

УДК 621.7.015

В.А. Марунич, А.Ю. Яриз

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОЛЬЗЯЩЕГО РЕЗАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Аннотация. В статье предложен новый способ лезвийной обработки полимерных материалов, названный скользящим резанием, который позволяет обеспечить высокое качество поверхностного слоя деталей.

Ключевые слова: скользящее резание, полимерные материалы, качество поверхности, физическая модель.

Введение

Полимерные материалы в современном машиностроении занимают особое место и находят все большее применение во всех отраслях народного хозяйства. Многие детали современных машин изготавливаются из полимеров, и зачастую, с применением методов обработки резанием. Эти факторы в итоге приводят к повышению требований к качеству поверхностного слоя полимерных изделий после механической обработки.

Однако следует отметить, что далеко не всегда применение традиционных инструментов и схем резания позволяет получить необходимое качество поверхностного слоя вязкоупругих полимерных материалов. Традиционная схема предполагает отделение срезаемого слоя в результате создания зоны напряженного состояния, обусловленной упругопластической деформацией. При этом стружка отделяется по плоскостям действия наибольших напряжений.

Постановка проблемы

Для вязкоупругих материалов такая схема резания приводит к отрыву срезаемого слоя по направлениям разрыва молекулярных связей на определенной стадии упругонапряженного состояния. Особенно явно это проявляется при обработке изоляционных полимеров. Обработанная поверхность этих материалов при

применении традиционного резания характеризуется неупорядоченными (хаотическими) вырывами и сколами по кромкам, определяющими весьма низкие показатели качества поверхностного слоя. Соответственно получаются низкими показатели точности размеров обработанных поверхностей.

Таким образом, можно сделать вывод, что необходим принципиально новый способ лезвийной обработки полимерных материалов, позволяющий обеспечить высокое качество поверхностного слоя деталей.

Проведение исследований

Решение данной проблемы мы видим в применении метода скользящего резания, позволяющего управлять процессом упругих и пластических деформаций при отделении срезаемого слоя и достигать высокого качества поверхности деталей

Под скользящим резанием понимается процесс обработки, при котором скольжение режущей кромки, во время рабочего цикла, по обрабатываемой поверхности в направлении главного движения превалирует над ее перемещением в направлении движения подачи.

Необходимым условием проявления эффекта скользящего резания для управления интенсивностью физических процессов, происходящих в зоне резания, является установление угла наклона кромки λ в пределах: $70^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$.

Схему скользящего фрезерования, представленную на рисунке 1, реализуют два автономно работающих ножа, выполняющих свободное резание.

Один из ножей, названный подрезным (1), непосредственно осуществляя скользящее резание, контактирует с обработанной поверхностью и решает при этом главную технологическую задачу обеспечения требований к качеству поверхностного слоя материала.

Второй нож, названный отрезным (2), по существу выполняет вспомогательную функцию, связанную с отделением надрезанного слоя и в принципе может работать как по традиционной, так и по скользящей схеме резания.

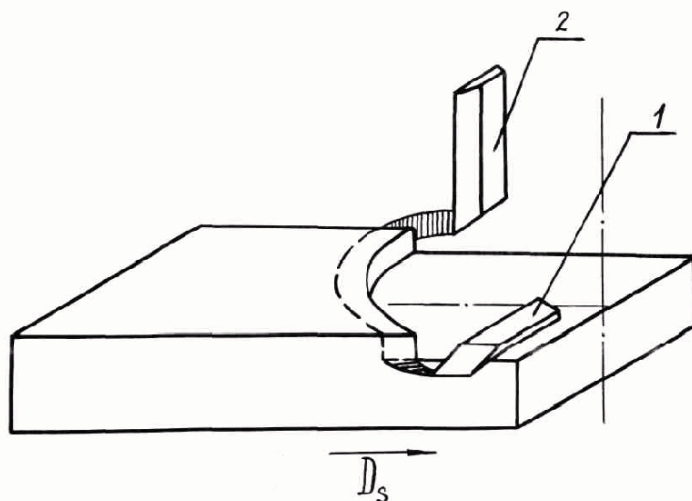


Рисунок 1 Схема скользящего фрезерования в двух взаимно перпендикулярных плоскостях

Врезаясь в обрабатываемый материал, точки режущей кромки перемещаются в двух взаимноперпендикулярных направлениях, что создает условие стеснения подвижности молекулярных цепей, а также уменьшение величины упругой деформации.

В результате значительного уменьшения упругой деформации, сопровождающей процесс скользящего фрезерования вязкоупругих полимерных материалов, снижается внутреннее трение, которое возникает когда молекулярные цепи меняют свои местоположения и их сегменты скользят друг относительно друга. При этом снижается диссипация энергии. Упругая энергия преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей. В этой связи понижается температура резания.

Механизм скользящего резания вязкоупругих полимерных материалов предполагает существенное уменьшение деформации обрабатываемого материала по сравнению с традиционным резанием и, таким образом, создаются условия, при которых энергия деформации преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей. При этом стружка образуется при свободном резании в результате хрупкого среза и надлома.

Совокупность изложенных явлений определяет хрупкий срез или надрез вязкоупругого полимерного материала, происходящий без пластического течения.

Применение эффекта скользящего резания при обработке вязкоупругих полимерных материалов позволило существенно снизить работу деформации и получить высокое качество

обработанного поверхностного слоя. В результате новой кинематики процесса резания, осуществляемой специальной конструкцией инструмента, энергия деформации преобразована в работу разрыва межмолекулярных связей на более ранней стадии.

На основании вышеизложенной гипотезы о механизме скользящего фрезерования провели схематизацию физической модели указанного процесса.

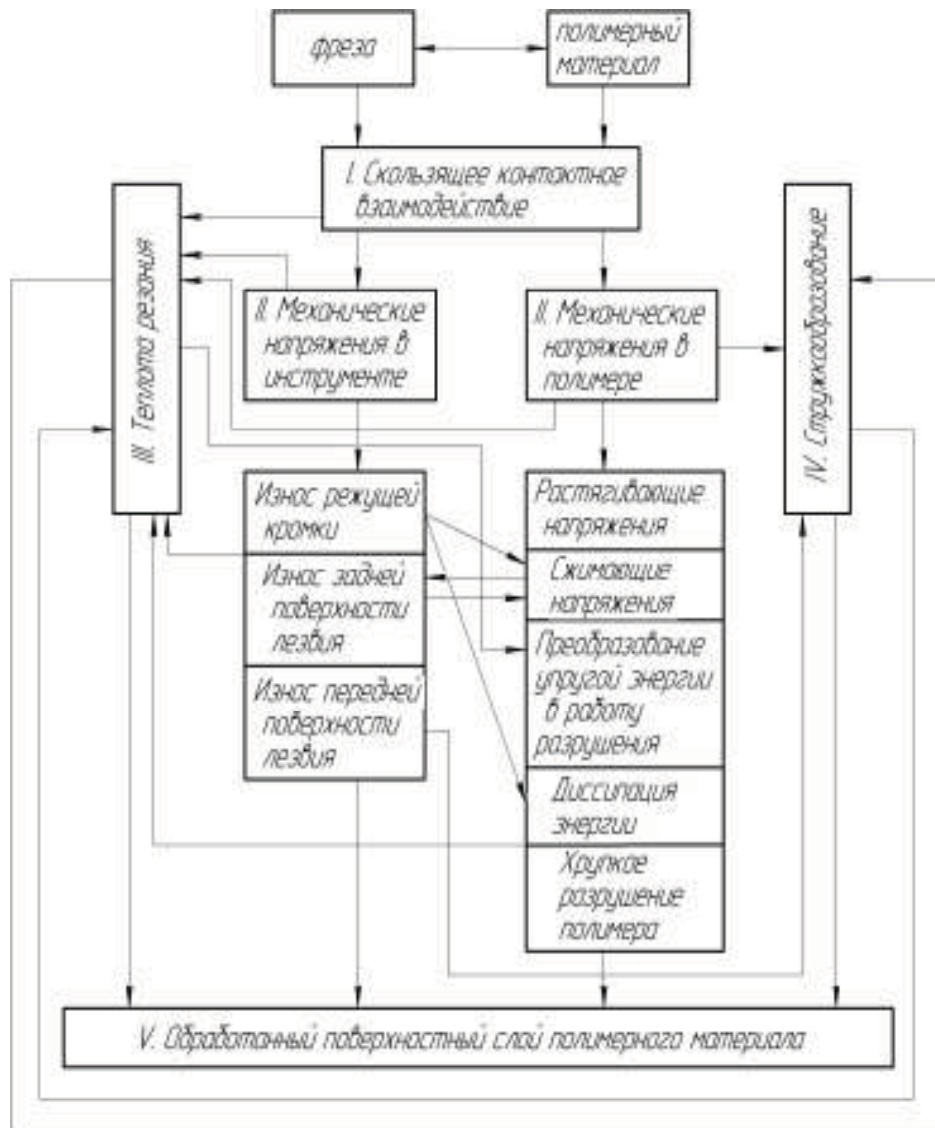


Рисунок 2 Схематизация физической модели процесса скользящего фрезерования полимерного материала

Структурной основой физической модели процесса скользящего фрезерования полимерного материала, схематизированной на рис. 2, является учет скольжения режущей кромки по поверхности резания, в результате которого упругая энергия преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей.

Приведенная модель процесса скользящего фрезерования вязкоупругих полимерных материалов устанавливает главные связи и условную последовательность проявления следующих физических явлений:

– Формирование контактной поверхности при скользящем взаимодействии режущей кромки с обрабатываемым материалом.

– Механические растягивающие напряжения как результат скользящего силового воздействия

– Малое внутреннее молекулярное трение и увеличенное внешнее трение по задней поверхности лезвия инструмента.

– Теплообразование.

– Стружкообразование, основанное на хрупком срезе.

– Износ лезвия фрезы.

– Образование поверхностного слоя.

Физическая модель процесса скользящего резания полимерных материалов может быть упрощенно представлена следующим образом.

При скользящем воздействии лезвия инструмента на полимере из-за вязкоупругих свойств обрабатываемого материала, увеличенного рабочего участка лезвия инструмента и уменьшенного кинематического заднего угла формируются увеличенные фактические площадки контакта (I). Они определяют повышенное внешнее трение на задней поверхности лезвия инструмента и соответствующее тепловыделение (III). Однако температура резания невысокая вследствие малого внутреннего трения. В инструменте и полимере возникают циклические механические напряжения (II). В материале они приводят к разрыву химических связей.

Перераспределение сил, характерное для скользящего резания вязкоупругих полимерных материалов, действующих на передней и задней поверхностях лезвия инструмента, соответствующий режим резания и толщина срезаемого слоя, а также новые геометрические параметры определили тип образующейся стружки (IV). Стружка непрерывная и требуется ее надлом или срезание.

Значительное уменьшение зоны упругой деформации и ее величины при скользящем резании определило формирование обработанного поверхностного слоя (V) без вырывов и сколов по кромкам.

Несмотря на весьма упрощенную физическую модель процесса скользящего резания, приведенную выше, следует отметить сложность для изучения указанных явлений.

Выводы

Для повышения точности и качества обработанной поверхности полимерного материала предлагается применять способ резания, основанный на использовании схемы обработки в двух взаимно перпендикулярных направлениях и позволяющий реализовать эффект скользящего резания;

Схематизирована физическая модель процесса скользящего резания полимерного материала, учитывающая основные факторы, влияющие на качество обработанного поверхностного слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000, 320с.
2. Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Т.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова. М.: Машиностроение, 1990. 256с.
3. Марунич В.А. Способ обработки материалов резанием. – Патент России №2031790. 27.03.1995. – Бюл. №9.
4. Марунич В.О. Спосіб обробки матеріалів різанням. – Патент України №19905. 15.01.2007. Бюл. №1.