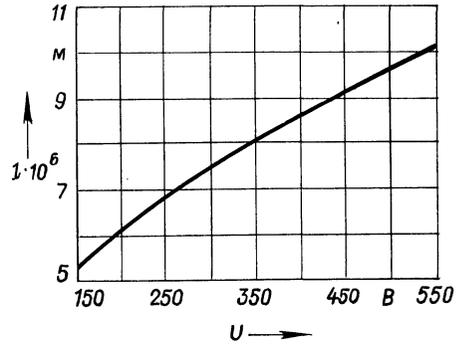


Рис. 2. Зависимость эффективной толщины парогоазовой оболочки от напряжения



Электролитный мостик достигнет (коснется) поверхности анода за время

$$\tau \approx T, \quad (8)$$

где T – период колебаний переменной составляющей электрического тока.

Время сближения электролитного мостика с поверхностью анода

$$\tau \approx l/v. \quad (9)$$

Подставив в формулу (9) значение τ из выражения (8), получим соотношение для определения толщины парогоазовой оболочки:

$$l = Tv. \quad (10)$$

Преобразовав формулу (10) с учетом (6) и (7), получим

$$l = \sqrt{TU\sqrt{\epsilon\epsilon_0/\rho}} = \sqrt{U/v\sqrt{\epsilon\epsilon_0/\rho}}, \quad (11)$$

где ν – частота колебаний переменной составляющей электрического тока.

На рис. 2 представлена зависимость эффективной толщины парогоазовой оболочки от напряжения, рассчитанная по формуле (11) при частоте тока $\nu = 0,5 \cdot 10^6$ Гц.

Поскольку парогоазовая оболочка является динамически устойчивой системой с непрерывно изменяющимися в некоторых пределах размерами, формула (11) позволяет рассчитать ее эффективную толщину.

УДК 621.91:678.5

В.Д. ГРИЦУК, М.Л. ЕРЕМЕНКО

РАЗРЕЗКА УГЛЕПЛАСТИКА АЛМАЗНЫМИ ОТРЕЗНЫМИ КРУГАМИ

Основными задачами в области исследования процесса резания композиционных материалов (КМ) являются, с одной стороны, раскрытие физической сущности самого процесса резания, отличающегося от процесса резания металлов, а с другой – разработка научно обоснованных нормативов режимов резания этих материалов.

Разрезка изделий из пластмасс вообще и из КМ в частности. – весьма рас-

пространенный процесс. Ее применяют для получения изделий требуемых размеров и форм из листовых материалов, плит и оболочек.

Разрезка подобных материалов может быть произведена ленточными и дисковыми пилами, дисковыми фрезами, абразивными и алмазными кругами, струями жидкости высокого давления, лазерным лучом. Однако при разрезке высокопрочных композиционных полимерных материалов не все из перечисленных методов находят эффективное применение. Наиболее результативными методами является разрезка КМ абразивными и алмазными кругами. Однако при использовании абразивных кругов наблюдается их интенсивное изнашивание, которое заключается как в выпадении отдельных зерен из-за истирания связки, так и в изнашивании самих зерен из-за сильного абразивного воздействия наполнителя композита. Кроме того, абразивные круги интенсивно засаливаются продуктами деструкции полимера. Интенсивность засаливания резко падает при обильном охлаждении водой. Однако недопустимостью использования охлаждения существенно ограничивается область применения для разрезки композитов абразивных кругов. Применение алмазного инструмента по сравнению с абразивным дает увеличение скорости резания, а следовательно, и производительности процесса в 1,5–3 раза и стойкости инструмента в десятки раз при улучшении качества обработки. Кроме того, алмазные отрезные круги позволяют производить разрезку без охлаждения.

Основная цель исследования процесса разрезки КМ алмазными отрезными кругами – разработка рекомендаций по выбору характеристик алмазного инструмента и назначение режимов резания, обеспечивающих максимальную стойкость инструмента, высокую производительность и требуемое качество обработки.

Для исследования процесса разрезки КМ на базе станка мод. 3В642Е была создана экспериментальная установка. Привод станка позволял получить 4 ступени вращения шпинделя с частотой 2480, 3430, 4930 и 6800 об/мин. С целью обеспечения продольной подачи стола на станке был дополнительно установлен привод, состоящий из двигателя постоянного тока и двухступенчатой клиноременной передачи. Блок управления позволял бесступенчато изменять частоту вращения двигателя до 3000 об/мин. Эксперименты проводились при следующих подачах: 0,5; 1; 1,5; 1,8; 2,5; 3 м/мин.

Алмазный отрезной круг устанавливался на шпинделе станка между фланцами, обеспечивающими повышение его жесткости, и закрывался защитным кожухом.

Исследовался процесс разрезки образца из однонаправленного углепластика типа КМУ-8 и углепластика КМУ-4Э с ориентацией волокон по двум направлениям.

Разрезка производилась кругами АСК на металлической связке зернистостью 200/160 и 400/315. Образцы устанавливались в специальном приспособлении, обеспечивающем их надежный зажим по всей длине реза. Приспособление помещалось на устройство для измерения вертикальной и горизонтальной составляющих сил резания. Предварительные эксперименты показали, что целесообразно использовать схему встречного резания как обеспечивающую лучшие показатели качества обработки. Качество получаемых образцов оценивалось по параметрам шероховатости поверхности реза, которые изме-

Табл. 1. Условия опытов полного двухфакторного эксперимента

Номер опыта	Кодированный уровень фактора		Фактический уровень фактора	
	S	$v_{кр}$	S , м/мин	$v_{кр}$, м/с
1	-1	-1	0,5	25
2	+1	-1	3	25
3	-1	+1	0,5	71
4	+1	+1	3	71

рялись с помощью профилографа-профилометра мод. 252. Прочность образцов определялась в процессе их испытаний на поперечный статический изгиб.

Измерение составляющих силы резания P_z и P_x осуществлялось при помощи тензометрических датчиков. Схема измерения — полумостовая. От тензодатчиков сигнал поступал на усилитель УТ-4-1, а от него — на светолучевой осциллограф Н 117/1.

Исследования процесса резки КМ проводились методами планирования однофакторного и двухфакторного эксперимента (табл. 1). В качестве переменных были взяты скорость вращения круга $v_{кр}$ и продольной подачи S . Регистрировались параметры Ra и σ_B .

По результатам экспериментов и математической обработки опытных данных получены следующие зависимости:

для углепластика КМУ-8

$$Ra = 0,1966 + 6,179 \cdot 10^{-2} S - 2,255 \cdot 10^{-5} v_{кр},$$

$$\sigma_B = 1291 - 0,7059 S + 0,6739 v_{кр};$$

для материала КМУ-4Э

$$Ra = 1,266 + 0,136 S + 0,61159 v_{кр},$$

$$\sigma_B = 1516 - 1,3146 S + 1,5461 v_{кр};$$

где S — скорость подачи, м/мин; $v_{кр}$ — скорость резания, м/с; Ra — параметр шероховатости, мкм; σ_B — предел прочности материала на изгиб, МПа.

На рис. 1—4 представлены результаты однофакторного эксперимента по разрезке образцов из углепластиков КМУ-8 и КМУ-4Э. Как видно из графиков, при малых скоростях резания с увеличением скорости подачи прочность материала снижается, поскольку с увеличением S растут силы резания, а следовательно, количество выделяемой теплоты, что ведет к деструкции материала.

Увеличение скорости резания способствует снижению нагрузки на зерно, а значит, и температуры резания, что благоприятно сказывается на сохранении показателей механических свойств материала.

При скорости резания свыше 70 м/с происходит разупрочнение материала из-за ухудшения теплообмена круга с окружающей средой и усиления вибраций.

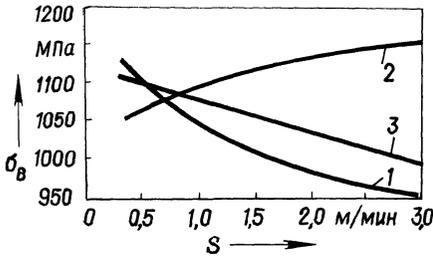


Рис. 1. Влияние подачи на σ_B материала КМУ-8:
 1 - $v_{кр} = 25$ м/с; 2 - $v_{кр} = 36$; 3 -
 $v_{кр} = 71$ м/с

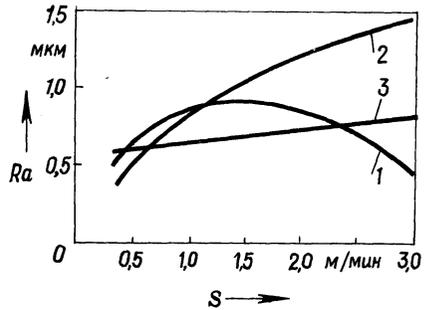


Рис. 2. Влияние подачи на шероховатость поверхности реза материала КМУ-8:
 1 - $v_{кр} = 25$ м/с; 2 - $v_{кр} = 36$; 3 -
 $v_{кр} = 71$ м/с

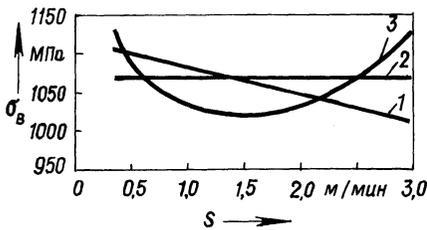


Рис. 3. Влияние подачи на σ_B материала КМУ-4Э:
 1 - $v_{кр} = 25$ м/с; 2 - $v_{кр} = 36$; 3 -
 $v_{кр} = 71$ м/с

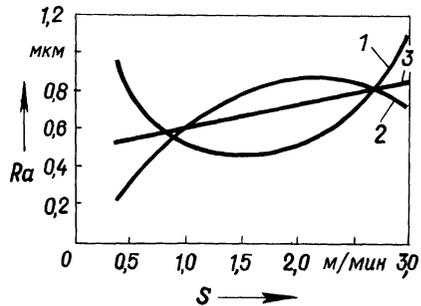


Рис. 4. Влияние подачи на шероховатость поверхности реза материала КМУ-4Э:
 1 - $v_{кр} = 25$ м/с; 2 - $v_{кр} = 36$ м/с;
 3 - $v_{кр} = 71$ м/с

Аналитические зависимости $\sigma_B = f(S)$ для углепластика КМУ-8 при различных значениях $v_{кр}$ имеют вид:

$$\sigma_B = 1108,63 - 12,27 \ln S \quad \text{при } v_{кр} = 25 \text{ м/с};$$

$$\sigma_B = 1118,52 S^{0,014} \quad \text{при } v_{кр} = 36 \text{ м/с};$$

$$\sigma_B = 1106,58 - 9,055 S \quad \text{при } v_{кр} = 71 \text{ м/с}.$$

Зависимости $Ra = f(S)$ для тех же условий:

$$Ra = 0,1376 + 0,526 S \quad \text{при } v_{кр} = 25 \text{ м/с};$$

$$Ra = 0,3119 + 0,5656 S - 0,093 S^2 \quad \text{при } v_{кр} = 36 \text{ м/с};$$

$$Ra = 0,671 + 0,053 S \quad \text{при } v_{кр} = 71 \text{ м/с}.$$

Для углепластика КМУ-4Э

$$\sigma_B = 676,87 - 15,33S \quad \text{при } v_{кр} = 25 \text{ м/с;}$$

$$\sigma_B = 627,75 + 20,19S \quad \text{при } v_{кр} = 36 \text{ м/с;}$$

$$\sigma_B = 151,6 - 681S + 138S^2 \quad \text{при } v_{кр} = 71 \text{ м/с;}$$

$$Ra = 0,9632 - 1,215S + 0,5398S^2 \quad \text{при } v_{кр} = 25 \text{ м/с;}$$

$$Ra = 0,1557 + 0,7195S - 0,20967S^2 \quad \text{при } v_{кр} = 36 \text{ м/с;}$$

$$Ra = 0,51 + 0,026S \quad \text{при } v_{кр} = 71 \text{ м/с}$$

(σ_B , МПа; Ra , мкм).

Во всех случаях необходимо использовать алмазные круги зернистостью не менее 200/160 с концентрацией алмазных зерен не менее 100 %. Новые и засаленные круги необходимо подвергать травлению в азотной кислоте для вскрытия алмазных зерен и правки. Для качественной обработки поверхности при высокой производительности процесса необходимо применять схему встречного резания.

УДК 628.517

Л.И. СЕРИКОВА, Н.С. ЗАВОЛОКИН,
Т.Н. КИСЕЛЕВА, Ф.А. БОГДАНОВИЧ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Оценка уровня безопасности технологического процесса производится с целью создания здоровых и безопасных условий труда и исключения производственных травм и профессиональных заболеваний работающих. Установлена номенклатура факторов безопасности как по единичным, так и обобщенным и комплексным показателям. Однако из-за отсутствия в действующих стандартах ССБТ и другой нормативно-технической документации номенклатуры показателей безопасности технологических процессов их выбор в основном осуществлялся экспертным путем.

В процессе выполнения исследований на Минском станкостроительном заводе имени С.М. Кирова были разработаны и четко определены конкретные обязанности служб, руководящих и инженерно-технических работников по обеспечению безопасных условий труда, в системе трехступенчатого контроля осуществлялся постоянный контроль за состоянием техники безопасности и производственной санитарии на рабочих местах.

Разработанная система позволяет характеризовать уровень охраны труда коэффициентом безопасности, тогда как раньше ему присваивались субъективные оценки "хорошо" или "плохо". В дополнение к общей системе охраны труда разработана методика определения коэффициента безопасности техноло-