

УДК 621.91

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СОТС

Бергер Е. Э., Абрамец В. И., Грубник А. В., Ковалева И. Н.

*ФГБОУ ВО «Херсонский технический университет», Геническ, Россия
E-mail: berger.61@mail.ru*

Данная работа посвящена исследованию влияния полимерсодержащих СОТС на величину составляющих силы резания при механической обработке металлов и анализу степени влияния элементов режимов резания (показателей степени) и коэффициентов на силовые характеристики при чистовом растачивании с полимерсодержащим СОТС.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические средства, полимеры, сила резания, скорость резания, глубина резания, подача.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ состояния исследований в области создания полимерсодержащих смазочно-охлаждающих технологических средств (далее СОТС) и механизмов их влияния на процессы диспергирования и разрушения металлов позволяет считать, что такие СОТС наиболее перспективны в связи с их чрезвычайно высокой эффективностью, механизм их влияния принципиально отличен от традиционных технологических составов и поэтому такие СОТС следует рассматривать как средства нового поколения. Однако далеко не все вопросы этого сложного процесса взаимодействия технологических средств с деформируемым металлом достаточно хорошо изучены, что часто не позволяет обнаружить возможные резервы их эффективности в каждом конкретном случае [1].

Изучение механизма взаимодействия жидких и газовых сред с деформируемым металлом и разработка на этой основе новых эффективных смазочно-охлаждающих технологических средств является важной и своевременной задачей.

Целью данного исследования является изучение влияния полимерсодержащих СОТС на величину составляющих силы резания при механической обработке металлов. В нашем случае это чистовое растачивание образца из стали 45 ГОСТ 4543-2016.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее экономичным решением этой задачи является увеличение скорости резания V , уменьшение параметров шероховатости обработанной поверхности при существенном снижении сил резания P_z и P_y . Это возможно осуществить введением в зону резания полимерсодержащих СОТС [1].

Прежде всего, нужно выделить условия, которым должны соответствовать полимерсодержащие СОТС. К таким условиям, которые бы обеспечивали наибольший эффект от применения СОТС на полимерной основе, следует отнести следующие:

1. Высокомолекулярные цепи полимера, которые входят в состав СОТС, должны разрушаться на нагретых поверхностях (стружка, инструмент, обрабатываемый материал) с образованием низкомолекулярных соединений и атомов, содержащихся в цепи полимера.

Это условие легко выполняется, т.к. термодеструкция полимеров происходит при низких температурах. Например, пиролиз полиэтилена высокого давления начинается уже при температурах 100–120 °С. Считается, что он термоустойчив до 290 °С, а при 360 °С происходит интенсивное образование летучих продуктов, в то время как при резании температура на металлических поверхностях достигает 800 °С и выше.

2. При пиролизе полимера должны образовываться низкомолекулярные углеводородные соединения, атомы водорода и углерода. Возможно и образование других веществ. Например, соединения хлора, которые обладают высокими антизадирными свойствами. В этом случае ювенильные, каталитические активные поверхности усиливают процесс деструкции до образования атомарных продуктов.

Второе условие также легко выполняется, т.к. в качестве полимерной присадки к СОТС можно использовать полиэтилен, в составе которого находятся только атомы водорода и углерода, или поливинилхлорид (ПВХ), где, кроме водорода и углерода, содержатся атомы хлора. Ювенильными поверхностями, на которых происходит диссоциация продуктов пиролиза, являются трущиеся металлические поверхности в зоне резания.

3. Необходимо, чтобы полимерная присадка обладала высокой молекулярной массой. В общем случае должно выполняться такое правило: чем больше молекулярная масса, тем с большей скоростью происходит термодеструкция, тем большая концентрация активных продуктов, вызывающих высокий эффект в зоне резания. Например, молекулярная масса полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) должна быть свыше 200 тыс. единиц, а ПВХ – свыше 75 тыс. единиц.

4. В составе СОТС полимерная присадка должна быть не только определенного состава, но и необходимой концентрации. Проведенные ранее исследования показали, что оптимальная концентрация полимера в СОТС должна быть в пределах 0,5–1 % [2].

Эксперимент проводился на токарно-винторезном станке мод. 16К20 с целью определения по экспериментальным данным степени влияния элементов режима резания (показателей степени) и коэффициентов на силы резания в эмпирических уравнениях [3]:

$$P_z = 10 C_p t^{X_{pz}} S^{Y_{pz}} V^{n_{pz}}, \quad (1)$$

$$P_y = 10 C_p t^{X_{py}} S^{Y_{py}} V^{n_{py}}. \quad (2)$$

Опытный образец (втулка из стали 45 ГОСТ4543 – 2016) обрабатывался расточным резцом, оснащенным пластинкой твердого сплава Т15К6 при варьировании глубины резания от 0,5 мм до 1 мм.

За основу принят принцип относительного сравнения сил резания P_z и P_y при обработке стали без СОТС, и с введением полимерсодержащих СОТС в зону резания. Силы резания определялись шестикомпонентным токарным динамометром УДМ-600. Каждый эксперимент начинался без СОТС для постоянного контроля калибровки динамометра и фиксации базовой точки в линейной зоне его работы, а заканчивался продолжением обработки той же поверхности на тех же режимах без остановки с введением в зону резания полимерсодержащего СОТС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе эксперимента были получены данные зависимости сил резания от скорости, глубины и подачи резания с применением полимерсодержащего СОТС и без него. Результаты приведены на (рис. 1).

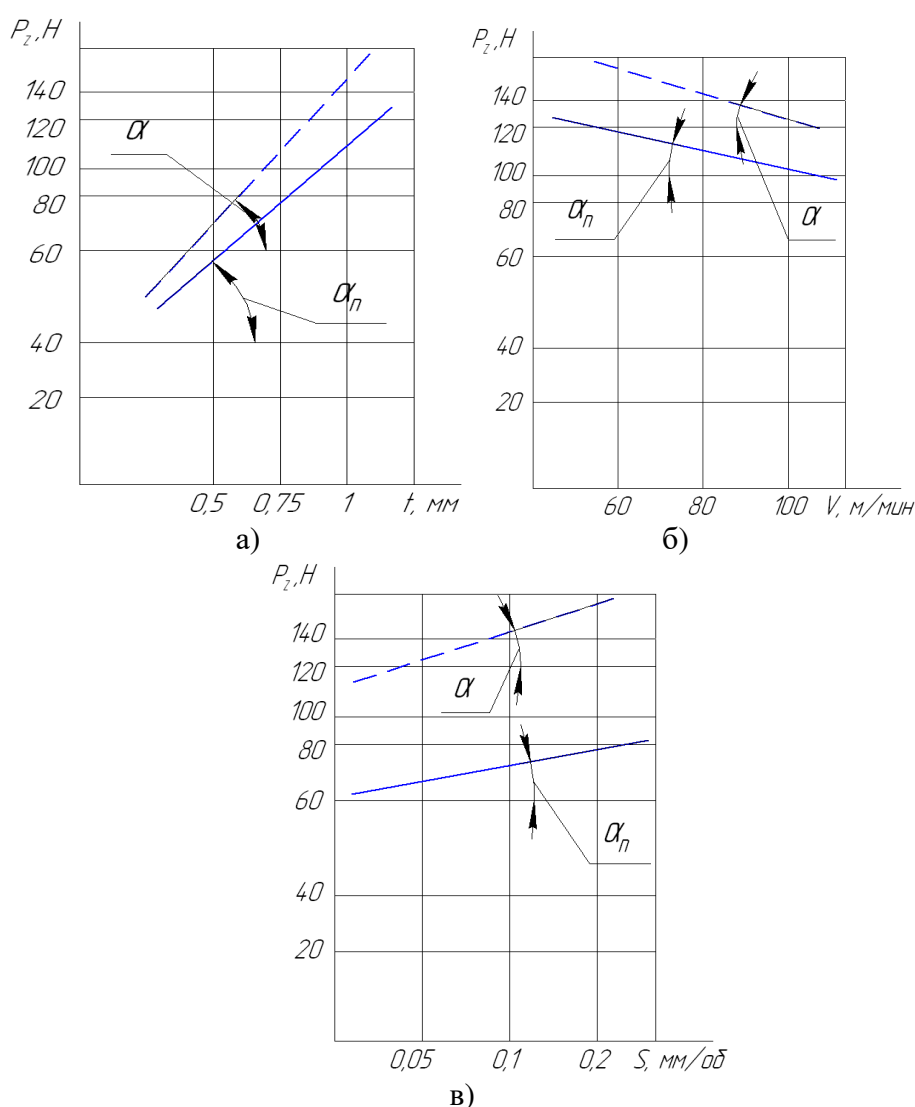
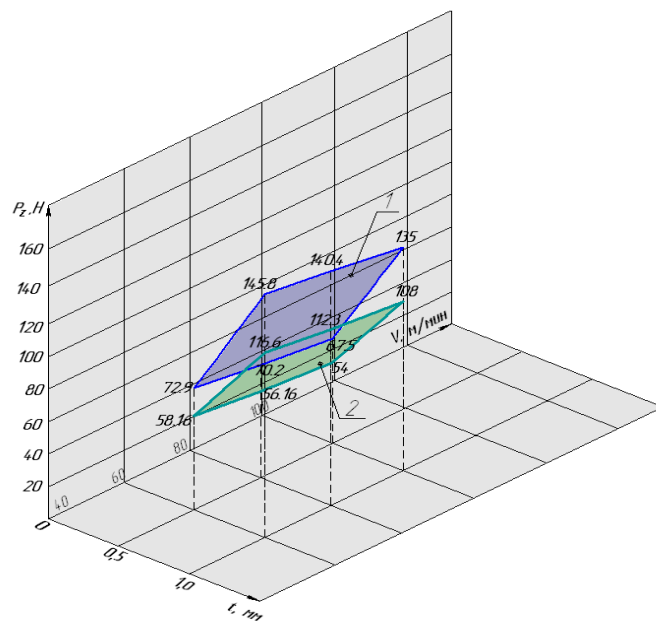
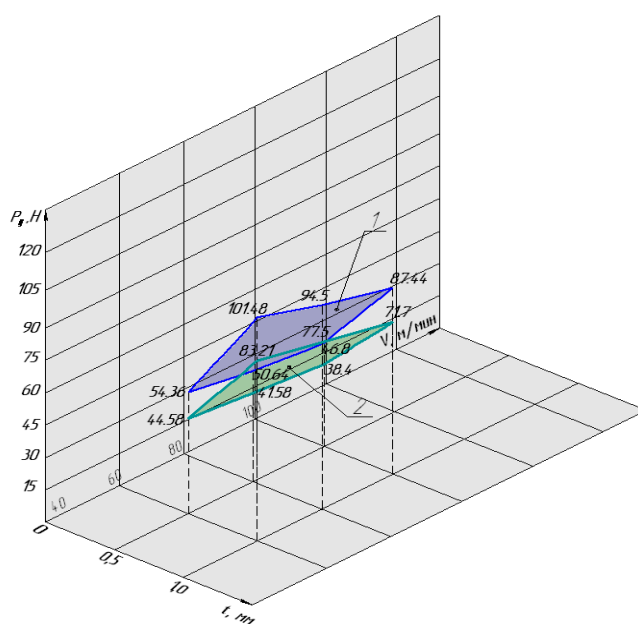


Рис. 1. Графики зависимости силы резания P_z от глубины резания а); от скорости резания б); и от подачи в): пунктирные линии – всухую; сплошные – с применением полимерсодержащего СОТС.

Были составлены сводные номограммы зависимостей сил резания от скорости и глубины резания, которые представлены на (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2. График зависимости сил резания P_z (а) и P_y (б) от режимов резания при чистовом растачивании стали 45: 1 – всухую; 2 – с полимерсодержащим СОТС.

Был проведен анализ степени влияния элементов режимов резания (показателей степени) и коэффициентов на силы резания при чистовом растачивании с полимерсодержащим СОТС.

Для практического использования в технических расчетах используем эмпирические уравнения (1) и (2), где C_p – коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств обрабатываемого материала и условий обработки; X_p , Y_p , p_p – показатели степеней, зависящие от обрабатываемого материала, условий обработки и других факторов [3].

При определении значений: C_{pz} , X_{pz} , Y_{pz} , p_{pz} используем графоаналитический метод. По результатам первой части экспериментов (когда переменной была глубина резания) в полулогарифмических координатах строим зависимость силы P_z от глубины резания с использованием полимеров (рис. 1а); по результатам второй части (когда переменной была подача) строим зависимость силы P_z от скорости резания (рис. 1б); и наконец, по результатам третьей части экспериментов строим зависимость силы P_z от подачи (рис. 1в). Значения C_{pz} , X_{pz} , Y_{pz} , p_{pz} определяются по рисунку 1, как $tg \alpha$ – без полимера и $tg \alpha_n$ – с полимером [4].

Аналогично получаем формулы для подсчета составляющей силы резания P_y .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении можно сделать следующие выводы: подача влияет на составляющую силы резания P_z , а соответственно и мощность в меньшей степени, чем глубина резания; проведенные эксперименты показали, что под влиянием полимера наблюдается снижение составляющих сил резания, достигающие 21 % при обработке стали 45 по сравнению с этой же средой без полимера, причем, было установлено, что чем более труднообрабатываемый, сложнолегированный материал, тем в большей степени проявляется эффект от применения полимерных СОТС; многие аспекты еще далеко не полностью раскрыты, в частности, не совсем ясен механизм воздействия водорода на процесс резания, качество обрабатываемого материала, износостойкость инструмента при использовании полимерных СОТС.

Список литературы

1. Бергер Е. Э. Фрезерование чугунов с применением полимерсодержащих СОТС. / Бергер Е. Э., Петровский В. П. // *Materialy VII mezi narodni konference «Veda a technologie : krok do budoucnosti 2011»* (27.02.11–05.03.11) Praha. – С. 66–69.
2. Сошко А. И. Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке металлов. / Сошко А. И., Сошко В. А. – Херсон.: Олди-Плюс. – 2008. – ч. I, II. – 388 с.
3. Гузеев В. И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерных-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд./ Под ред. В. И. Гузеева. / Гузеев В. И., Батуев В. А., Сурков И. В. – М.: Машиностроение, 2007. – 368 с.
4. Бергер Е. Э. Влияние полимерсодержащих СОТС на силовые характеристики процесса механической обработки. / Бергер Е. Э., Подзолкова Л. И. // *Materials of the XI international scientific and practical conference «Modern scientific potential – 2015»*. (28.02.15 – 07.03.15). Sheffield. Education and Science – С. 45–47.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF METAL MACHINING WHEN USING POLYMER-CONTAINING MATERIALS

Berger E. E., Abramets V. I., Grubnik A. V., Kovaleva I. N.

FGBOU VO "KHTU", Genichesk, Russia

E-mail: berger.61@mail.ru

This work is devoted to the study of the influence of polymer-containing STS on the magnitude of the components of the cutting force during metal machining and the analysis of the degree of influence of the elements of cutting modes (degree indicators) and coefficients on the power characteristics during finishing boring with polymer-containing STS.

The study of the mechanism of interaction of liquid and gaseous media with deformable metal and the development of new effective lubricating and cooling technological means on this basis is an important and timely task.

During the experiments, data were obtained on the dependence of cutting forces on the speed, depth and feed of cutting with and without polymer-containing STS.

At the end of the experiments, an analysis was carried out of the degree of influence of the elements of cutting modes (degree indicators) and coefficients on cutting forces during finishing drilling with polymer-containing STS.

In conclusion, the following conclusions were drawn: the feed affects the component of the cutting force P_z , and, accordingly, the power to a lesser extent than the cutting depth; experiments have shown that under the influence of polymer, there is a decrease in the component cutting forces, reaching 21 % when processing steel 45 compared with the same medium without polymer, moreover, there was It has been established that the more difficult-to-process, complexly alloyed material, the greater the effect of using polymer materials.; Many aspects are still far from being fully disclosed, in particular, the mechanism of the effect of hydrogen on the cutting process, the quality of the processed material, and the wear resistance of the tool when using polymer materials are not completely clear.

Keywords: lubricating and cooling technological means, polymers, cutting force, cutting speed, cutting depth, feed.

References

1. Berger E. E., Petrovsky V. P. Milling of cast iron using polymer-containing STS. *Materialy VII mezi narodni konference «Veda a technologie : krok do budoucnosti 2011»* (27.02.11-05.03.11). Prague. pp.66-69.
2. Soshko A. I., Soshko V. A.. *Lubricating and cooling technological means in metal machining*, 388. (Kherson.: Oldi-Plus., 2008).
3. Guzeev V. I., Batuev V. A., Surkov I. V. *Cutting modes for turning and drilling-milling-boring machines with numerical control: Handbook*. 2nd ed./ Edited by V. I. Guzeev., 368 (M.: Mechanical Engineering, 2007).
4. Berger E. E., Podzolkova L. I. Influence of polymer-containing STS on the power characteristics of the machining process. *Materials of the XI International scientific and practical conference "Modern scientific potential – 2015"*. (28.02.15–07.03.15). Sheffield. Education and science, pp.45-47.