

В.А.Марунич канд.техн.наук, А.Ю.Яриз, асп.

Национальная металлургическая академия Украины, г.Днепропетровск, Украина

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для обробки різанням теплозахисних та теплоізоляційних матеріалів запропоновано використовувати спосіб ковзного різання, оснований на використанні схеми обробки в двох взаємно перпендикулярних площинах. Схематизована фізична модель та розроблена схема кібернетичної моделі процесу ковзного різання.

For processing by cutting of heat-resistant and heat-insulating materials is offered to use way slithering cuttings, based on use the scheme of the processing in two orthogonally related planes. The physical model was schematized and the cybernetic model was developed of the process slithering cuttings.

Обработка резанием полимерных материалов обладает рядом особенностей, отличающих ее от аналогичной обработки металлов. Это объясняется характерными свойствами и структурой обрабатываемых материалов. В то же время процессу резания полимеров сопутствуют те же явления, что и при резании металлов, т. е. наблюдаются стружкообразование, силовые и тепловые явления, интенсивное изнашивание режущего инструмента. Каждое из перечисленных явлений в той или иной мере отличается от аналогичных явлений при резании металлов, поэтому для оптимизации процессов обработки полимерных материалов необходимо по возможности вскрыть физическую сущность процесса их резания.

Анализ литературы об обработке полимерных материалов резанием позволил выделить основные особенности этого процесса:

1. Пластмассы обладают высокими упругими свойствами, что определяет особенности процесса резания. В первую очередь речь идет о больших фактических площадках контакта на задних поверхностях инструмента. Из-за высоких упругих характеристик обрабатываемого материала происходит упругое восстановление слоя обрабатываемого материала, лежащего над поверхностью резания. Это приводит к увеличенным площадкам контакта, и, как следствие этого, к повышенным значениям сил резания на задней поверхности, вследствие чего рекомендуется вести обработку острозаточенным инструментом с большими значениями переднего γ и заднего α углов лезвия;

2. Высокие упругие свойства материала определяют процесс разрушения материала, который носит хрупкий характер;

3. Вследствие низкого сопротивления полимерных материалов сжатию и срезу при их обработке резанием требуется относительно малая сила резания. Силы резания при обработке полимерных материалов значительно ниже, чем при аналогичной обработке металлов. В то же время даже сравнительно невысокое значение силы резания оказывает существенное влияние на точность обработки, особенно изоляционных покрытий на крупногабаритных изделиях, не обладающих достаточно

высокой жесткостью. Поэтому знание силы резания позволяет правильно назначить геометрические параметры инструмента и оценить погрешность обработки.

4. Механическое разрушение полимерных материалов происходит практически без пластического течения.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод, что достижение высокой точности и качества обработанной поверхности полимерного материала при резании представляет сложную технологическую задачу.

Одним из решений данной задачи является применение нового способа обработки вязкоупругих полимерных материалов, приведенного в работе [2]. Он основан на использовании схемы резания в двух взаимно перпендикулярных направлениях, позволяющих реализовать скользящее резание. Процесс 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.

Предложена структурная основа физической модели процесса скользящего резания полимерного материала, схематизированная на рисунке 1, в которой учитывается скольжение режущей кромки по поверхности резания, в результате которого упругая энергия преобразовывается в работу разрыва молекулярных связей.

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

1. Формирование контактной поверхности при скользящем взаимодействии режущей кромки с обрабатываемым материалом.
2. Механические растягивающие напряжения как результат скользящего силового воздействия.
3. Малое внутреннее молекулярное трение и увеличенное внешнее трение по задней поверхности лезвия инструмента.
4. Теплообразование.
5. Стружкообразование, основанное на хрупком срезе.
6. Износ лезвия фрезы.
7. Образование поверхностного слоя.

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

1. 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.

2. 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 предопределили тип образующейся стружки (IV). Стружка непрерывная и требуется ее надлом или срезание.

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

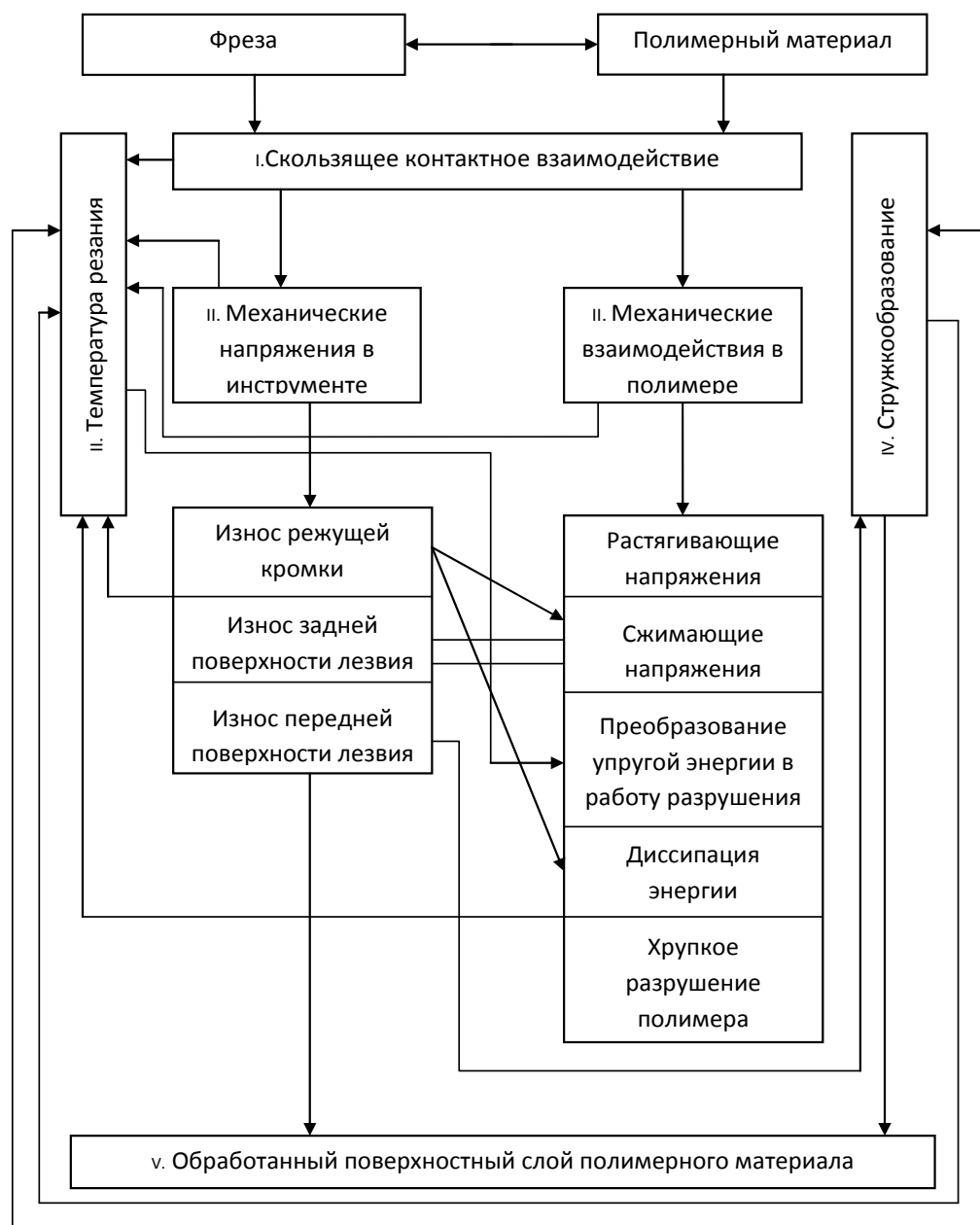


Рис. 1. Схематизация физической модели процесса скользящего резания полимерного материала

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

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс резания и, в частности, процесс скользящего резания представляет собой комплекс чрезвычайно сложных явлений, зависящих от физико-механических свойств обрабатываемого материала, качества режущего инструмента и многих других факторов.

Многие авторы, в том числе в работе [7] рекомендуют процесс резания, ввиду его сложности, изучать математическими методами планирования эксперимента, которые основаны на кибернетическом подходе к объекту исследования. Наиболее подходящей моделью при таком подходе является «черный ящик» (рис.2).

На рис.2 объектом исследования является прямоугольник.

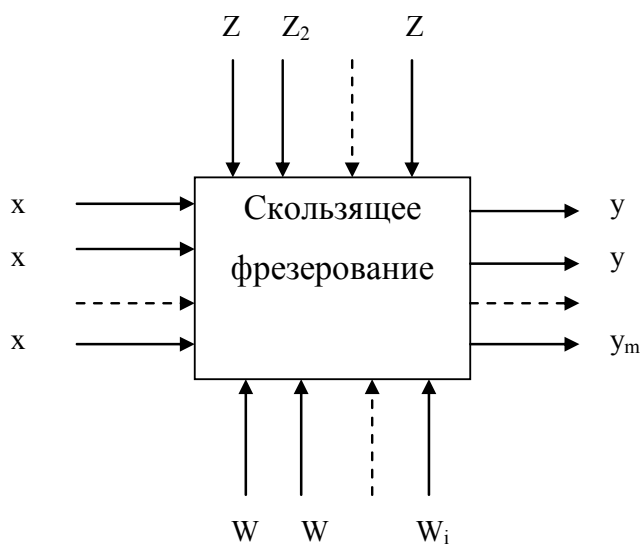


Рис.2. Схема кибернетической модели процесса скользящего резания

Площадки, входящие в объект, соответствуют возможным способам воздействия или факторам. Группа факторов, обозначенных буквами X_1, X_2, \dots, X_k , соответствуют управляемым факторам, при изменении которых непосредственно изучается объект исследования. Факторы Z_1, Z_2, \dots, Z_n и W_1, W_2, \dots, W_i представляют группу неуправляемых факторов, существенно увеличивающих ошибку эксперимента или шумовое

поле, на фоне которого выделяется полезный сигнал. Факторы Z_1, Z_2, \dots, Z_n можно контролировать в процессе эксперимента, а факторы W_1, W_2, \dots, W_i относятся к возмущающим неконтролируемым воздействиям на объект исследования. Стрелки y_1, y_2, \dots, y_m , выходящие из объекта, соответствуют параметрам оптимизации.

Кибернетический подход в планировании эксперимента позволяет фиксировать выходы, то есть параметры оптимизации, при варьировании факторов на нескольких уровнях. При этом не обязательно заботиться о механизме явлений, протекающих в «ящике». Это дает возможность определить связь между входом и выходом объекта исследования и описать указанную связь вполне определенной математической моделью, не рассматривая характер протекающих процессов.

Исследования предлагается проводить методом математического планирования с постановкой полного факторного эксперимента, что позволит существенно сократить количество опытов по сравнению с дисперсионным анализом.

В качестве основного критерия оптимизации исследуемых параметров геометрии режущего инструмента и режима обработки необходимо принять показатели качества

обработанной поверхности полимерного материала, которые представлены в виде требования о недопущении вырывов и сколов. При наличии нескольких вариантов сочетания параметров оптимизации, одинаково удовлетворяющими названному критерию, наилучшим необходимо считать тот, при котором будет достигнута наибольшая производительность обработки.

Таким образом, в наших исследованиях принята, по существу, многокритериальная оптимизация. С целью сокращения объема исследований и повышения достоверности при решении задачи отбора и назначения уровней варьирования оптимизируемых параметров и зон их рабочих значений разработана классификация качества обработанной поверхности по интенсивности образования вырывов и сколов.

Классификация включает 6 классов:

- 1 класс - вырывы и сколы полностью отсутствуют;
- 2 класс - наличие отдельных вырывов и/или сколов;
- 3 класс - наличие вырывов и сколов до 25% площади обработанной поверхности образца;
- 4 класс - наличие вырывов и сколов до 50% площади обработанной поверхности образца;
- 5 класс - наличие вырывов и сколов до 75% площади обрабатываемой поверхности образца;
- 6 класс - наличие вырывов и сколов до 100% площади обрабатываемой поверхности образца, сплошные дефекты.

Для оптимизации параметров режущего инструмента и режима обработки будет проведен анализ факторов, непосредственно связанных с образованием вырывов и сколов на обработанной поверхности. Для ранжирования этих факторов и отделения незначимых необходимо провести экспертный анализ, в результате которого будут выбраны оптимизируемые параметры, их нулевые уровни, границы и интервалы варьирования.

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.

Разработана схема кибернетической модели процесса скользящего резания, позволяющая определить связь между входом и выходом объекта исследования и описать указанную связь вполне определенной математической моделью, не рассматривая характер протекающих процессов.

Разработана классификация качества обработанной поверхности теплозащитных и теплоизоляционных полимерных материалов по интенсивности образования вырывов и сколов.

Список литературы

1. Суслов А.Т., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002. 684с.
2. Патент України 19905. Спосіб обробки матеріалів різанням/ В.О. Маруніч. Бюл.№1-2007.
3. Тихомиров Р.А., Николаев В.И. механическая обработка пластмасс. – Л.: Машиностроение, 1975.
4. Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976.
5. П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский Планирование эксперимента в машиностроении. – Минск: Высшэйшая школа, 1985.
6. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981.— 184 с, ил.
7. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко С.Т. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. – Киев: Техника, 1977.

УДК 621.979.134

**В.О.Маковей, канд.техн.наук, доц., Ю.П.Бородій, асист., В.С.Куріхін, студ.
НТУ України "Київський політехнічний інститут", м.Київ, Україна**

ФОРМУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА РІЖУЧИХ КРОМКАХ ШТАМПІВ ТА НА ДЕТАЛЯХ МАШИН

В этой работе рассмотрено создание износостойких комбинированных покрытий различными методами, которые включают поверхностное пластическое деформирование и электроискровое легирование. Создано и испытано оборудование для нанесения и испытания комбинированных покрытий. Исследования показали, что комбинированное покрытие поверхностей трения уменьшает адгезионный износ наиболее эффективно на стадии приработки в 4-5 раз, а в дальнейшем – в 2 раза.

In this work is looked through the creation of wear-proof integrated coverings by different methods, which includes surface plastic deformation and electric-spark alloying. Equipment for application and testing of integrated coverings is created. Testing shows, that integrated covering of wear surfaces reduce adhesion wear mostly effective on wear-in stage in 4-5 times, and in 2 times in the future.

Умовами ефективної експлуатації штампів та деталей машин, наприклад колісних пар залізничного транспорту, є якісний та швидкий їх ремонт. Вирубні та пробивні штампи відносяться до екстремально навантажених трибосистем. Взаємодія між інструментом та заготовкою локалізована в безпосередній близькості від робочої кромки [1, 2], де в вузькій контактній зоні виникають високі навантаження, величина яких може досягати 1500...1800 МПа. Для технологічного оснащення (штампів, прес-форм), конструктивних елементів транспортних засобів, в тому числі рейок та коліс залізничного транспорту, вихід з ладу та спрацювання важконавантажених деталей вузлів тертя при обмеженому змащенні пов'язано з двома конкуруючими процесами - зношуванням та поверхневою втомою. Ці деталі та конструктивні елементи виготовлені головним чином з легованих високовуглецевих сталей (з вмістом вуглецю більше 0,7%). Запобігання зношуванню можливо нанесенням зносостійких покриттів різними методами (електроіскровим легуванням, газоплазмовим, іонно-плазмовим покриттям).