

## Порошковая ковка

Студент группы 10402220 Прохиро А.Д.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Основным ключом к успешной порошковой ковке является правильная конструкция заготовки, поскольку она оказывает значительное влияние на распределение напряжений во времяковки. Этот фактор, в свою очередь, влияет на уплотнение и вероятность разрушения заготовки. Как правило, для достижения полной плотности и хорошего сцепления между сжатыми порами должно быть место для достаточного потока металла. Однако увеличение количества потока металла также увеличивает вероятность разрушения. Таким образом, проектирование формы заготовки предполагает компромисс между нижним пределом деформации для достижения требуемых свойств и верхним пределом, который мог бы вызвать разрушение [1].

Деформация во времяковки включает значительный боковой поток и сдвиг частиц порошка. Это действие сдвига приводит к разрушению любых оксидных пленок на частицах порошка, обнажая чистый металл и обеспечивая прочную металлургическую связь через разрушенные границы раздела поры. В результате чего улучшаются динамические свойства материала.

Большая деформация спеченного порошкового материала может легко привести к разрушению, поскольку обычно развиваются растягивающие напряжения, а поры в материале обеспечивают множество мест для концентрации этих напряжений, что приводит к разрушению. Чтобы преодолеть это ограничение был разработан критерий, для прогнозирования разрушения при порошковой ковке. На основе возникновения трещины во время испытания на сжатие при опрокидывании может быть сгенерирован locus поверхностных деформаций при разрушении.

Для сложных форм, проектирование заготовок является серьезной проблемой, поскольку может иметь место большое разнообразие режимов деформации и комбинаций. Конструкция заготовки для шатунов, требует уточнения размеров заготовки для круглых участков на конце штифта и на конце кривошипа, а также секции балки, соединяющей эти концы. Поперечный поток и экструзия происходят внутри всех трех секциях, и поток материала также может происходить через пересечения. Конструкция заготовки для этого сложного случая требует тщательного определения веса материала в каждой секции и детальный анализ локализованного потока металла. В отличие от большинства заготовок, необходимо указать различную плотность в каждой из трех секций заготовки, чтобы обеспечить полное уплотнение и избежать дефектов в готовых соединительных стержнях.

Оснастка для порошковойковки основана на концепции матрицы-ловушки. Материал полностью удерживается между пуансонами и штампом. В то время как концепция матрицы создает форму, близкую к сетке, которая не требует удаления излишков металла, это приводит к высоким нагрузкам на инструмент. В сочетании с высокими температурамиковки эти напряжения и текучесть металла приводят к высокому износу пуансонов и штампов. Наиболее часто используемым материалом для штампов является H13, штамповая сталь для горячей обработки. При правильной конструкции заготовки и охлаждении инструментов между ходами пресса можно изготовить от 50 000 до 100 000 деталей до того, как потребуются ремонт штампа.

Температура заготовки, когда она поступает в процессковки, влияет на механические свойства кованых деталей, а также на срок службы ковочной оснастки. Более высокие

температуры ковки усиливают уплотнение кованой детали, поскольку пластическое течение происходит легче. С другой стороны, более высокие температуры приводят к большему износу штампа. Как правило, стальные порошковые заготовки коваются при температуре 980 °С в качестве оптимальной температуры для минимизации износа штампа и обеспечения уплотнения деталей [2]. Скорость ковки также влияет на качество деталей, изготовленных методом порошковой ковки. Когда заготовка пористая, быстрое охлаждение горячей поверхности заготовки при контакте с более холодной поверхностью штампа приведет к остаточной пористости на этих поверхностях. Чтобы свести к минимуму этот эффект, время контакта между заготовкой и штампом должно быть как можно короче. Для этой цели порошковой ковкой широко используются винтовые прессы с очень жесткой рамой. Движение винтового пресса обеспечивает быстрое извлечение ковочного пуансона из матрицы, а жесткая рама сводит к минимуму время контакта между деталью и матрицей при максимальной нагрузке. Общее время контакта при ковке на шнековом прессе составляет ~30 мс, в то время как время контакта для обычного механического кривошипно-шатунного пресса составляет 80 мс. Эта разница оказывает очень большое влияние на охлаждение заготовки и, следовательно, на остаточную поверхностную пористости в кованой детали.

Ковка заготовок в детали сетчатой или частично сетчатой формы имеет ряд преимуществ: использование материала увеличивается за счет исключения или существенного сокращения операций механической обработки, энергоэффективность выше, чем при обычной ковке, поскольку исключаются такие операции, как горячая прокатка пружинного материала, а при порошковой ковке используются более низкие температуры, чем при обычной ковке для тех же сплавов.

Порошковая ковка для конструкционных деталей массового производства была разработана с учетом требований к производительности, превышающая требования, предъявляемые к обычным прессованным и спеченным порошковым деталям. Ряд деталей был испробован методом порошковой ковки; однако не все из этих деталей оказались успешными, в первую очередь по экономическим причинам [2]. В настоящее время детали с порошковой ковкой производятся в основном для применения в автомобильных трансмиссиях. Стержни обычно выковываются из порошков Fe-Cu-C с минимальной плотностью 7,84 г/см<sup>3</sup>. При такой плотности они имеют предел прочности 760 МПа, предел текучести 550 МПа и предел выносливости 275 МПа. Шатуны с порошковой ковкой устраняют поверхностные дефекты, имеют однородную микроструктуру, согласованы по размерам и обладают превосходной обрабатываемостью. Однородность микроструктуры и распределения материала также сводит к минимуму количество удаления материала, необходимого для балансировки шатунов.

#### **Список использованных источников**

1. Бальшин, М.Ю. Научные основы порошковой металлургии и металлургии волокна / М.Ю. Бальшин // Металлургия. – 1972. – № 1. – С. 43–50.
2. Шевакин, Ю.Ф. Обработка металлов давлением / Ю.Ф. Шевакин, В.С. Шайкевич // Металлургия. – 1972. – № 7. – С. 58–69.