

УДК 623.771.067

М.М. Казанцева, Н.В. Данилова (6 курс, каф. МиТОМД), В.Н. Востров, д.т.н., проф.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПРОФИЛЕМ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее распространенными способами получения порошковых зубчатых колес и деталей со шлицами являются прессование, штамповка с поступательным движением инструмента и ротационная.

Метод холодного прессования в неразъемных пресс-формах, так называемое «винтовое прессование», сравнительно прост в реализации. Недостатками способа являются сложность изготовления оснастки, ограниченность угла наклона зубчатого профиля в пределах  $10^\circ \dots 27^\circ$ , низкая механическая прочность прессовок [1].

При штамповке пористых зубчатых колес материал заготовки формируется в незамкнутые объемы открытых штампов, что приводит к возникновению на свободных поверхностях заготовки напряжений и деформаций растяжения, которые обуславливают локальный рост пористости материала и могут стать причиной появления трещин [2].

Расширить технологические возможности процесса изготовления порошковых зубчатых колес и резьбовых деталей позволяет способ формирования в разъемной пресс-форме. Существуют три схемы устройств, отличающиеся кинематикой рабочего движения инструмента: с осевой, радиальной и совмещённой радиально-осевой подачами [3, 4].

Улучшить условия формования периодических профилей и повысить их качество позволяет радиальное прессование с использованием активных сил трения. Использование активных сил трения при формовании резьбы позволило уменьшить неравноплотность и пористость резьбы в 2,0...2,5 раза. Срок службы изделий увеличился в 2 раза [2].

Прочностные характеристики пористых зубчатых колес, полученных холодной обработкой, не позволяют применять их в средне- и тяжело нагруженных механизмах, так как остаточная пористость тела зуба приводит к снижению прочностных характеристик, ударной вязкости, трещиностойкости и выносливости при ударных нагрузках. Поэтому, для получения изделий с высокой плотностью (98...99%) зубчатого венца и мелкозернистой структурой, обеспечивающих улучшенные физико-механические свойства, применяют горячую обработку давлением пористых материалов. В методах горячего прессования можно выделить два основных способа: ДГП – динамическое горячее прессование и СГП – статическое горячее прессование. Деление процессов на ДГП и СГП осуществляется в зависимости от вида применяемого оборудования, времени действия нагрузки и скорости ее приложения. Наибольшее применение получил метод ДГП, так как продолжительность данного процесса определяется сотыми долями секунды и отличается от времени СГП на 5...7 порядков. Импульсное приложение нагрузки позволяет получить давление порядка 1500...1800 МПа. Температура нагрева заготовки может достигать 0,8...0,9 температуры плавления, то есть 1100...1150°C. Метод позволяет формовать зубчатые венцы с модулем более 2 мм [5]. Недостатками ДГП и СГП являются низкая стойкость инструмента, возможность «схватывания» материала изделия и пресс-форм, необходимость применения защитной атмосферы, для предотвращения окисления материала. [6].

Повысить качество зубчатого профиля порошковых деталей позволяют методы ротационной штамповки: накатывание, раскатка торцевая, радиальная и сферодвижная. В процессе ротационной штамповки наиболее сильной деформации подвергаются верхние слои материала, которые упрочняются, что положительно сказывается на эксплуатационных характеристиках деталей. В очаге деформации образуется схема всестороннего неравномерного сжатия, наиболее благоприятная для порошковых деталей.

На кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» Санкт-Петербургского технического университета разработан способ холодного накатывания внутренних зубчатых венцов на спеченных пористых заготовках, позволяющий исключить операцию точной предварительной обработки внутренней обкатываемой поверхности заготовки [7]. Метод эффективен при холодном формообразовании периодических профилей с модулем от 0,5 до 2,0 мм.

Анализ технологических процессов формообразования зубчатых и других периодических профилей из порошковых материалов показал, что для изготовления внутренних периодических профилей с модулем от 0,5 до 2,0 мм на пористых заготовках наиболее перспективными являются методы накатывания.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Grünbinge mit schräger Verzahnung pressen // Werkstatt und Betrieb.–122, № 9. – 1989. – S. 804.
2. Павлыко Т.М., Сахненко А.В., Сахненко С.А. и др. Развитие технологии горячей штамповки порошковых материалов в Украине // Порошковая металлургия. – № 3/4. – 2000. – С. 84–101.
3. А.с. 899281 СССР, МКИ В22 F 5/06, 1982. Устройство для прессования спеченных заготовок.
4. А.с. 990424 СССР, МКИ В22 F 5/06, 1983. Устройство для прессования порошковых деталей с внутренней резьбой.
5. Дорофеев Ю.Г., Мариненко Л.Г., Устеменко В.И. Конструкционные порошковые материалы и изделия // М.: Металлургия, 1986. – 144с.
6. Ковальченко М.С. Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением // Киев: Наукова думка, 1980. – 238с
7. Востров В.Н., Кузнецов П.А., Каран А.Д. Накатывание внутренних зубчатых профилей на пористых заготовках // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. - № 5. - 2002. - С. 20-26.