крупнозернистые твердые сплавы.

В отечественной практике державки горнорезущего инструмента изготавливают, за небольшим исключением, из легированных сталей:

- державки резцов проходческих комбайнов – 30ХГСА, 35ХГСА, 45ГА;
- корпуса коронок вращательного бурения – 35ХГСА, 20Х2Н4А, 30ХГТ, 45Г2;
- корпуса шарошечных долот – 20ХН3А, 17Н3МА.

Корпуса породоразрушающих инструментов в процессе работы несут основные силовые нагрузки от усилий резания и подвержены абразивному изнашиванию.

Режущие элементы соединяются с корпусами породоразрушающих инструментов путем пайки, запрессовки и путем механического крепления.

При механическом креплении рабочие части инструмента соединяют болтами, клиньями. Это позволяет производить соединение без нагрева, что благоприятно сказывается на стойкости режущего элемента, однако усложняет конструкцию и в большинстве случаев увеличивает расход твердого сплава.

Запрессовка твердосплавных вставок в корпус инструмента осуществляется с нагревом и без нагрева. Запрессовку с нагревом производят обычно при цилиндрической базовой поверхности резца в нагретый корпус. В свою очередь запрессовку в холодную осуществляют при наличии на резце конусной базовой поверхности.

Нагрев державки осуществляется до температуры образования сборочного зазора 0,03...0,06 мм, при этом материал державки приобретает большую пластичность. Затем в отверстие корпуса вставляют режущий элемент. При остывании державки размеры отверстия

уменьшаются и твердосплавная вставка зажимается. Горячая и холодная запрессовки обеспечивают требуемый уровень прочности соединения. Однако оба способа запрессовки имеют определенные недостатки.

Горячая запрессовка требует нагрева державок и получения на базовых поверхностях шероховатости $R_a = 0,08$ мкм. В случае, когда твердосплавный элемент имеет также базовый торец, необходимо обеспечить его перпендикулярность относительно оси с отклонением не более 0,02 мм.

При выполнении холодной запрессовки, когда на соединяемых деталях используется конусная базовая поверхность, технологически трудно обеспечить высокую геометрическую точность конических поверхностей. При наличии геометрических отклонений на базовых поверхностях происходит неравномерное обжатие по высоте и диаметру, что снижает прочность соединения и оказывает неблагоприятное действие в процессе эксплуатации.

Наиболее широкое распространение для крепления твердосплавных режущих элементов к корпусам горных инструментов получила пайка с помощью высокотемпературных припоев /74/. Пайка позволяет сократить расход твердых сплавов и снизить требования к шероховатости и точности обработки базовых поверхностей соединяемых деталей. Однако прочность соединения в этом случае во многом зависит от прочности припоя и возможных его дефектов.

В подавляющем большинстве случаев пайка производится при помощи твердых припоев на медной основе с температурой плавления 900-1200 °С. При пайке припой в процессе нагревания расплавляется, смачивает нагретые поверхности державки и пластинки твердого сплава, при этом, согласно диаграммам состояния, имеет место взаимодействие материала припоя и соединяемых материалов, образование твердых растворов или других соединений в зоне паяного шва, т.к. материалы, не взаимодействующие друг с другом, не паяются.

Известно, что твердые сплавы ВКВ, ВК15, ВК20 по своим физико-механическим свойствам значительно отличаются от материала державки - стали 45, 35ХГСА и т.д. Так как карбид вольфрама WC, составляющий основную часть твердых сплавов, имеет высокие твердость и прочность, то и твердые сплавы отличаются высокой твердостью и прочностью при практически полном отсутствии пластичности. Модуль упругости твердого сплава приблизительно втрое выше, чем стали.

При пайке с помощью высокотемпературных твердых припоев, твердый сплав подвергается нагреву до 900 - 1200 °С, в зависимости от марки припоя. Нагрев может вызвать структурные изменения и снижение механической прочности твердого сплава, а в

случае недостаточной защиты от окружающей атмосферы - окисление поверхностного слоя. Высокие скорости нагрева и охлаждения могут привести к образованию трещин. Отсюда следует, что необходимы определенные ограничения в скоростях нагрева и охлаждения инструмента. При индукционном нагреве породоразрушающего инструмента, армированного сплавами типа ВК, скорость нагрева не должна превышать 40 град./с.

После пайки твердого сплава к державке в нем возникают остаточные напряжения вследствие различных коэффициентов линейного расширения твердого сплава и стали (коэффициент линейного расширения твердых сплавов в 1,5-2 раза меньше, чем стали). Эти напряжения снижают стойкость режущего инструмента, вызывают образование трещин /88-90/. Величина остаточных напряжений зависит как от технологии пайки, так и от конструкции инструмента, от материала державки.

Наиболее распространенный способ пайки горнорезущего инструмента - с использованием токов высокой частоты. Преимущество этого способа пайки заключается в следующем:

- небольшое время нагрева; локальный нагрев участка инструмента, подлежащего пайке.
- возможность визуального наблюдения за процессами нагрева, с введением корректировки положения пластинки и количества флюса;
- обеспечение сравнительно высокой производительности и более низкого окисления твердого сплава при нагреве за счет снижения времени нагрева.

Почти при всех способах пайки соответствующие поверхности инструмента окисляются. В тех случаях, когда применяют соли или водород, поверхности получаются более чистыми, но увеличивается расход защитных средств.

Величина остаточных напряжений растяжения в соединении "твердый сплав - сталь" зависит как от конструкции инструмента, так и от технологии его изготовления. Поэтому целесообразно применение соответствующих способов снижения этих напряжений.

Существует зависимость между остаточными напряжениями и соотношением толщин стали и твердого сплава. Достигнуть уменьшения или устранения напряжений растяжения в твердом сплаве можно за счет увеличения толщины стального корпуса под пластинкой или уменьшения толщины пластинки твердого сплава. Наилучшие условия достигаются в том случае, когда толщина корпуса инструмента (под пластинкой) в 3 и более раза превышает толщину твердосплавной пластинки [3].

Путем изменения конструкции инструмента можно снизить остаточные напряжения за счет уменьшения связей, накладываемых на твердосплавную пластинку при ее пайке. В

случае пайки пластинки твердого сплава в полузакрытый или закрытый паз корпуса инструмента, т.е. при пайке пластинки по двум, трем и более плоскостям, в ней могут возникнуть значительные напряжения растяжения, обусловленные ее сложным объемным напряжением, которые способны вызвать разрушение твердосплавной пластинки. Этому можно избежать путем частичного раскрытия паза корпуса инструмента, уменьшения протяженности паяного шва, обеспечения небольшого выступания пластинки твердого сплава из паза.

Существенное влияние на величину остаточных напряжений в соединении оказывают и структурные превращения в сталях, происходящие в процессе охлаждения и зависящие от температуры сварки или пайки. Поэтому наибольшее влияние на величину остаточных напряжений оказывают те стали, в которых при охлаждении идет мартенситное превращение, происходящее с увеличением объема и компенсирующее тем самым разницу в уменьшении размеров стажа и твердого сплава, возникающем при их охлаждении. Снижения остаточных напряжений в инструменте можно достигнуть:

- путем использования явления релаксации напряжений – выдержка инструмента после пайки в электропечи при температуре 200-250 °С в течение 6-8 ч;

- путем применение компенсационных прокладок, помещаемых между твердосплавной пластинкой и корпусом инструмента, и имеющих коэффициент линейного расширения средний между таковыми стали и твердого сплава.

Список литературы:

1. **Протасов Ю.И.** Разрушение горных пород. 3-е изд., стер.- М.: Изд-во МГГУ, 2002.- 453с.
2. ГОСТ Р 51047-97. Резцы для очистных и проходческих комбайнов.
3. Общие технические условия. - М.: Госстандарт России, 1997. 20 с.
4. **Грабский А.А.** Повышение износостойкости поворотных резцов // Механизация горных работ: Межвуз. сб. – Кемерово: КузПИ, 1986. –С. 63-65.