

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В ПОЛИМЕРАХ

А.А. Соловьев¹, А.В. Наумов², А.В. Стукач³

^{1,3}Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики (СПбГУСЭ),
191015, Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, 7, лит. А

²Санкт - Петербургский государственный политехнический университет,
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Проведены исследования процессов резания полимеров при сверлении глубоких отверстий. Определены силы резания, деформации сверла и полимерного материала в среде Solidworks.

Ключевые слова: сверление, глубокое отверстие, сила резания, деформации.

RESEARCH OF PROCESSES OF CUTTING WHEN PROCESSING DEEP OPENINGS IN POLYMERS

A.A.Solovyev, A.V. Naumov, A.V.Stukach

*St.-Petersburg state university of service and economy (SPbSUSE),
191015, St.-Petersburg, street Kavalergardsky, 7,lit. A*

St.-Petersburg state polytechnical university, 195251, St. Petersburg, Politekhnikeskaya St., 29.

Carried out research of processes of cutting of polymers in drilling deep holes. Defined cutting forces, deformation of a drill and a polymer material in the environment of Solidworks.

Key words: drilling, deep hole, the power of cutting, deformation.

В практике сервисного обслуживания сложной бытовой техники, промышленного технологического оборудования и разнообразных станков необходимо выполнять такие операции, как сверление отверстий в пластмассах. Особенность обработки термопластических полимеров, в частности полиамидов, заключается в том, что они обладают повышенной адгезией к металлам при повышенных температурах. Это накладывает свои отпечатки на технологию выполнения операций лезвийной обработки отверстий. Особую сложность представляет обработка глубоких отверстий. Сверло по сравнению с другими режущими инструментами работает в довольно тяжелых условиях, так как при сверлении затрудняется отвод стружки и подвод смазочно-охлаждающей жидкости.

В справочной литературе по выбору режимов резания даются рекомендации для выбора подачи и скорости резания для сверл диаметром более 5 мм. В тоже время в современном оборудовании часто встречаются конструкции деталей имеющих глубокие отверстия от 2 до 5 мм. На практике приходится подби-

рать режимы резания экспериментально, что приводит к появлению брака и снижению срока службы изделий.

Обработка отверстий лезвийным инструментом вызывает в обрабатываемой детали повышение температуры и как следствие возникновение напряжений и соответствующих перемещений. В современной литературе имеются работы посвященные возникновению термических напряжений в термопластах [1,2,3]. Эти работы посвящены изучению и влиянию остаточных напряжений в тонких антифрикционных покрытиях из наполненных и модифицированных полиамидов. Приводятся методики расчета величины напряжений. В научных трудах [4,5,6] приводятся методика экспериментального исследования износостойкости щеточного ворса выполненного из полипропиленового материала и сделана попытка определения силового взаимодействия щеток коммунальных машин с дорожным покрытием. Общим для этих работ является то, что они показывают, насколько сложные процессы проис-

ходят в полимерных материалах под воздействием силовых факторов и температуры.

Исследование процессов резания при лезвийной обработке глубоких отверстий осуществлялось на модернизированной установке, описанной в работе [7]. Для исследований были подобраны следующие материалы: полиамид 6 – блочный; полиамид, модифицированный порошковыми металлами и углеродным наноматериалом C₆₀ и фторопластом. Фторопласт интересен тем, что он обладает стабильными значениями коэффициента сухого трения в широком диапазоне температур. Это позволяет более точно определить работу, связанную с резанием полимера и силы трения ленточек о боковую поверхность отверстий.

Основными элементами резания при сверлении являются: скорость и глубина резания, подача, толщина и ширина стружки. В процессе эксперимента фиксировалась температура сверла, полимера и величина тока, потребляемая электродвигателем. Величина напряжения, подаваемая к электродвигателю, для каждого опыта оставалась постоянной на протяжении всего эксперимента. Это обеспечивалось источником постоянного тока со встроенным стабилизатором. Усилие подачи было 47,5 Н.

Во время экспериментов регистрировались значения тока, потребляемого электродвигателем. Показания оцифровывались мультиметром, совместимым с персональным компьютером и записывались в виде Excel – файла. Одновременно записывалась осциллограмма, представленная на рис. 1.

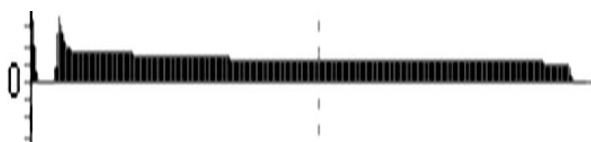


Рисунок 1. Осциллограмма сил резания

Опыты проводились со сверлами диаметром – 2 мм. Глубина сверления составляла 12 мм. Частота вращения шпинделя была фиксированной и имела следующие обороты: 180, 420, 780, 1020 и 1380 об/мин.

Скорость резания V – путь перемещения режущей кромки сверла относительно обрабатываемой заготовки в единицу времени – определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi D n}{1000},$$

где: V – скорость резания, м/мин; D – диаметр сверла, мм; n – частота вращения сверла, об/мин.

Опыт условно разделяли на два этапа. На первом происходило заглубление сверла за счет создаваемого осевого усилия, и осуществлялся процесс сверления главными образующими режущими кромками сверла. Режимы резания поддерживались такими, при которых удаленный материал имел форму сливной стружки. На втором этапе осевое перемещение сверла прекращалось, и в работе участвовали боковые ленточки сверла. За счет резания ленточек о боковые стенки отверстия происходил нагрев сверла и материала.

В установке для исследований привода шпинделя осуществляется электродвигателем постоянного тока. Это позволяет определить мощность затрачиваемую непосредственно на резание полимерного материала. Зная длину стружки можно определить величину работы затрачиваемой на резание и как результат силу резания. На рис. 2. представлена зависимость изменения силы резания от частоты вращения шпинделя.

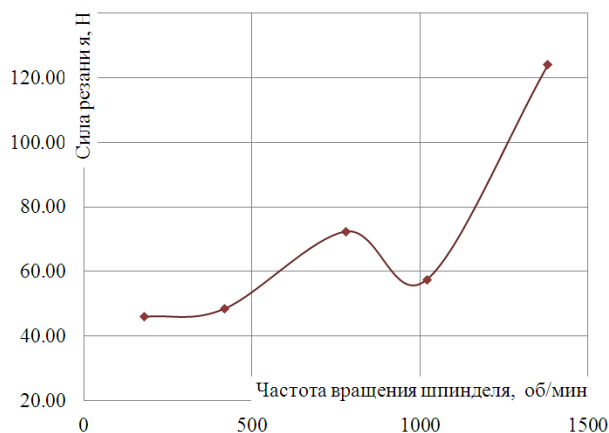


Рисунок 2. Зависимость силы резания для фторопласта 4Д от частоты вращения шпинделя

Результаты проведенных экспериментов позволили в среде в Solidworks получить картину деформации сверла, представленную на рис.3, и полимерного материала показанного на рис.4.

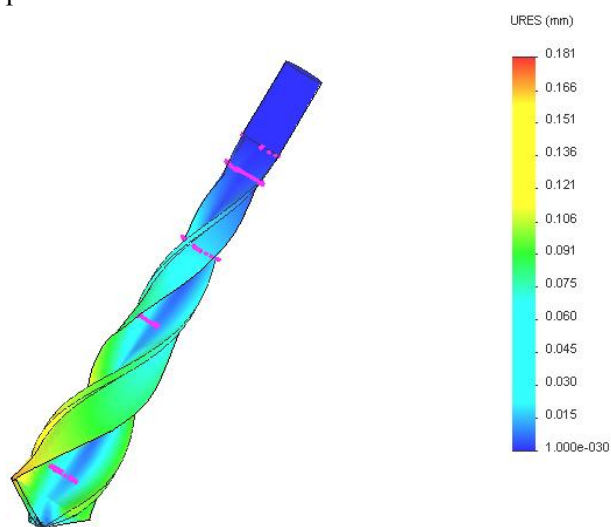


Рисунок 2. Деформация сверла

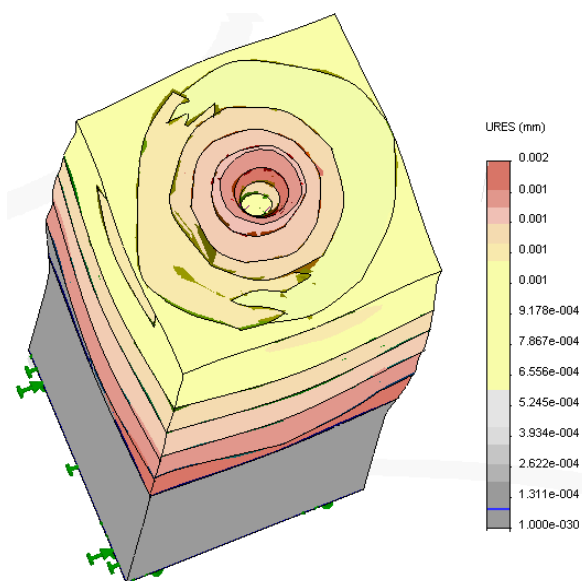


Рисунок 3. Деформация полимерного материала

Для наглядности величина деформации на рисунках увеличена.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что наибольшим деформациям подвержена формообразующая часть сверла и область поверхности начала сверления.

Литература

1. Стукач А.В. Исследование термических напряжений в поверхностном слое полиамида при нагреве детали.// Металлообработка, Изд-во «Политехника» 2008 №2, с. 24 – 27
2. Стукач А.В. Методика расчета термических остаточных напряжений в антифрикционных покрытиях при изменении температуры.// Металлообработка Изд-во «Политехника», 2008 №3, с. 24 – 26
3. Стукач А.В. Влияние термических остаточных напряжений на прочность адгезии антифрикционных покрытий.// Металлообработка, Изд-во «Политехника» 2008 №4, с. 22 – 24
4. Лепеш А.Г., Лепеш Г.В. Математическое моделирование силового взаимодействия щеток коммунальных машин с дорожным покрытием.// Техничко-технологические проблемы сервиса. №3(13), 2010 г. с. 32 – 38
5. Лепеш А.Г. К определению силового взаимодействия щёток коммунальных машин с дорожным покрытием.// Техничко-технологические проблемы сервиса. №1(15), 2011 г. с. 30 – 35.
6. Лепеш А.Г., Лепеш Г.В., Воронцов И.И. Методика экспериментального определения износостойкости щеточного ворса коммунальной уборочной техники.// Техничко-технологические проблемы сервиса. №2(16), 2011 г. с. 6 – 18.
7. Стукач А.В. Исследование коэффициента трения капролона модифицированного углеродными наноматериалами. Научно-техническое издание НИИТТС, СПбГУСЭ.// Техничко технологические проблемы сервиса». №1. 2008. –с.46 – 47

¹ Соловьев Александр Александрович – старший преподаватель кафедры «Экономика природопользования и сервиса экосистем СПбГУСЭ, моб.: +7(904) 633 02 76, e-mail: asolneva@mail.ru;

² Наумов Александр Владимирович – студент Санкт-Петербургского политехнического университета, Механико-машиностроительный факультет, гр.4045/1, e-mail: skisk8fmx@gmail.com;

³ Стукач Александр Васильевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры "Автосервис" СПбГУСЭ, моб.: +7(904) 552 97 15, e-mail: alst2004@mail.ru