

©Холод А.В., Тарасюк А.П.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

1. Постановка проблемы

Технический прогресс порождает, с одной стороны, необходимость разработки новых материалов, а с другой создание новых технологических видов обработки таких материалов. Новые материалы открывают возможности для реализации новых конструкторских технологических решений. В настоящее время перспективы прогресса во многих отраслях связывают с широким применением полимерных композитов, на что указывает тенденция увеличения выпуска изделий из этих материалов.

Самым распространенным технологическим процессом формообразования изделий из полимерных композитов является механическая обработка лезвийным инструментом, которая способна обеспечить стабильно высокие эксплуатационные характеристики изделий.

В настоящее время достижения в области механики разрушения композитов дают возможность с позиции теории микро - и макроразрушения изучить процесс резания этих материалов, предложить новые подходы к созданию технологии процесса резания.

2. Цель исследования

Целью исследования является создание научных основ высокоэффективных процессов механической обработки полимерных композитов, базирующихся на использовании закономерностей механики и физических особенностей резания, установления оптимальных условий,

обеспечивающих получение изделий с новым конкурентоспособным уровнем функциональных свойств.

3. Основное содержание

Поиск возможных рациональных способов обработки волокнистых полимерных композитов базировался на том, что все физические способы могут быть реализованы, как правило, за счет:

- увеличения скорости деформирования обрабатываемого материала;
- выбора направления деформирования в соответствии с механическим строением композита;
- циклического изменения, в процессе резания, скорости и силы резания, по установленному в зависимости от структуры и свойств композита закону;
- минимизации фактической площади контактных поверхностей инструмента и времени их непрерывного контакта с микрообъемами обрабатываемого материала.

В наиболее полной мере изложенные условия можно выполнить за счет применения:

- высокоскоростного резания;
- вибрационного резания (в т.ч. в сочетании с высокоскоростным резанием);

Эффект высокоскоростной обработки обуславливается структурными изменениями материала (вследствие деформаций, осуществленных с большей скоростью) в месте отрыва стружки. При повышении скорости деформирования силы резания и температура первоначально растут, а потом, с достижением определенной скорости начинают существенно снижаться. Если высокие скорости резания сочетать с небольшим сечением среза, то это приводит к снижению выделения тепла и тепло, отводимое заготовкой и стружкой, концентрируется в стружке, не успевая переходить в заготовку.

Кривые деформации полимерных материалов имеют максимум, отвечающий пределу текучести – σ_T (рис.1).

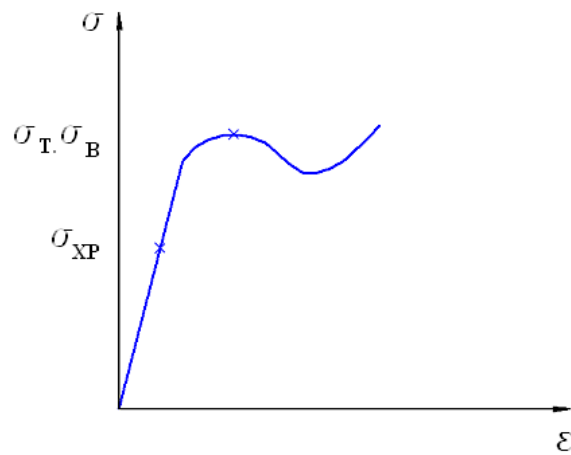


Рис. 1 – Зависимость напряжения от деформации полимерных материалов при заданной температуре и скорости нагружения

Значения σ_T при растяжении, сжатии и сдвиге имеет различные значения и зависят от скорости деформации. У полимеров в стеклообразном и кристаллическом состоянии максимум на кривой деформации соответствует пределу вынужденной высокоэластичной деформации σ_e . При низких температурах и больших скоростях полимеры разрушаются не доходя до предела текучести σ_T или σ_e , т.е. наблюдается хрупкое разрушение. Хрупкость проявляется в тех случаях, когда нарастание напряжений в твердом теле под действием деформации тел не сопровождается течением, пластичной деформации или каким либо другим процессом молекулярной перегруппировки, приводящим к релаксации этих напряжений. Практически же хрупкое разрушение наблюдается тогда, когда процессы релаксации играют малую роль или их скорость ниже скорости приложения механического воздействия. Особенно существенное значение это имеет для волокнистых полимерных структур, которые более устойчивы к механическим воздействиям, чем монолитная структура. Для гарантированного хрупкого разрушения полимерных волокон скорость приложения механического воздействия должна быть выше скорости релаксации напряжений. Применительно к резанию эта скорость находится в диапазоне соответствующей высокоскоростной обработке (500-2500 м/мин). Это является первым фактором, который обосновывает необходимость применения высокоскоростного резания при обработке

полимерных материалов, имеющих волокнистую структуру. Полимерные композиты состоят из двух материалов – матрицы и наполнителя, имеющих различные физико-механические и теплофизические свойства, в том числе и пределы прочности.

Ключевую роль в обеспечении прочности волокнистых композитов играет адгезионная прочность соединения «волокно-матрица» τ_0 в элементарной ячейке композита. От этого зависит по какому механизму будет происходить разрушение материала.

Зависимость прочности композита от прочности адгезионного соединения схематически представлена на рис. 2.

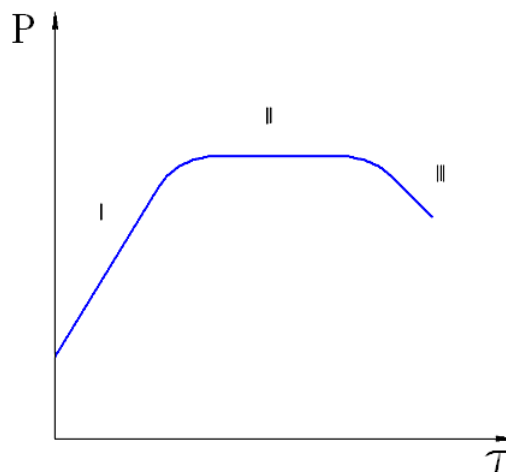


Рис. 2 – Зависимость прочности композита от прочности адгезионного соединения

При $\tau_0=0$ прочность P равна прочности пучка несвязанных волокон. Если разрушение происходит путем расслаивания по границе раздела, то увеличение адгезионной прочности приводит к увеличению прочности композита (I). Такая монотонная зависимость характерна для композитов на основе неорганических волокон и некоторых органопластиков. Участок (II) зависимости, на котором прочность композита не зависит от τ_0 , соответствует разрушению композита либо по волокну, либо по матрице. Такая зависимость наблюдается только для композитов на основе органических волокон. Существование области (III), когда увеличение τ_0 может привести к уменьшению прочности композита

возможно вследствие развития магистральной трещины при увеличении жесткости матрицы.

Выводы

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что необходимость применения высокоскоростной обработки волокнистых полимерных композитов определяется:

- необходимостью превышения скорости деформирования композита при резании над скоростью релаксации напряжений;
- необходимостью приближения характера разрушения композита к характеру разрушения гомогенной структуры;
- необходимостью снижения температуры резания и теплонапряженности процесса.

Список использованных источников:

1. Дрожжин В.И. Физические особенности и закономерности процесса резания слоистых пластмасс : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В. И. Дрожжин ; Харьк. политехн. ин-т. – Харьков :[б. и.], 1982. – 32 с.
2. Баранчиков В. И. Обработка специальных материалов в машиностроении : справочник / В. И. Баранчиков, А. С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2002. – 264 с.
3. Вerezub Н. В. Прогнозирование оптимальных режимов обработки изделий из композитов методом имитационного моделирования процесса резания / Н. В. Вerezub, И. А. Гончаренко // Сб. докладов Междунар. конф. "Интертехно*90". – Будапешт, 1990. – Т. 2. – С. 773–781.

Холод А.В., Тарасюк А.П. «Общие сведения об оптимизации процессов механической обработки волокнистых полимерных композитов».

В статье рассматривается применение скоростного резания для обработки волокнистых полимерных композитов.

Ключевые слова: скоростное резание, волокнистые полимерные композиты, лезвийные инструменты, структура материала.

Холод О.В., Тарасюк А.П. «Загальні відомості про оптимізацію процесів механічної обробки волокнистих полімерних композитів».

У статті розглядається застосування швидкісного різання для обробки волокнистих полімерних композитів.

Ключові слова: швидкісне різання; волокнисті полімерні композити; інструменти, обладнані лезами; структура матеріалу.

Kholod A.V., Tarasiuk A.P. “Understanding the optimization of machining processes of fibrous polymer composites”.

This article discusses the using of high-speed cutting processing of fibrous polymer composites.

Key words: cutting speed, fiber polymer composites, blade tools, the structure of the material.

Стаття надійшла до редакції 1 грудня 2011 р.