

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Проф. Клименков С.С., Асп. Голубев А.Н. (ВГТУ)

Дальнейшее совершенствование обработки металлов резанием связано главным образом с повышением требований к эксплуатационным характеристикам режущего инструмента, в числе которых жесткость, виброустойчивость, теплостойкость и износостойкость. В наибольшей мере этим требованиям, особенно в случае резания труднообрабатываемых материалов, отвечает цельный твердосплавный инструмент [1], к которому относят монолитный твердосплавный осевой и концевой инструмент (сверла, фрезы, развертки), а также инструмент с цельными режущими элементами, закрепленными на державке.

По причине тугоплавкости компонентов твердых сплавов единственно возможной технологией изготовления твердосплавных режущих элементов остается порошковая металлургия. Существующие в настоящее время способы получения твердосплавного инструмента сложной формы можно разделить на две большие группы в зависимости от способа образования требуемой конфигурации. Для способов первой группы характерно предварительное получение заготовки простой формы и последующее придание ей на одном из этапов технологического процесса сложной конфигурации посредством механической обработки. Способы второй группы позволяют сразу получать твердосплавную заготовку сложной конфигурации, максимально приближенной к требуемой по чертежу, минуя этап изготовления простой заготовки, при этом объем механической обработки минимален и в ряде случаев сводится к заточке и доводке готового инструмента. Ниже подробнее рассмотрены особенности способов формования и механической обработки твердосплавных заготовок внутри каждой из перечисленных групп.

Большинство изделий простой формы из твердых сплавов получают способом прессования в стальных пресс-формах [2]. Способ включает загрузку смеси карбидов в стальную матрицу и формование прессовки с заданными формой, размерами и свойствами под воздействием давления в 50...150 МПа, передаваемого на порошок пуансоном. В процессе прессования

большое значение имеет равномерность структуры получаемой прессовки, поскольку от этого зависит степень искажения размеров и формы заготовки при прессовании и спекании. С целью повышения равномерности, в особенности для длинномерных и тонкостенных изделий, применяют метод двухстороннего прессования с использованием двух подвижных пуансонов [3]. Прессование чистой смеси карбидов в стальной пресс-форме не всегда обеспечивает требуемой прочности сформованной заготовки без опасности появления "расслоенных" трещин. Это вызывает необходимость вводить в состав смеси пластифицирующие вещества (парафины, стеарины и пр.). С другой стороны, наличие пластификатора усложняет процесс спекания, увеличивает усадку, снижает режущие и прочностные свойства твердого сплава.

Заготовки простой формы получают методами изостатического и квазиизостатического прессования твердосплавных смесей [4], согласно которым прессуемая смесь порошков, помещенная в оболочку, подвергается всестороннему обжатию жидкой либо квазижидкой средой. Способы этой группы обеспечивают равномерную структуру заготовок, не требуют ввода пластифицирующих добавок, позволяют получать твердосплавные заготовки для крупногабаритного инструмента при меньшем давлении, чем в случае прессования в пресс-формах [4]. Главные их недостатки -- невозможность получения заготовок сложной формы и невысокая точность получаемых размеров.

Существует способ взрывного прессования твердосплавных заготовок [5], когда смесь карбидов подвергают прессованию энергией взрывной волны, распространяющейся в жидкой среде. Действие ударных волн вызывает дробление зерен карбидов с образованием между ними связей по контактными поверхностям, благодаря чему прессовка получает большую прочность. К достоинствам способов этой группы относят высокую твердость, прочность и равномерность получаемого инструмента, но способы трудоемки и требуют достаточно сложной технологической оснастки.

Механическая обработка проводится на уже спеченных монолитных, полуспеченных либо неспеченных пластифицированных заготовках.

Спеченные твердосплавные заготовки мелкогабаритного концевой инструмента обрабатываются глубинным алмазным шлифованием. Так, например, канавки цельных концевых твердосплавных фрез диаметром до 10 мм, имеющие сравнительно малую глубину, вышлифовывают в уже спеченной ци-

линдрической заготовке [2]. Эффективность обработки во многом зависит от правильного выбора формы, материала связки, марки, зернистости и концентрации алмазов в алмазных кругах. Описанный способ неприменим для средне- и крупногабаритного инструмента из-за возрастающего объема шлифовальных работ. В этом случае обработку проводят на пластифицированных неспеченных заготовках с пределом прочности до 20 МПа [3]. В качестве пластификатора используют синтетический каучук, парафины, стеарин. Посредством механической обработки заготовке придают любую желаемую форму, однако их обработка сопряжена с рядом трудностей. Поскольку твердость заготовок незначительна, то при обработке их необходимо оберегать от ударов и сильного сжатия, что является существенным недостатком, особенно в случае обработки заготовок в цанговых патронах или разрезных втулках.

В ряде случаев прочность пластифицированных заготовок оказывается недостаточной для механической обработки, и она проводится на предварительно спеченных при температуре 800...1000 °С заготовках. Способ находит применение в крупносерийном производстве [2]. Предварительное спекание приводит к дополнительному расходу энергии, а хрупкость таких заготовок крайне затрудняет получение острых граней на поверхности, приводит к образованию неровных поверхностей и даже поломкам [3].

Среди способов второй группы наибольшей производительностью обладают способы формования заготовок сложной формы в стальных пресс-формах. Основные трудности здесь возникают с достижением равноплотности заготовки по сечению, заполнением тонких ребер и острых граней формы и недопрессовкой таких критических участков из-за низкого коэффициента бокового давления смесей карбидов. К числу способов уменьшения этих негативных факторов относится применение фасонных пуансонов, разборных и вращающихся пресс-форм [2, 3]. Такие способы экономически невыгодны в мелкосерийном и единичном производствах, приводят к усложнению и удорожанию технологической оснастки и в полной мере не решают перечисленных проблем, характерных для прессования инструмента в пресс-формах.

Значительное место среди способов получения твердосплавного инструмента занимает мундштучное прессование, согласно которому пластифицированная смесь карбидов продавливается через мундштук, профиль которого соответствует профилю прессуемого изделия. Продавливание осуществ-

ляют в специальной обогреваемой пресс-форме, температура стенок которой составляет 35...40 °С, а скорость истечения массы – 120...180 мм/мин [3]. Мундштучным прессованием получают длинные спиральные равноплотные изделия с очень высоким соотношением длины к поперечному сечению, в частности, спиральные сверла диаметром до 8 мм, с последующей разрезкой заготовки и запрессовкой твердосплавной части в стальной хвостовик [2]. Способ обладает высокой производительностью, но для достижения смеси нужной степени гомогенизации ее несколько раз подряд продавливают через круглые мундштуки, при этом возрастает трудоемкость процесса. Достаточно жесткие требования предъявляются к температуре стенок пресс-формы и чистоте ее рабочих частей, а процесс спекания изделий на стадии отгонки парафина затруднен необходимостью тщательного соблюдения технологических режимов во избежание деформирования изделий и появления трещин.

Мелкий твердосплавный инструмент получают литьем под давлением, при этом суспензия твердосплавного порошка в расплавленном пластификаторе, нагретая до 80...90 °С, через литниковую систему посредством давления воздуха нагнетается в литейную форму [3]. По остыванию суспензия приобретает конфигурацию рабочей полости формы. Более широкому распространению способа препятствуют трудности, возникающие на стадии отгонки пластификатора и связанные с нарушением структуры прессовки.

Существует способ горячего прессования деталей прокатных валков, штампов, фильер. По этому методу порошкообразную твердосплавную смесь загружают в графитовую пресс-форму, выполненную в соответствии с формой готового изделия, и спекают в ней заготовку при температуре 1300...1500 °С и давлении 7...15 Мпа, причем нагрев пресс-формы осуществляется ТВЧ либо пропусканием тока через пресс-форму. Способ позволяет получать беспористые однородные заготовки большого веса, но наличие большого дефектного слоя заготовки (0,5...0,7 мм на сторону) и высокий расход графита делают его трудноприменимым для изготовления режущего инструмента.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. Более предпочтительным представляется получение заготовок инструмента сложной формы без изготовления заготовок простой конфигурации. Многообразие таких способов свидетельствует об их развитии и возможностях дальнейшего совершенствования. В то же время резервы совершенствования

механической обработки твердосплавных заготовок весьма ограничены и связаны в основном с варьированием режимов резания и составов пластификаторов, что не может в полной мере устранить присущих ей недостатков.

2. Требованию получения равноплотного инструмента сложной формы с минимальным содержанием пластификаторов и минимальным объемом механической обработки не отвечает в полной мере ни одна из рассмотренных технологий, чем можно объяснить недостаточно широкое распространение цельного твердосплавного инструмента, несмотря на его эксплуатационные преимущества перед сборным или напайным. Поэтому актуальна задача разработки безотходной технологии изготовления такого инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флид Д.М. Цельный концевой твердосплавный инструмент для обработки печатных плат и деталей из труднообрабатываемых материалов. Обзор. - М.: НИИмаш, 1983.

2. Муха И.М., Любимов В.Е. Технология изготовления твердосплавных деталей и инструмента. -- Киев: Техніка, 1980.

3. Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии спеченных твердых сплавов. -- М.: Металлургия, 1976.

4. Процессы изостатического прессования / Под ред. Джеймса П. Дж.: Пер. с англ. -- М.: Металлургия, 1990.

5. Патент РФ N 2043870. Способ изготовления твердосплавного инструмента. -- Оpubл. в Б.И., 1995, N 26.

6. Самойлов В.С. Инструмент с монолитными твердосплавными вставками (Обзор). -- М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1969.