

УДК 621.9.02; 678.674

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ С КОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН

Ю. М. ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ^а, М. И. МИХАЙЛОВ^{б+}, З. Я. ШАБАКАЕВА^б

Разработано композиционное покрытие на основе эпоксиполиэфирных смол. Установлено, что резцы с композиционным покрытием обладают более высокой износостойкостью, чем серийно выпускаемые резцы без покрытия. Проведены исследования износостойкости сборных резцов, имеющих композиционное покрытие на базовых гранях твердосплавных пластин.

Ключевые слова: сборные резцы, многогранные пластины, контурные площади касания, эпоксиполиэфирные смолы, композиционное покрытие, износостойкость резцов, эпоксиполиэфирные смолы, контурные площади касания, износ пластины.

Введение. Современные методики расчета прочности, жесткости и износостойкости сборного инструмента позволяют более полно учитывать технологические и конструктивные параметры его элементов. Основные показатели работоспособности сборных резцов, как показывают исследования, зависят от системы крепления многогранных пластин. Важным показателем работоспособности сборных резцов, где используются многогранные пластины, является износостойкость. Одной из основных характеристик сборных резцов, влияющих на их износостойкость, являются условия контакта между режущей пластиной и корпусом инструмента. Однако, в процессе изготовления твердосплавных пластин, в результате усадки сплавов, возникают отклонения не только в линейных размерах, но и в опорных (контурных) площадях пластин, которые в свою очередь влияют на износостойкость сборных инструментов [1].

Для улучшения условий контакта между режущей пластиной и корпусом инструмента предлагаются различные технологические методы, которые можно объединить в два направления: дополнительная обработка опорных граней пластин и нанесение на грани пластин композиционных покрытий. Использование композиционного материала в узлах крепления сборных режущих инструментов представляет практический интерес с точки зрения экономии дорогостоящих материалов, из которых изготавливают твердосплавные многогранные пластины, за счет увеличения их износостойкости. Учитывая условия работы сборных резцов и воздействие на материал покрытия силовых и термических нагрузок, эпоксиполиэфирные смолы, обладавая высокой адгезией к металлам, высокой прочностью и малой ползучестью под нагрузкой, подходят в качестве материала покрытия твердосплавных пластин.

Цель работы — повысить износостойкость сборных резцов за счет использования в качестве покрытия базовых граней многогранных пластин композиционного материала на основе эпоксиполиэфирных смол.

Постановка задачи. На износостойкость сборных резцов влияет качество изготовления твердосплавных пластин, одним из показателей которого является площадь контакта базовой грани пластины с державкой резца. Поэтому представляло интерес изучить количественные отклонения от нормы площадей касания опорных граней пластины. Для улучшения условий контакта было ре-

а Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАНБ. Беларусь, 246052, г. Гомель.

б Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого. Беларусь, 246000, г. Гомель, пр. Октября, 48.

+ Автор, с которым следует вести переписку.

шено использовать композиционное покрытие, обладающее высокой адгезией к твердым сплавам, прочностью и твердостью, а также низкой чувствительностью к перепадам температур. В качестве компонентов композиционного покрытия были выбраны эпоксидная и полиэфирная смолы с наполнителем — карбид кремния зеленый. Для определения влияния разработанного покрытия на износостойкость сборных резцов необходимо сравнить площади касания пластин с покрытием и без него, а также величины износа резцов.

Методы испытания. Для проведения статистических исследований контурных площадей касания базовых граней твердосплавных пластин, были выбраны три партии трех-, четырех- и пяти-гранных пластин, по 80 штук в каждой партии. Контурные площади касания базовых граней пластин определяли по методике тонких окрашивающих покрытий [2]. Для оптимизации состава композиционного материала покрытия по критерию адгезионной прочности использовали методику центрального ротатабельного планирования второго порядка. Физико-механические характеристики материалов оценивались по стандартным методикам: предел прочности при сжатии, с определением модуля упругости (ГОСТ 4651—80), предел прочности при растяжении (ГОСТ 11262—80), твердость материала по Виккерсу (ГОСТ 15150—69), а также плотность материала. Триботехнические характеристики материала определяли на модифицированной машине трения МПТ-1, позволяющей в широких пределах варьировать нагрузочно-скоростные параметры. Исследования теплостойкости проводили по методу Вика [3].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Оптимизацию состава композиционного покрытия производили по адгезионной прочности образцов, соединенных встык с помощью полимерного материала покрытия, путем измерения силы, вызывающей разрушение склейки при испытании на разрыв [4]. Уровни факторов и интервалы варьирования выбирали по результатам предварительных экспериментов. В результате обработки экспериментальных данных был определен предварительный состав покрытия для сплавов Т15К6 и ВК8 (табл. 1).

Таблица 1. Составы оптимальных покрытий

Содержание компонентов, мас. ч.				Марка твердого сплава
Эпоксидная смола	Полиэфирная смола	Пластикатор	Наполнитель	
100	80	40	100	Т15К6
100	50	40	55	ВК8

Физико-механические характеристики материала полученного покрытия имели следующие значения: предел прочности при сжатии — 320÷506 МПа, растяжении — 23 МПа, твердость — 22 МПа, плотность — $1,502 \cdot 10^3$ кг/м³. Исследование теплостойкости материала показало, что материал отвержденный при температуре 293 К обладает теплостойкостью до 473 К, а материал, отвержденный в интервале температур 393—523 К.

Исследование фрикционных характеристик материала позволило получить зависимости коэффициента трения, температуры в зоне контакта от нагрузки и скорости (рис. 1). Анализ результатов показал, что при скорости 0,25 м/с коэффициент трения при нагрузке от 0,3 до 1,3 МПа увеличивался незначительно, рост температуры в зоне трения также был незначителен. При увеличении нагрузки коэффициент трения увеличивается пропорционально нагрузке, и достигает максимального значения 0,43 при давлении 2,8 МПа, температура в зоне трения при этом составляет 460 К, износ материала увеличивается. При скорости трения 0,5 м/с коэффициент трения вначале линейно увеличивался, и при достижении нагрузки 1,3 МПа он составляет 0,43. С ростом нагрузки коэффициент трения уменьшается за счет увеличения в зоне трения температуры и размягчения материала. Так, при нагрузке 2,8 МПа и температуре в зоне трения 450 К коэффициент трения снижается до 0,4, что свидетельствует о деструкции материала покрытия.

Составы композиционного покрытия наносили на базовые грани твердосплавных пластин. Для упрощения сравнения контурных площадей касания различных форм пластин и сопоставления получаемых результатов в качестве критерия использовалась относительная контурная площадь касания, определяемая по формуле:

$$S_{ij} = S'_{ij}/S_{nj},$$

где S'_{ij} и S_{ij} — соответственно относительная и действительная контурные площади касания i -й грани j -й пластины; S_{nj} — номинальная площадь i -й грани.

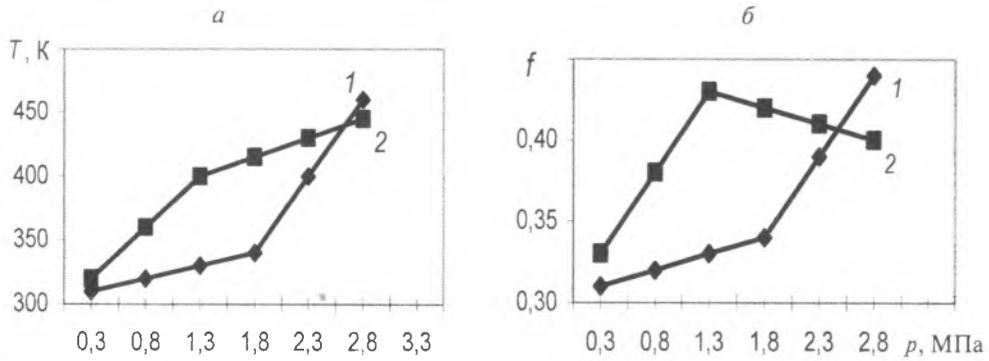


Рис. 1. Зависимость температуры от нагрузки (а) и коэффициента трения (б) при различных скоростях резания v :
1 – $v = 0,25$ м/с; 2 – $0,5$ м/с

Численные значения относительных контурных площадей касания подвергали статистической обработке. Анализ форм контурных площадей касания граней пластин производили по расчетным значениям площадей касания базовых граней пластин с “эталонной плоскостью” (рис. 2).

Было проведено сравнение пятен контакта для трех форм пластин с покрытием и без покрытия. Оказалось, что среднее значение относительная контурная площадь касания опорных граней твердосплавных многогранных пластин без покрытия составляет: $\bar{S}_{ij} \approx 32,9\%$ и не превышает 51% у трехгранных пластин, $\bar{S}_{ij} \approx 34,7\%$ и 43,5% у четырехгранных, $\bar{S}_{ij} \approx 23,4$ и 37,3% у пятигранных пластин. Применение полимерных композиционных покрытий на базовых гранях пластин позволяет увеличить расчетную контурную площадь касания этих же пластин: трехгранных до 85%, четырехгранных – 72%, пятигранных – 70%.

Сравнительные исследования износостойкости сборных резцов с твердосплавными многогранными пластинами с композиционным покрытием и без него проводили на токарно-винторезном станке модели 16К20. Обработывались заготовки (вал) из стали 40. Перед испытаниями было произведено измерение жесткости станка, которая соответствовала нормативной: перемещения суппорта составляли 0,22 мм при нагрузке 1,2 кН. Режимы обработки, при которых проводились испытания, были следующие: глубина резания $t = 2$ мм; подача $s = 0,8$ мм/об; скорость резания $v = 97...117$ м/мин [5]. Измерение износа осуществляли на микроскопе МИР-2 по задней поверхности пластины (рис. 3, а). Зависимость износа резцов от времени имеет нелинейный вид (рис. 3, б), что связано с характером изнашивания передней и задней поверхностей пластин. Кроме того, на режущей кромке имеются микровыкрашивания, которые повышают интенсивность изнашивания. Износ пластин с покрытием почти линейно изменялся от времени. Это объясняется тем, что в изнашивание основном проис-

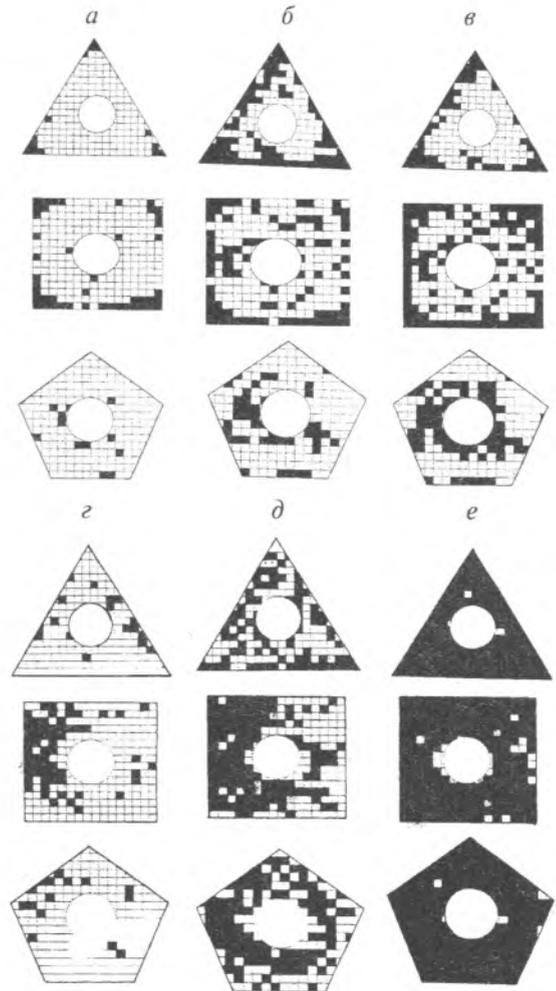


Рис. 2. Расчетные площади касания пластин различной формы и вероятности φ : а, г – $\varphi = 0,5$; б, д – $0,4$; в, е – $0,25$; а–в – без покрытия; г–е – с покрытием

ходит по задней поверхности, микровыкрашивания на режущей кромке не наблюдаются. Результаты испытаний свидетельствуют, что износостойкость резцов с композиционным покрытием в $\approx 1,4$ раза больше, чем в резцах без покрытия.

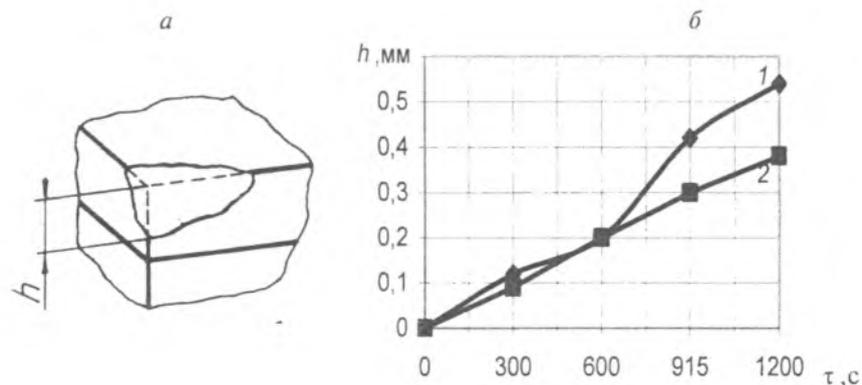


Рис. 3. Характер износа пластины сборных резцов (а) и зависимость их износа от времени (б): 1 — без покрытия; 2 — с покрытием

Заключение. Таким образом проведенные исследования показали, что композиционный материал на основе эпоксиполиэфирных смол может использоваться в элементах сборных резцов для покрытия базовых граней твердосплавных многогранных пластин. Было установлено, что расчетная площадь касания у пластин с покрытием больше, чем у пластин без покрытия в $1,4 \div 1,6$ раза. В результате этого износостойкость сборных резцов с композиционным покрытием увеличилась в $1,3 \div 1,4$ раза по сравнению с серийно выпускаемыми резцами без покрытия (ТУ 2-035-811-81, ГОСТ 199064—80).

Обозначения

S'_{ij} — действительная контурная площадь касания; S_{ij}, \bar{S}_{ij} — относительная контурная площадь касания i -й грани j -й пластины и ее среднее значение; S_{ni} — номинальная площадь i -й грани; h — величина износа пластины по задней поверхности; t — глубина резания; v — скорость резания; S — подача инструмента, τ — время работы резца; φ — вероятность обнаружения в зоне контакта контурной площади касания определенной конфигурации.

Литература

1. Михайлов М. И. Повышение прочности сборного режущего инструмента. — Минск: Наука і тэхніка. — 1993
2. Демкин Н. Б. Фактическая площадь касания твердых поверхностей. — М.: АН СССР. — 1962
3. Михайлов М. И., Шабакеева З. Я., Левин И. А. Исследование фрикционных характеристик композиционного материала для покрытия СМ пластин // Современные проблемы машиноведения: Матер. междунар. науч. — техн. конф. — Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. — 2002, 30
4. Белый В. А., Егоренков Н. И., Плескачевский Ю. М. Адгезия полимеров к металлам. — Минск: Наука и техника. — 1971
5. Типовые нормы износа и стойкости режущего инструмента: Руководящие материалы. — М.: НИИавтопром. — 1971

Поступила в редакцию 30.09.04

Pleskachevsky Y. M., Mikhailov M. I., and Shabakaeva Z. Y. The efficiency of collapsible cutters with a composite coating of polyhedral blades.

A composite coating has been developed on the base of epoxyetheral resins. The cutters with the composite coatings turned to be more wear resistant than batch-produced ones without the coating. Wear resistance of the collapsible cutters with the composite coating on the basic faces of the hardalloyed blades has been studied.