

туре плавления вещества матрицы. Температура выдержки должна быть на 100°C–150°C меньше температуры плавления компонента с минимальной температурой плавления; время выдержки при давлении и максимальной температуре 1,5–2 часа. Дальнейшее проведение процесса горячего прессования не будет давать результатов, поскольку все процессы, связанные с перекристаллизацией в веществе проходят достаточно быстро при одновременном действии давления и температуры; среда для проведения обработки – инертный газ, вакуум, водород, в зависимости от веществ, входящих в состав КМ. Наиболее распространено горячее прессование в защитной среде аргона или в вакууме.

Общие значения параметров, которые наиболее часто применяются для прямого прессования полимерных КМ: предварительный нагрев материала осуществляется до температуры 120–160 °С. Время нагрева на данной стадии должно быть минимальным; давление прессования выбирается в диапазоне от 25 до 40 МПа. Для тонкостенных изделий или изделий сложной конфигурации требуется давление до 70 МПа; одним из важных шагов процесса прямого прессования являются дополнительные подпрессовки. Они необходимы, поскольку в процессе поликонденсации происходит испарение воды и выделение легколетучих соединений.

Для полиэфиров или эпоксидных смол подпрессовки не требуются; давление при отверждении материала поддерживается на уровне 10 МПа, поскольку давление на данной стадии необходимо лишь для исключения раскрытия пресс-формы под действием паров воды и легколетучих соединений; температуру прессования обычно выбирают по справочным данным или определяют экспериментально. Время выдержки устанавливают с учетом толщины и температуры формы: чем выше температура, тем короче выдержка. Однако при очень высокой температуре происходит слишком быстрое отверждение поверхностных слоев изделия, и вода, находящаяся внутри изделия, через отвержденный слой удалиться не может. При раскрытии пресс-формы под действием паров воды возможен разрыв поверхностных слоев и появление на изделии вздутий или трещин. Как правило, для КМ температура, при которой проводится процесс прямого прессования, находится в диапазоне от 180 °С до 400 °С.

УДК 621.777

Выбор кинематических и технологических параметров инструмента и оборудования при изготовлении трубок малого диаметра из ленты

Студент гр. 10402115 Гороховик И.В.
Научный руководитель – Карпицкий В.С.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Проведенный анализ известных способов изготовления тонкостенных труб малого диаметра из различных материалов и сплавов позволил установить, что существующие технологические процессы изготовления таких изделий характеризуются длительностью технологического цикла с использованием комбинаций различных способов волочения как безоправочного, так и оправочного волочения, а также холодной прокатки на начальной стадии деформации трубной заготовки больших диаметров. Все это, в конечном счете, приводит к значительному повышению себестоимости изготовления данного вида продукции. Поэтому поиск новых технических решений данной проблемы имеет большое значение.

На основании анализа технологических схем получения трубок малого диаметра предложен комбинированный способ формообразования таких трубок из ленты, позволяющий упростить технологию их изготовления. Сущность данного метода заключается в том, что формообразование трубчатых изделий в процессе изготовления производится путем одновременной свертки ленты в трубку в заходной зоне конусной части волоочильного инструмента и редуцирования изделия по наружному диаметру в переходной зоне волокни от конусной ее части к калибрующему пояску с последующим формированием качественного стыко-

вого соединения за счет пластического деформирования сдвигом и дополнительным локальным воздействием на изделие в калибрующей части волокна.

Качество стыкового соединения получаемых трубчатых изделий в значительной степени определяется точностью исходных полос (лент) по ширине. Поэтому требование получения точных размеров исходных полос по ширине, определяемой по развертке трубки нужного диаметра с учетом дополнительного припуска на пластическое деформирование в заключительной стадии обработки, предопределило необходимость выполнения расчетных и конструкторских работ при изготовлении многодисковых ножниц для резки полос из рулонного материала. С целью получения точных размеров полос по ширине, отрезанных из лент, разработана конструкция многодисковых ножниц, позволяющая производить одновременно резку нескольких полос из рулона, а также обрезку лент по ширине на заданный размер. Расстояние между ножами устанавливается по требуемой ширине разрезаемой полосы при помощи мерных распорных колец. Качество и точность резки достигается благодаря двухстороннему резу по всей ширине полосы и надежному прижиму металла резиновыми кольцами в процессе резки.

При изгибе (свертке) особенно относительно толстостенных заготовок при $S > 0,05d$ в кольцевую форму происходит незначительное удлинение (утяжка) наружных растягивающих слоев заготовки меньшее укорочение внутренних сжимающих слоев. В этом случае место стыка получится со скосом кромок, что не обеспечивает плотного соединения. Во избежание этого дефекта необходимо использовать заготовку со скошенными концами, увеличивая ширину заготовку с наружной стороны изгиба и уменьшая с внутренней.

Ввиду наличия зазора между ножами, при отрезке заготовки $(0,1-0,2)S$, величина угла скоса может быть скорректирована в сторону уменьшения.

Более плотное, герметичное и качественное стыковое соединение можно получить за счет пластической деформации. С этой целью после формирования трубчатой, кольцевой заготовки в зоне свертки производим безоправочное волочение с разовой степенью деформации $\varepsilon_D = 1,2$. Корректировка расчетной ширины исходной заготовки (полосы) для определенного диаметра капиллярной трубки осуществляется с учетом дополнительного припуска по ширине на пластическую деформацию в обжимной и калибрующей части волокна для образования более качественного стыкового соединения.

В качестве материала исходных заготовок для проведения экспериментальных исследований изготовления трубок малого диаметра из ленты использовали коррозионностойкую сталь марки X18H9T, а также Сталь Ст3 и Сталь 10. Ширина полос соответствовала длине развертки трубы по среднему диаметру, увеличенной на величину припуска под последующую пластическую деформацию развернутой трубы в калибрующей части волоочильного инструмента с целью получения качественного стыкового соединения трубчатого изделия. Толщина полос составляла 0,2 мм. Перед волочением на полосе выполняли плотную (прочную) хватку, пригодную для заданного цикла изготовления трубы.

В качестве инструмента для изготовления изделий использовали стандартные твердосплавные волокна с конусными входной и выходной частями и калибрующим пояском. С учетом рекомендаций по выбору более рациональных условий процесса волочения для осуществления данного способа применяли волоочильный инструмент с углом волокна $\alpha = 10-25^\circ$ и шириной калибрующего пояса от 0,5 до 1,5 мм.

Длина калибрующей зоны должна характеризоваться достаточной стойкостью на износ, малым числом обрывов протягиваемого металла и невысоким расходом энергии. Так в известных работах для волочения особо тонкостенных труб малого диаметра с точки зрения их поперечной устойчивости рекомендуется использовать волокна с углами $25-30^\circ$. Длину калибрующей зоны рекомендуется выбирать в пределах 40–100% от диаметра калибрующей зоны. Результаты экспериментальных исследований предложенного способа показали возможность получения длинномерных трубок малого диаметра из ленты при хорошем качестве стыкового соединения.