

О ВЛИЯНИИ ПОЛИПРОПИЛЕНА НА ОБРАБОТКУ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

В статье описаны результаты исследований использования полипропиленовой клейкой ленты в качестве смазочно-охлаждающего технологического средства при резании алюминиевого сплава Д16. Приведены данные об изменении усилий резания при точении в различных средах. Оценено влияние полипропилена на качество обработанной поверхности.

The article describes the results of researches of the use of polypropylene adhesive tape as a lubricant-cooling technological means at cutting aluminum alloy D16. It presents data on changes in cutting forces when turning in different environments. It is estimated influence of polypropylene on the quality of the treated surface.

Ключевые слова: точение, смазочно-охлаждающие технологические средства, алюминиевые сплавы.

Введение

При обработке металлов необходимо, чтобы время, затрачиваемое на изготовление детали, было минимальным. Это время зависит от многих факторов. Значительное влияние оказывает внешняя среда, в которой осуществляется резание [1].

Важная роль смазочно-охлаждающих технологических средств, как необходимого элемента современного технологического процесса, большого резерва повышения производительности и качества механической обработки металлов резанием, стала общепризнанной. В настоящее время известно о значительном повышении эффективности промышленных смазочно-охлаждающих технологических средств за счет введения в их состав различных полимеров [2].

Актуальность темы

Сложность обеспечения высокого качества получаемой поверхности деталей – это одна из главных проблем механической обработки резанием алюминиевых сплавов, которая объясняется склонностью указанных сплавов к фрикционному переносу и, в частности, к интенсивному наростообразованию на лезвии режущего инструмента в широком диапазоне изменения режимов резания. Эти процессы в основном и вызывают нестабильность стружкообразования и увеличение шероховатости обработанных поверхностей.

Повышение требований к производительности технологических операций лезвийной обработки металлов, в частности точением, сделало особенно актуальной проблему увеличения режимов резания при одновременном получении заданного качества обработанных поверхностей деталей. Одним из путей обеспечения указанной интенсификации является использование смазочно-охлаждающих технологических средств [4].

Известно, что присутствие в зоне резания полимерсодержащих СОТС, даже в небольшом количестве, резко уменьшает шероховатость, что сопровождается и стабилизацией стружкообразования, и уменьшением радиуса завивания стружки. Характерно положительное действие присадок, молекулы которых содержат удлиненную углеводородную цепь.

Высокое сродство алюминия с кислородом, а также особо высокие механические свойства оксида Al_2O_3 , по сравнению с обрабатываемым алюминиевым сплавом, обуславливают и особую роль кислорода среди компонентов СОТС [3].

Так как полимерсодержащие среды в основном создаются на основе растворов и дисперсий высокомолекулярных соединений, то наиболее распространенными способами подачи СОТС в зону резания являются полив напорной струей смазочно-охлаждающей жидкости зоны обработки либо распыление дисперсий высокомолекулярных соединений на контактирующие поверхности обрабатываемого материала и инструмента [2].

Такие способы подачи непременно сопровождаются затратами на производство концентратов СОТС, их транспортировку к машиностроительному предприятию и прочее. К тому же, имеют место сильное разбрызгивание жидкости, трудность обеспечения в производственных условиях нужного направления струи СОТС на режущую кромку инструмента, необходимость их тщательной очистки, с целью исключения засорения сопла, обязательно оснащение станка специальной насосной станцией и подающими устройствами и т.п [5].

При этом возрастающие требования к экологической безопасности металлообрабатывающих производств выдвигают на первый план проблему рационального применения смазочно-охлаждающих технологических средств, которые, являясь одним из главных факторов увеличения производительности и обеспечения высокого качества продукции, остаются одним из основных источников загрязнения окружающей среды машиностроительными предприятиями.

К тому же, с каждым годом повышаются требования к стабильности, универсальности, сроку эксплуатации СОТС. Особенно актуальны эти условия на предприятиях, расположенных в южных регионах, где под воздействием окружающей среды они претерпевают различные изменения, склонны к гниению. Вместе с этим смазочно-охлаждающие технологические средства должны быть безопасными для станочников.

Таким образом, для решения вышеперечисленных проблем была поставлена комплексная задача реализации такого способа подачи СОТС в зону резания, который исключал бы основные недостатки уже известных способов. При этом применяемое СОТС должно обеспечивать получение высокого качества обработанной поверхности, не содержать в своем составе кислородных групп, быть экологически чистым, сравнительно не дорогостоящим, стойким к гниению, соответствовать санитарно-гигиеническим и противопожарным нормам.

Предлагаемое решение поставленной задачи

Одним из возможных решений задачи рационального применения смазочно-охлаждающих технологических средств при обработке алюминиевых сплавов может стать предлагаемый новый способ подачи СОТС в зону резания, использующий эффекты, связанные с применением полимеров при резании металлов и заключающийся в наматывании полипропиленовой клейкой ленты на обрабатываемую поверхность заготовки.

Полипропилен входит в группу полиолефинов, то есть полимеров, синтезированных из олефиновых мономеров, являющихся основными промышленными термопластами. Поверхность полипропилена обладает «жирными» свойствами, что делает невозможным адгезию к нему многих материалов. Полипропиленовые ленты производятся безопасными для здоровья.

Для изучения влияния полипропилена на процесс резания были проведены следующие эксперименты. В качестве заготовки был выбран прокат алюминиевого деформируемого сплава Д16 круглого сечения диаметром 25мм, который был закреплен в патроне токарно-винторезного станка.

На обрабатываемую поверхность была намотана полипропиленовая клейкая лента. Затем проводилось точение резцом с твердосплавной пластиной Т15К6. Замеры составляющей силы резания P_z проводились с помощью токарного динамометра. Качество обработанной поверхности было оценено визуально с помощью лабораторного микроскопа при увеличении в 50 раз.

Экспериментальное измерение составляющей силы резания динамометром с целью исключения влияния побочных факторов и определения зависимостей велось с поочередно изменяющимися значениями глубины резания, подачи и числа оборотов шпинделя. Остальные режимные параметры и геометрические параметры резца на протяжении экспериментов оставались постоянными. Численные значения силы резания были протоколированы (таблица 1, 2, 3).

Таблица 1

Экспериментальные значения сил резания при изменении глубины резания

Режимы резания			Силы резания, Н	
t, мм	S, мм/об	n, об/мин	на воздухе	в полипропилене
0,5	0,2	800	153,76	135
0,7			192,2	153,76
0,9			269	211,42
1,1			384,4	307,52
1,3			423	384,4

Таблица 2

Экспериментальные значения сил резания при изменении подачи

Режимы резания			Силы резания, Н	
S, мм/об	t, мм	n, об/мин	на воздухе	в полипропилене
0,05	0,5	800	38,44	38,44
0,1			76,88	57,66
0,2			115,32	96,1
0,25			153,76	115,32
0,3			192,2	153,76

Таблица 3

Экспериментальные значения сил резания при изменении чисел оборотов шпинделя

Режимы резания			Силы резания, Н	
n, об/мин	t, мм	S, мм/об	на воздухе	в полипропилене
500	0,5	0,2	115,32	115,32
630			115,32	96,1
800			115,32	96,1
1000			134,45	115,32
1250			153,76	134,45

Анализ результатов исследования

Полученные результаты проведенных экспериментов были аппроксимированы с помощью программы «Аппроксимация функций $y = f(x)$ методом наименьших квадратов» А.В. Малыгина.

Указанная программа, примененная для построения графической зависимости, также позволяет определить константы уравнения силы резания.

Аппроксимация используется потому, что основным требованием было построение кривой, которая воспроизводила бы график исходной экспериментальной закономерности, то есть была максимально близка к экспериментальным точкам, но в то же время была бы нечувствительна к случайным отклонениям измеримой величины. Аппроксимацию экспериментальных данных в общем случае можно производить с использованием, например линейной зависимости, многочленами n -й степени и т.п. Однако в резании металлов преимущественное распространение нашли уравнения степенного вида, как наиболее универсальные и позволяющие, выводя обобщенные уравнения, учитывать влияние на исследуемый параметр нескольких факторов.

В общем случае, через экспериментальные точки проводится плавная выравнивающая линия, графически приближенно выражающая искомую функциональную зависимость $P_z = f(x)$. Для достижения точности, необходимой в инженерных расчетах, достаточно при аппроксимации взять на выравнивающей кривой пять точек [4]. На рис. 1, 2, 3 представлено графическое выражение в линейных координатах результатов измерения сил резания при точении на воздухе и в полипропилене.

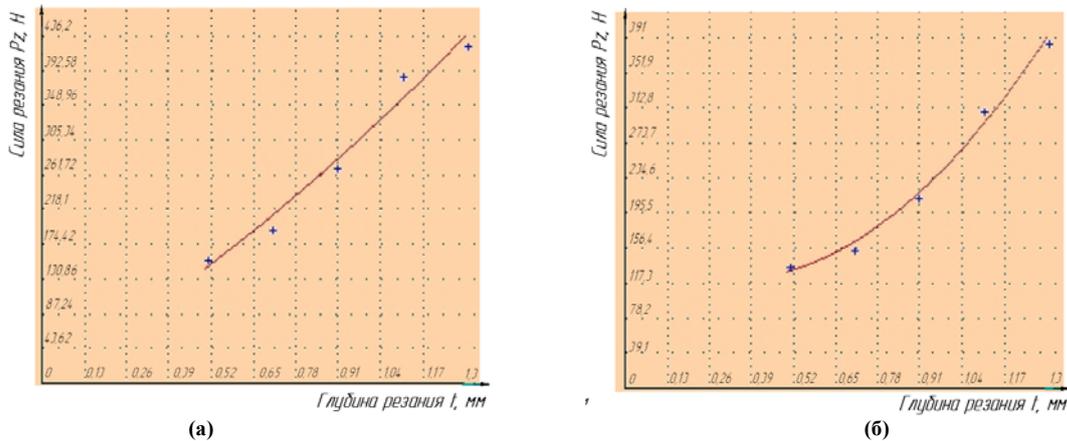


Рис. 1. Графическое выражение в линейных координатах результатов измерения сил резания при изменении глубины резания (а) точение на воздухе, (б) точение в полипропилене

$P_z(t) = 6,4 + 240,24 \cdot t + 69,5 \cdot t^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении на воздухе. $P_z(t) = 146,4 - 170,91 \cdot t + 276,21 \cdot t^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении в полипропилене.

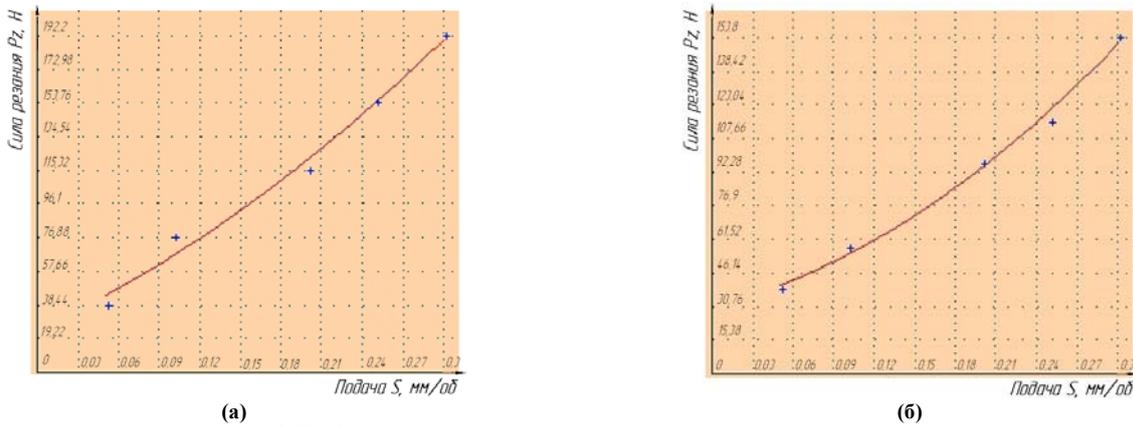


Рис. 2. Графическое выражение в линейных координатах результатов измерения сил резания при изменении подачи (а) точение на воздухе, (б) точение в полипропилене

$P_z(S) = 24,46 + 356,94 \cdot S + 648,99 \cdot S^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении на воздухе. $P_z(S) = 30,58 + 157,88 \cdot S + 811,23 \cdot S^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении в полипропилене.

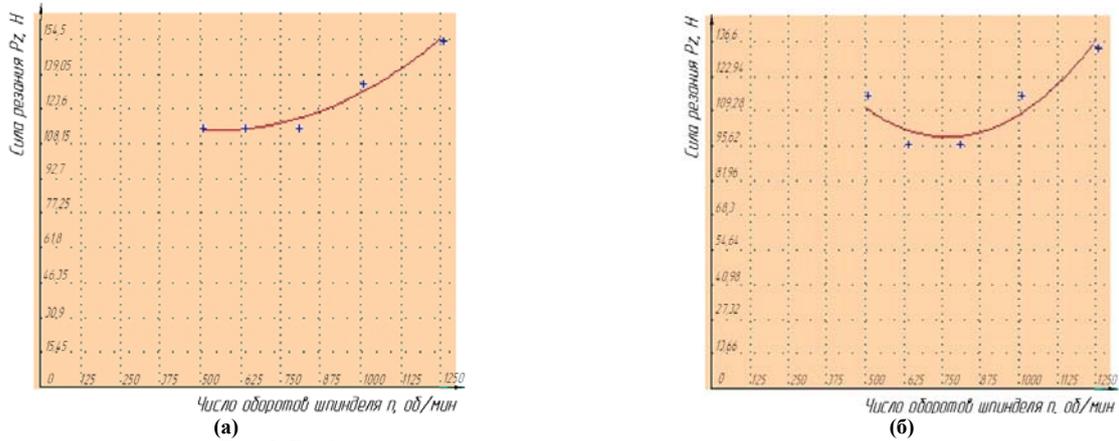


Рис. 3. Графическое выражение в линейных координатах результатов измерения сил резания при изменении скорости резания (а) точение на воздухе, (б) точение в полипропилене

$P_z(n) = 141,94 - 0,098 \cdot n + 0,00009 \cdot n^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении на воздухе. $P_z(n) = 195,2 - 0,25 \cdot n + 0,00016 \cdot n^2$ – функция, выражающая зависимость силы резания от глубины резания при точении в полипропилене.

Таким образом, полученные функциональные зависимости позволяют рассчитать значение силы резания при изменении режимных параметров. Полученные экспериментальные значения демонстрируют уменьшение сил резания при обработке в полипропилене, по сравнению с точением на воздухе, которое в среднем составляет:

- при изменении числа оборотов шпинделя – 15 %;
- при изменении глубины резания – 16,7 %;
- при изменении подачи – 17,2 %.

На рис. 5, 6, представлены фотографии обработанной поверхности прутка при увеличении в 50 раз. Сравнивая изображения, можно констатировать факт получения поверхности значительно лучшего качества после точения в полипропилене, чем после обработки на воздухе.

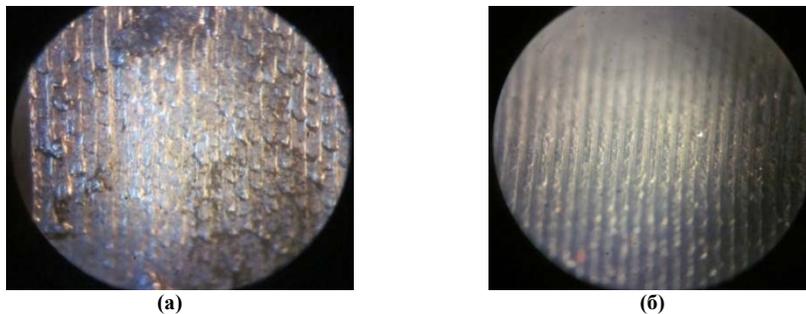


Рис. 5. Поверхность, полученная после точения ($n=800$ об/мин, $S=0.2$ мм/об, $t=0.9$ мм, увеличение 50) (а) на воздухе; (б) в полипропилене



Рис. 6. Поверхность, полученная после точения ($n=1250$ об/мин, $S=0.2$ мм/об, $t=0.5$ мм, увеличение 50) (а) на воздухе; (б) в полипропилене

Выводы

Проведенный анализ практических результатов показывает, что предлагаемый способ подачи СОТС в зону резания, заключающийся в наматывании полимерсодержащей клейкой ленты на обрабатываемую поверхность детали, позволяет повысить производительность технологической операции, что подтверждается проявлением эффекта уменьшения усилий резания. Основным преимуществом этого

способа является то, что для его реализации не требуются дорогостоящие специальные и дополнительные системы и оборудование. Также можно отметить предельную простоту в использовании по сравнению с ранее известными способами. Применение полипропиленовой клейкой ленты в качестве СОТС при точении алюминиевого сплава Д16 позволяет уменьшить шероховатость полученной поверхности, по сравнению с точением на воздухе.

Можно полагать, что наиболее вероятным объяснением уменьшения сил резания при точении с одновременным получением высокого качества поверхности, является исключительное влияние полипропилена. В зоне резания с повышением температуры происходит многостадийная термомеханохимическая деструкция полимера с образованием на конечном этапе низкотемпературной плазмы. Плазма в основном состоит из активных форм водорода и радикалов, которые взаимодействуют с обрабатываемым металлом и облегчают процессы деформирования и разрушения [1].

Полипропиленовая лента удовлетворяет экологическим, санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям, предъявляемым к промышленно используемым СОТС.

Литература

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке металлов. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. / Сошко А. И., Сошко В. А. – Херсон: Олди-плюс, 2008. – 390 с., ил.
2. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/Под ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. 352с., ил.
3. Аксенов А.Ф. Трение и изнашивание металлов в углеводородных жидкостях. М.: Машиностроение, 1977. – 149с., ил.
4. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 304с., ил.
5. Худобин Л.В., Бердичевский Е.Г. Техника применения смазочно-охлаждающих технологических средств в металлообработке. М., «Машиностроение», 1977. – 189с., ил.

Надійшла 26.4.2011 р.