

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПОДАЧИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

*А.А. ДОРОХОВ, аспирант,
С.А. ЕГОРОВ, канд. техн. наук, доцент
Н.А. ДЕМЕНТЬЕВА, канд. хим. наук
(Текстильный институт ИВГПУ, г. Иваново)*

Поступила 12 февраля 2014
Рецензирование 4 апреля 2014
Принята к печати 10 апреля 2014

Егоров С.А. –153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21,
Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета,
e-mail: tmp@ivgpu.com

Рассматривается конструкция парогенератора для подачи смазочно-охлаждающих технологических средств в паровой фазе в зону механической обработки металлов резанием. Исследована его работоспособность и определен размерный износ инструмента, происходящий в результате наружного точения стали твердосплавным инструментом. Объем камеры парогенератора составляет 0,32 дм³. Расход жидкости составляет 0,8 л/ч. Температура пара на выходе около 90 °С. Эффективность действия смазочно-охлаждающих технологических средств различна и не зависит от основы. Проведенные исследования показали, что наиболее эффективны водомасляные эмульсии Прессойл, Эмульсол Т, а также полусинтетические жидкости Прогресс 13К, Ивкор. На процесс изнашивания инструмента оказывают влияние трибоактивные присадки, содержащиеся в смазочно-охлаждающих технологических средствах.

Ключевые слова: парогенератор, смазочно-охлаждающие технологические средства, износ.

Введение

Применение смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) в процессе обработки металлов резанием позволяет снизить износ инструмента, повысить точность механической обработки, интенсифицировать процесс резания [1, 2].

Большинство металлорежущих станков оснащено собственными системами подачи СОТС поливом, которые включают в себя: емкость для хранения, насос и систему труб для подачи, систему сбора отработанной жидкости и очистки от стружки [3]. Ряд станков, в частности обрабатывающие центры, станки-автоматы, имеют дополнительные устройства для подачи распыленных СОТС, представляющих собой аэрозоли [3]. Преимуществом способа является малый расход

СОТС: 400...500 г/ч эмульсии или 3...4 г/ч масла. В связи с малым расходом СОТС отпадает необходимость сбора, очистки и утилизации отработавшей жидкости [1–5].

Для экономии СОТС и уменьшения теплового удара при выполнении чистовых операций резанием ряд исследователей применяют подачу СОТС в паровой фазе [6, 7]. Преимуществами данного способа являются малый расход технологического средства, сравнимый с подачей аэрозоли, отсутствие теплового удара и повышение стойкости инструмента, чувствительного к перепадам температуры, повышение точности обработки вследствие снижения тепловых деформаций. Капустин А.С. и Подгорков В.В. [6] исследовали влияние водяного пара на процесс лезвийной обработки, оставив открытым вопрос о влиянии масляных СОТС, водомасляных

эмульсий, а также отдельных функциональных компонентов.

Конструкции парогенераторов, встречающиеся в патентной литературе, обладают сложной системой настройки рабочих режимов [5, 6, 7]. Некоторые из них предполагают автоматизацию подачи жидкости за счет применения электронных устройств.

Важным преимуществом применения СОТС в паровой фазе является снижение времени транспорта активных компонентов в зону резания. В работах [4, 8] предполагается: для того чтобы СОТС достигло зоны плотного контакта инструмент–заготовка и успело образовать на поверхностях адсорбционные пленки, препятствующие износу, оно должно находиться в паровой фазе. Это сокращает время трибохимических реакций при резании. Возможно в этом случае рецептура приготовления СОТС, применяемого в паровой фазе, должна быть иной, чем при обычном использовании поливом.

Цель данной работы – предложить конструкцию парогенератора для подачи СОТС в зону обработки металлов резанием и исследовать её работоспособность.

Конструкция парогенератора

Разработано устройство (рис. 1), которое состоит из резервуара 5, помещенного на электронагреватель 1 и изолированного от внешней среды слоем асбеста 4. Патрубок подачи 2 соединяется с системой подачи СОТС станка. Данная конструкция отличается простотой исполнения, надежна в работе. Она не содержит сложных и дорогостоящих элементов.

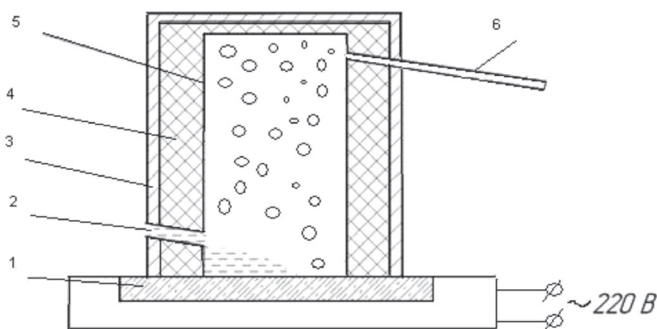


Рис. 1. Конструкция парогенератора:

1 – керамический нагреватель; 2 – патрубок подачи СОТС; 3 – корпус; 4 – теплоизоляция (асбест); 5 – резервуар из нержавеющей стали; 6 – патрубок отвода пара

Для образования паровой фазы необходимо, чтобы количество теплоты, выделяемой нагревателем, было достаточным для нагрева и испарения подаваемого количества жидкости. Конструкцией предусмотрено изменение температуры нагрева и количества подаваемой в парогенератор жидкости. Парогенератор устанавливается на суппорте металлорежущего станка (рис. 2), а подача готовой СОТС производится по трубопроводу 3 из емкости 5. Объем камеры парогенератора составляет 0,32 дм³. Расход СОТС составляет 0,8 л/ч. Температура пара на выходе – около 90 °С. Регулировка объема подачи жидкости в парогенератор производится краном 2. Жидкость из емкости 5 поднимается по трубопроводу насосом и попадает в резервуар парогенератора. Соприкасаясь с нагретым до 300 °С дном парогенератора, жидкость испаряется, и насыщенный пар под действием собственного давления выходит из резервуара и подается в зону обработки.

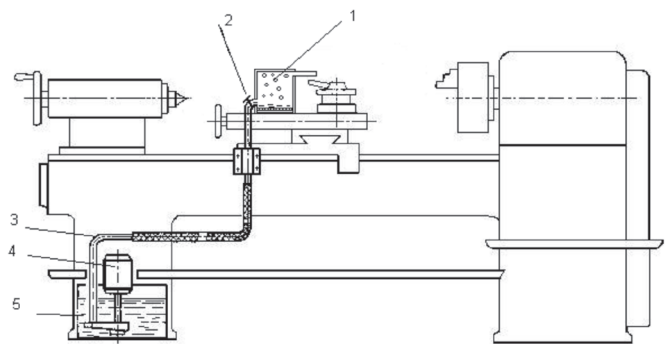


Рис. 2. Схема подачи СОТС в паровой фазе на металлорежущем станке:

1 – парогенератор; 2 – кран регулирования подачи жидкости; 3 – трубопровод подачи жидкости; 4 – двигатель насоса подачи жидкости; 5 – емкость с СОТС

Методика исследования

Исследование работоспособности конструкции парогенератора проводили на операции наружного точения стали марки ХС9 проходным резцом с твердосплавной пластиной. Важной характеристикой, влияющей на точность обработки, является стойкость инструмента [9, 10]. Поэтому в процессе обработки фиксировался размерный износ по следующей методике. Производились замеры микрометром наружного диаметра обработанной заготовки фиксирован-

ной длины 200 мм и фиксированного диаметра 50 мм по длине. Разница в размерах радиуса заготовки свидетельствует об износе инструмента или наличии нароста. Если радиус заготовки в начале резания оказывается меньше, чем в конце резания, то наблюдается размерный износ. Если радиусы совпадают, то износ отсутствует. Если радиус заготовки в начале резания оказывается больше, чем в конце, то присутствует образование нароста. Определение среднего значения размерного износа проводили по данным пяти опытов, устанавливая каждый раз новое режущее лезвие сменной пластины.

Результаты и обсуждение

Следующие результаты исследования получены при обработке стали марки ХС9 на операции наружного точения резцом с твердосплавной пластиной Т15К6. Режимы резания соответствуют получистовой обработке. С одной стороны, необходимо добиться максимального износа инструмента за короткий промежуток времени, а с другой – выявить разницу от влияния технологических средств. При максимальной скорости резания разницу влияния СОТС на силу резания и износ трудно заметить, потому что имеет большое значение охлаждающее действие. Что-

бы выявить смазочное действие, скорость была ниже рекомендуемой в 10 раз: 21 м/мин; глубина резания 1 мм; подача 0,1 мм/об.

Данные испытаний представлены в таблице и на рис. 3. Размерный износ определялся по формуле $I_p = (D_k - D_n)/2$. Расчетная ошибка измерения износа составила 10...15 %. Меньшее значение ошибки соответствует большим значениям износа. Для исследования работоспособности парогенератора использовали воду с показателем pH 7,0 (дистиллированная вода).

Оказалось, что размерный износ инструмента при обработке стали с поливом водой составляет 0,27 мкм, что на 20 % меньше, чем без полива (0,34 мкм). Применение водяного пара дает такие же результаты. Износ резца в этом случае составлял 0,29 мкм (рис. 3). Это свидетельствует о работоспособности устройства.

На следующем этапе исследования необходимо было выяснить, влияет ли на износ химический состав паровой фазы и может ли быть получен пар в предлагаемом парогенераторе из промышленно выпускаемых жидкостей для металлообработки. Для приготовления экспериментальных растворов были взяты концентраты водо- и маслорастворимых жидкостей, выпускаемых предприятием ОАО «Ивхимпром» г. Иваново. Они имеют различный химический

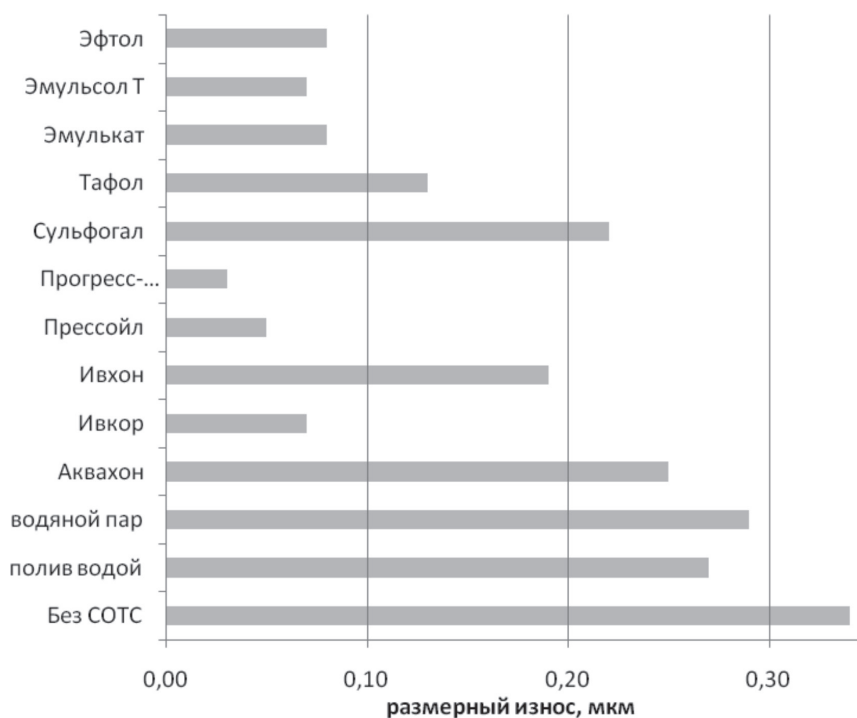


Рис. 3. Размерный износ инструмента при точении с применением паровой фазы

состав и основу для изготовления: гликолевую или масляную. Из концентратов готовили 5 %-е растворы СОТС в воде, получая водомасляные эмульсии и полусинтетические жидкости. Затем полученную эмульсию или раствор помещали в емкость станка. Проверяли действие полученного СОТС на операции наружного точения, подавая поливом и в паровой фазе. Результаты исследования представлены в таблице.

Результаты исследования влияния применяемых СОТС на операции наружного точения

№ п/п	Применяемое СОТС	Основа для СОТС	Величина размерного износа инструмента, мкм	
			паром	поливом
1	5 %-й р-р Аквахон	Гликолевая	0,25	0,28
2	5 %-й р-р АЭ Ивкор	Масляная	0,07	0,12
3	5 %-й р-р Ивхон	Гликолевая	0,19	0,23
4	5 %-й р-р Прессойл	Масляная	0,05	0,09
5	5 %-й р-р Прогресс 13К	Гликолевая	0,05	0,04
6	5 %-й р-р Сульфогал	Масляная	0,22	0,17
7	5 %-й р-р Тафол	Масляная	0,13	0,11
8	5 %-й р-р Эмулькат	Масляная	0,08	0,15
9	5 %-й р-р Эмульсол Т	Масляная	0,07	0,08
10	5 %-й р-р Эфтол	Гликолевая	0,08	0,12

Эффективность действия СОТС различна и не зависит от основы. Наиболее эффективны водомасляные эмульсии Прессойл, Эмульсол Т, а также полусинтетические жидкости Прогресс 13К, Ивкор.

Некоторые из испытанных составов оказались более эффективны при подаче поливом – это Прогресс 13К, Сульфогал, Тафол. Другие, наоборот, более эффективны в паровой фазе – это Аквахон, Прессойл, Ивкор, Ивхон, Эмулькат, Эфтол. На процесс изнашивания инструмента оказывают влияние трибоактивные присадки, содержащиеся в СОТС. Практически все они содержат олеиновую кислоту, касторовое масло и другие функциональные присадки.

Выводы

Предложенная конструкция парогенератора отличается простотой исполнения, надежна в работе, не содержит сложных и дорогостоящих элементов и рекомендуется к использованию на металлорежущих станках при подаче СОТС в парообразной фазе.

Эффективность действия СОТС различна и не зависит от основы. Наиболее эффективны водомасляные эмульсии Прессойл, Эмульсол Т,

а также полусинтетические жидкости Прогресс 13К, Ивкор. Действие СОТС в паровой фазе в большинстве случаев уменьшает износ инструмента по сравнению с жидким состоянием.

Список литературы

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / под ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1995. – 496 с.
2. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т. IV-7. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование; под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Машиностроение, 1999. – 863 с.
4. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОЖ. – 2-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1985. – 64 с.
5. Курносоев Н.Е., Тарнопольский А.В. Технология вихревой подготовки и подачи воздушно-жидкостных аэрозолей смазочно-охлаждающих технологических сред при механообработке // Вестник Саратовского государственного технического университета. – № 2. Вып.1. – 2007. – С. 45–49.
6. Капустин А.С. Исследование эффективности действия СОТС в парообразном состоянии при обработке металлов резанием: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иваново: ИвГУ, 1997. – 16 с.
7. Капустин А.С., Подгорков В.В., Подгорков С.В., Капустин С.А. Автоматизированное устройство для подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания // Патент Российской Федерации № 2163862 RU B23Q011/10, 10.03.2001.
8. Волков А.В., Годлевский В.А. Математические модели смазочных процессов в технических трибо-системах. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2010. – 144 с.
9. Симсиге Ж.В., Кутышкин А.В., Симсиге Д.Ц. Оценка износа твердосплавного режущего инструмента при механической обработке // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2012. – № 1. – С. 50–55.
10. Симсиге Ж.В., Кутышкин А.В., Симсиге Д.Ц. Прогнозирование усталостного разрушения твердосплавного инструмента при механической обработке // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2012. – № 3. – С. 52–55.

OBRABOTKA METALLOV

(METAL WORKING AND MATERIAL SCIENCE)

N 2(63), April – June 2014, Pages 56–61

Study of efficiency of a steam generator for coolant supply**Dorohov A.A.**, Post-graduate Student**Egorov S.A.**, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail: tmp@ivgpu.com**Dementeva N.A.**, Ph.D. (Chemical)

Textile Institute of Ivanovo State Polytechnical University, 21 Sheremetev Avenue, Ivanovo, 153000, Russian Federation

Abstract

The design of a steam generator for cutting fluids supply (in a steam phase) into the zone of metals machining is described in the article. Efficiency of the device is examined; dimensional wear-out of the instrument is defined as the result of external steel cutting by a hard-alloy instrument. The volume of the steam generator chamber is 0,32 dm³. Coolant-cutting fluid consumption is 0,8 l/h. Output steam temperature is about 90 °C. Operation efficiency of coolant-cutting fluids is different and does not depend on the base. The best efficiency of water-and-oil emulsions Pressoil, Emulisol T and half synthetic fluids Progress 13K and Ivkor is proved by the study. The process of the instrument wear-out is influenced by triboactive additives contained in cutting fluids.

Keywords:

steam generator, coolant-cutting fluids, wear.

References

1. Entelis S.G., Berliner E.M. et al. *Smazochno-okhlazhdaiushchie tekhnologicheskie sredstva dlia obrabotki metallov rezaniem: Spravochnik* [Metal-working lubricant for metal cutting: Handbook]. 2nd ed. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1995. 496 p.
2. Berdichevskii E.G. *Smazochno-okhlazhdaiushchie tekhnologicheskie sredstva dlia obrabotki materialov: Spravochnik* [Metal-working lubricant for materials processing: Handbook]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984. 224 p.
3. Cherpakov B.I., Aver'ianov O.I., Adoian G.A., Alekseev G.A. et al. *Mashinostroenie. Entsiklopediia. Tom IV-7. Metallorezhushchie stanki i derevoobratyvaiushchee oborudovanie* [Machine Building. Encyclopedia. Vol. IV-7. Metal-cutting machine tools and woodworking equipment]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1999. 863 p.
4. Latyshev V.N. *Povyshenie effektivnosti SOZh* [Improving the efficiency of the liquid coolant]. 2nd ed. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 64 p.
5. Kurnosov N.E., Tarnopolskij A.V. *Tekhnologiya vikhrevoi podgotovki i podachi vozdušno-zhidkostnykh aerazolei smazochno-okhlazhdaiushchikh tekhnologicheskikh sred pri mekhanooobratke* [Technology of vortical preparation and submission of air-liquid aerosols of cooling technological environments at processing by cutting]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of Saratov State Technical University*. 2007, Vol. 1, no. 2, pp. 45–49.
6. Kapustin A.S. *Issledovanie effektivnosti deistviia SOTS v paroobraznom sostoianii pri obrabotke metallov rezaniem*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Study the effectiveness of the lubricant-cooling agent in the vapor state in metal cutting. Author's abstract of Dr. tech. sci. diss.]. Ivanovo, IvSU, 1997. 16 p.
7. Kapustin A.S., Podgorkov V.V., Podgorkov S.V., Kapustin S.A. *Avtomatizirovannoe ustroistvo dlia podachi smazochno-okhlazhdaiushchei zhidkosti v zonu rezaniia* [An automated apparatus for supplying coolant to the cutting area]. Patent RF, no. 2163862, RU B23Q011/10, 2001.
8. Volkov A.V., Godlevskii V.A. *Matematicheskie modeli smazochnykh protsessov v tekhnicheskikh tribosistemakh* [Mathematical models of lubricating processes in technical tribosystem]. Ivanovo, IvSU, 2010. 144 p.
9. Simsive J.V., Kutyshkin A.V., Simsive D.C. *Otsenka iznosa tverdosplavnogo rezhushchego instrumenta pri mekhanicheskoi obrabotke* [Estimation of the tool crater wear of the cutting tool with carbide cutting inserts in turn-

ing]. *Obrabotka metallov (tekhnologiia, oborudovanie, instrumenty)* – *Metal Working and Material Science*, 2012, no. 1, pp. 50–55.

10. Simsive J.V., Kutyshkin A.V., Simsive D.C. Prognozirovanie ustalostnogo razrusheniia tverdosplavnogo instrumenta pri mekhanicheskoi obrabotke [Prediction of fatigue failure of the cutting tool with carbide cutting inserts at orthogonal turning], *Obrabotka metallov (tekhnologiia, oborudovanie, instrumenty)* – *Metal Working and Material Science*, 2012, no. 3, pp. 52–55.

Received 12 February 2014

Revised 4 April 2014

Accepted 10 April 2014