

Конкурсная работа:

«Инновационная технология изотермического деформирования заготовок из быстрорежущих сталей для изготовления дискового инструмента».

Токарев Д.А. инженер

ПАО «ВАСО» г. Воронеж

Конструктивной особенностью заготовок тонкого дискового инструмента является большое отношение их диаметра к толщине ($D/H = 6 \div 50$). Применение обычныхковки и горячей штамповки позволяет получать заготовки дисковых фрез с соотношением D/H не более 6,4, что объясняется пониженной пластичностью, высоким сопротивлением деформированию и склонностью к окислению и обезуглероживанию быстрорежущих сталей.

Радикально улучшить технологию получения заготовок дисковых фрез можно путем изменения физических условий деформирования быстрорежущих сталей. Перспективным направлением является применение изотермической штамповки, обладающей такими преимуществами, как равномерность распределения деформации по объёму металла, уменьшение удельного усилия деформирования, повышение пластичности стали благодаря более полному протеканию разупрочняющих процессов и улучшение её физико-механических свойств. С применением изотермических условий снижаются требования к технологической пластичности стали, что позволяет расширить номенклатуру получаемых точных заготовок инструмента.

При разработке технологии изотермической штамповки и выборе её температурного режима использовали результаты исследования пластичности и сопротивления деформированию быстрорежущих сталей, определения защитных и антифрикционных свойств стеклосмазок, изучения влияния температуры деформации на свойства штампованных заготовок и относительную прочность материала штампа.

Быстрорежущие стали имеют два температурных интервала высокой пластичности: вблизи критической точки (A_{c1}) и при температуре 1000-1100⁰С. При низких скоростях деформации (до 0,01с⁻¹) пластичность вблизи температуры критической точки больше, чем при 1000-1100⁰С, а с увеличением скорости деформации – наоборот. Установлено, что первый максимум пластичности наблюдается в узком интервале температур, не

превышающем 40°C , и его практическое использование требует создание условий деформирования близких к изотермическим. Сопротивление изученных быстрорежущих сталей деформированию уменьшается при повышении температуры. Это закономерность нарушается в интервале температур $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения, где сопротивление деформированию увеличивается на 25-35%.

Для штамповки быстрорежущих сталей в изотермических условиях выбраны наиболее эффективные стеклосмазки, обеспечивающие защиту поверхности заготовки от окисления и обезуглероживания при нагреве, а также существенно уменьшение коэффициента трения (до 0,08). Смазки эффективны при температуре до 950°C . При температурах выше 950°C защитные свойства стеклосмазок заметно снижаются.

При изучении влияния параметров изотермического деформирования на свойства быстрорежущих сталей основное внимание было уделено таким свойствам, как твердость после осадки, карбидная неоднородность и прочность после термической обработки.

Если температура деформации несколько ниже критической точки, то твердость осаженных образцов после охлаждения на воздухе практически равна твердости, полученной после отжига. При повышении температуры деформации относительно критической точки твердость быстро возрастает, что обусловлено мартенситным превращением аустенита, образовавшегося в стали вследствие $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения. Большая скорость деформации вызывает интенсивное увеличение твердости при температурах ниже критической точки, что объясняется дополнительным разогревом стали в результате теплового эффекта деформации. На основании полученных данных установлена возможность механической обработки заготовок непосредственно после изотермической штамповки, минуя разупрочняющую термическую обработку.

Деформирование заготовок проката из быстрорежущих сталей в изотермических условиях сопровождается существенным снижением балла карбидной неоднородности. Продольная осадка образцов со степенью деформации 90% уменьшает их карбидную неоднородность (7-8 баллов) на 2 балла, поперечная осадка таких же образцов со степенью деформации 85% - на 3-4 балла. Эффект уменьшения карбидной неоднородности становится более заметным ближе к периферии заготовки, где находятся режущие элементы инструмента, что создает предпосылки для повышения его стойкости.

Осадка в изотермических условиях повышает прочность термически обработанных быстрорежущих сталей P6M5 и P6M5K5 соответственно в 1,5-

2,5 раза, что обусловлено снижением карбидной неоднородности и более благоприятным расположением волокон относительно действующих нагрузок.

При изотермической штамповке основной причиной выхода штампа из строя является контактное смятие его рабочей поверхности при удельных усилиях деформирования, превышающих несущую способность материала штампа, оцениваемую пределом ползучести. При изменении температуры одновременно изменяются прочностные характеристики материала штампа и быстрорежущей стали. Оптимальной температурой, соответствующей наибольшей работоспособности штампа из жаропрочного материала ЖС6К равна 750-850⁰С.

Совмещение частных температурных интервалов дает оптимальный интервал изотермической штамповки быстрорежущей стали Р6М5 790-820⁰С. С учетом теплового эффекта деформации целесообразно принять исходную температуру нагрева заготовок 770-800⁰С.

Технологию изотермической штамповки заготовок отработывали при изготовлении дисковых модульных фрез и дисковых отрезных фрезах с использованием установленных технологических режимов, учитывая параметры применяемого оборудования.

Сравнительные испытания показали, что **стойкость дисковых фрез, изготовленных с применением изотермической штамповки из быстрорежущих сталей марок Р9К5 и Р9М4К8 при обработке деталей из сталей 38ХМЮА и титанового сплава ВТ6, превышает стойкость фрез, изготовленных без изотермической штамповки, в 1,7-2,0 раза.**

Разработанная инновационная технология изотермической штамповки позволяет повысить эксплуатационные свойства данного вида инструментов, тем самым снизить затраты на механическую обработку деталей. Данная технология может быть применена для изготовления других типов инструментов из быстрорежущих сталей.

Автор



Д. А. Токарев