

Рис. 1

Выбрав пункт меню Инструменты->Просмотреть содержимое проекта (F3), можно открыть содержимое сохранённого проекта в редакторе notepad.exe. В начале каждого файла проекта хранится текстовое описание его данных (как подсказка при ручном редактировании). Текстовое ядро данного эмулятора отлично работает на старых компьютерах, не поддерживающих графический режим, при этом данные для программы без труда вводятся через простейший текстовый редактор.

Данный эмулятор можно использовать как платформу для создания собственных графических редакторов, предназначенных для построения моделей в других областях, например, создание графического редактора для ввода данных задачи о коммивояжере. Процедуры из текстового ядра можно использовать для создания отдельных модулей разной направленности, например, данное текстовое ядро является уже почти готовым средством защиты программ. Программа является удобным средством для иллюстрации процесса обучения ЭВМ, т.к. каждый может создать свою модель ЭВМ и протестировать ее работу, получая при этом графическое отображение происходящих процессов. В силу того, что можно задавать время, временная модель применима даже в простейших (работающих без учета времени) сетях Петри, т.к. позволяет поэтапно просматривать изменение состояния сети при ее функционировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон – М.: Мир, 1984.

УДК 330.341.1:621.95

Хомицкая Е.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Григорьев В.Ф.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРЛЕНИЯ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

Лезвийная обработка сверлением при массовом производстве трубопроводной газовой аппаратуры становится узким местом производства из-за присущих процессу недостатков, таких как: сложность сверления отверстий в тонкостенных деталях; необходимость приваривать гайку из-за невозможности нарезания резьбы; сложность извлечения стружки из деталей типа труб.

Все эти недостатки вынудили искать новые методы обработки отверстий в деталях типа ёмкостей-трубопроводов. Еще в 1923 году Жан Клод де Вальере испытал такой инструмент, с помощью которого отверстия в тонких стальных листах выполнялись посредством теплоты трения, а не сверления, как ранее. Многочисленные опыты были в большинстве своем успешны, однако наладить промышленное использование метода

было невозможно, т.к.: еще не было в распоряжении твердого инструментального материала, не была известна правильная геометрия инструмента, не было алмазных шлифовальных кругов для обработки твердых сплавов, не было станков, которые бы смогли шлифовать сложные профили. Прошло еще 60 лет, прежде чем все эти проблемы были решены, и стало возможным выгодное использование выдавливающих сверл.

Выдавливающие сверла – это полигонально отшлифованные твердосплавные инструменты (рис. 1.). При достаточно высоком числе оборотов и осевом усилии они давят на тонкостенные металлические материалы, металл пластифицируется под действием высвобождаемой при этом теплоты трения, так что сверло свободно проходит через заготовку. Образуется отверстие и одновременно из сместившегося вниз разогретого материала формируется втулка. Длина втулки составляет 3... 5 исходных толщин материала.

Принципиальным элементом процесса, называемого раздатчиками Flowdrill, является конструкция стандартного выдавливающего сверла (бура). Передняя часть сверла, осуществляющего трение, имеет двухступенчатую коническую форму 4,5 (рис. 1). Этот конус переходит в цилиндр 3. Коническая и цилиндрическая части образуют вместе рабочую сердцевину. Над ними расположена кромка для формирования плотного края 2 и цилиндрический хвостовик 1 для крепления сверла в цанге. Коническая 4 и цилиндрическая части в сечении имеют форму многоугольника, что является принципиальным для процесса сверления выдавливанием. При производстве выдавливающих сверл используется специально разработанный для этого процесса устойчивый к истиранию и смене теплового режима материал – твердый сплав с покрытием.

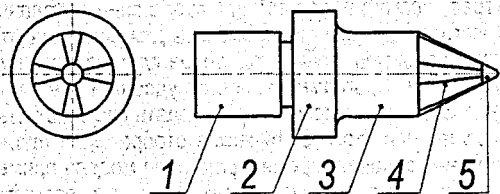


Рис. 1 – Выдавливающее сверло

Процесс сверления выдавливанием состоит из трёх последовательных фаз:

1. Фаза старта: к началу процесса требуется достаточно высокое осевое усилие и число оборотов, чтобы произвести между выдавливающим сверлом и заготовкой необходимую теплоту трения. При этом температура сверла повышается до $650-750^{\circ}$, а заготовки примерно до 600° С. Сила подачи (F_a) повышается до тех пор, пока острие сверла не пройдет сквозь материал (этапы а-в).

2. Техпроцесс: вытесненный материал сначала стекает против направления подачи, а затем, когда острие выдавливающего сверла проходит сквозь материал, вниз в направлении подачи сверла. Сила подачи медленно убывает, в то время как скорость подачи возрастает (этапы д-е).

3. Фаза формообразования: рабочая сердцевина выталкивает материал. Сила подачи понижается до нуля. Кромка выдавливающего сверла формирует из вытесняемого против направления подачи материала своеобразный край в форме уплотнительного кольца (этап ж).

Существуют разнообразные возможности применения выдавливающих сверл. Для выполнения в тонкостенных деталях прочной резьбы, для изготовления опорных участков большой поверхности, паяных и сварных соединений высокой несущей стойкости: паяные соединения большой поверхности с точной цилиндрической частью (основание теплообменника); скользящие опоры с высокой несущей способностью (откидной механизм соляриев); гнёзда шарикоподшипников и игольчатых роликоподшипников в тонко-

стенных трубах (муфта с крестовиной в рулевых стойках безопасности); выполнение резьбы под штуцера в ёмкостях и трубопроводах.

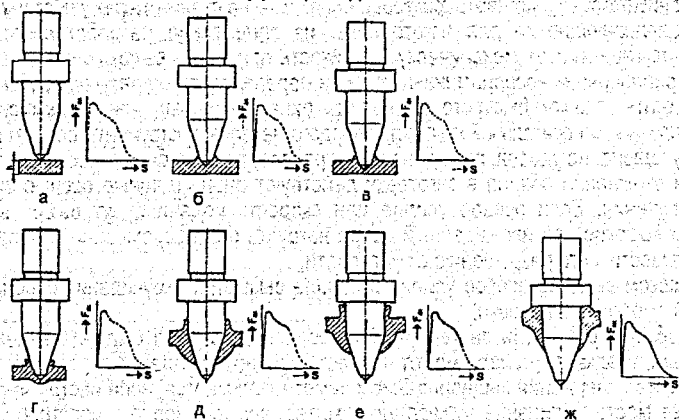


Рис. 2 - Фазы сверления выдавливанием

Для достижения оптимальных результатов необходимо учитывать особенности данного метода, различные типы сверления выдавливанием и предъявляемые к станку требования. Критические значения осевого усилия подачи, числа оборотов, мощности станка, максимальной толщины материала (мм) зависят в основном от выбранного диаметра отверстия под резьбу и толщины заготовки.

Требуемое усилие подачи изменяется пропорционально диаметру отверстия под резьбу. Слишком большое осевое усилие приводит к быстрому выделению тепла и, следовательно, к термическим напряжениям выдавливающего сверла, высокой механической нагрузке инструмента, неблагоприятному воздействию на структуру материала вследствие перегрева. При пониженном осевом усилии наблюдается более медленное нагревание, незначительные термические напряжения, высокая рабочая температура выдавливающего сверла за счет длительного нагрева и, как следствие, меньшая стойкость из-за перегрева сверла.

Число оборотов должно быть настолько малым, насколько это возможно, чтобы сократить охлаждающие простои из-за нагрева сверла. Выбор числа оборотов, в первую очередь зависящий от диаметра отверстия под резьбу, определяется также толщиной и сортом материала. Высоколегированные и нержавеющие стали требуют более низкого числа оборотов и, следовательно, меньших простоев инструмента. Для мягких цветных материалов число оборотов должно быть выше. В целом следует отметить: чем мягче материал, тем большее число оборотов нужно выбирать.

В ходе лабораторных исследований была определена необходимая для соответствующего диаметра отверстия под резьбу (D) максимальная приводная мощность шпинделя (P), которая практически линейна в диапазонах $P = 0,6 \dots 4$ кВт и $D = 3 \dots 26$ мм. Мощностная характеристика получена из комбинации диаметра отверстия под резьбу и числа оборотов. Большинство дрелей (перфораторов) можно применять для сверления выдавливанием, если они имеют необходимую мощность и число оборотов.

Максимальная толщина обрабатываемого материала пропорциональна диаметру отверстия под резьбу сверла: при обработке материалов толщиной $h = 1,5 \dots 10$ мм получают отверстия диаметром $D = 1 \dots 26$ мм. При больших толщинах обрабатываемого материала или использовании высоколегированных материалов нужно считаться с большим временем простоя сверла для охлаждения.

Ввиду высокой стоимости сверла-бура (порядка 70 евро один инструмент) его стойкость является лимитирующим критерием экономичности процесса в целом. Поэтому следует внимательно учитывать факторы, влияющие на стойкость режущего инструмента:

- выдавливающие сверла изготовлены из специально разработанного твёрдого сплава, что гарантирует механическую стойкость при очень высоких температурах. Такие материалы очень восприимчивы к резким перепадам температуры, поэтому необходимо избегать слишком быстрого нагрева или охлаждения выдавливающего сверла;

- по причине относительной хрупкости твёрдого металла, инструменты следует внедрять в заготовку плавно, не ударяя, при хранении и транспортировке беречь сверло от ударов;

- при вхождении сверла в заготовку действуют очень мощные осевые силы и моменты кручения. Если осевое усилие или скорость подачи будут выбраны неверно (слишком высокие), то неожиданный сброс нагрузки при прохождении сверла насквозь может привести к его разрушению от усталости;

- слишком высокое осевое усилие в начале вызывает скручивание сверла и может привести к поломке заготовки;

- необходимо следить за тем, чтобы процесс сверления выдавливанием был непрерывным, усадка материала может привести к изгибу сверла;

- качество сверления выдавливанием заметно снижается, если инструмент изношен или имеет место налипание чужеродного материала на сверле (наростообразование). Его необходимо регулярно удалять грубой наждачной бумагой;

- регулярные смазки после каждого 1-5 сверлений значительно повышают стойкость инструмента;

- рабочая температура сверла должна быть максимально низкой. Оптимальный температурный диапазон визуально характеризуется тёмно-красным цветом инструмента;

- процесс сверления должен осуществляться плавно, а бур не должен слишком долго оставаться в отверстии;

- инструменты и шпиндель станка нужно защищать от термической перегрузки, используя цангу и специальный цанговый патрон с охлаждающим кольцом.

- из-за высоких температур, которые возникают на инструменте при сверлении выдавливанием, цанговый патрон необходимо после примерно 5 сверлений выдавливанием соответственно подтянуть.

Технология Flowdrill прошла внедрение на СП ОАО «Брестгазоаппарат» при обработке труб коллекторов в составе автоматической линии. В процессе внедрения установлены следующие особенности технологии:

- необходимость изготовления более точной заготовки, так как сборка производится на автоматической линии, где необходимо точное позиционирование;

- ужесточились требования к стабильности механических свойств заготовки;

- в качестве заготовок стал использоваться более дорогой материал (Ст 0,8ю, который практически не подвержена старению, вместо Ст 0,8кп);

- существующее оборудование в инструментальном цехе на заводе не позволяет изготовить данный инструмент, поэтому его приходится закупать у производителя в Германии.

УДК 658.511;621.3.047.2

Хомицкая Е.В.

Научный руководитель: преподаватель Мартиновская О.В.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ КОЛЛЕКТОРОВ НА СП ОАО «БРЕСТГАЗОАППАРАТ»

Цель данной работы – оценить экономическую эффективность нового оборудования, применяемого на СП ОАО «Брестгазоаппарат». Основная причина внедрения линии –