

УДК 621.9.079

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

Бакланенко Л.Н., Дубодел В.П. (УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина», г. Мозырь, Беларусь), Бобрышева С.Н. (УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», г. Гомель, Беларусь), Мельников С.Ф., Шаповалов В.М. (ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси», г. Гомель, Беларусь), Пантюхов О.Е. (УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Беларусь)

*Исследована возможность применения отработанного индустриального масла в изготовлении смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) для металлообработки. Показано, что разработанная СОЖ не уступает по основным технологическим показателям металлообработки традиционным промышленным концентратам такой жидкости, но превосходит ее по экономичности.*

Ключевые слова: *смазочно-охлаждающая жидкость, отработанное масло, резание металлов.*

### Введение

На машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях в значительных объемах применяют минеральные масла для работы станочного оборудования. Так для токарного станка в несколько его бачков заливается в среднем 40 л индустриального масла [1]. В процессе работы станка производят долив масла в бачки до необходимого уровня, и периодически, через 3-12 месяцев, происходит его полная замена [2]. В результате образуется отработанное масло, которое сливается в бочки и после их заполнения отправляется на переработку (утилизацию).

Некоторые предприятия находят частичное применение отработанному машинному маслу непосредственно на производстве, например, в качестве смазки инструмента, трущихся деталей и механизмов, для пропитки древесины, в строительстве [3].

Авторы статьи решили найти новое применение отработанному минеральному маслу – использовать его в качестве основы СОЖ для металлообработки. Предпосылкой к такому применению стали значительные объемы использования СОЖ на станочных производствах с одновременным накоплением отработанного масла. При этом лучшие виды СОЖ содержат в своем составе первичные масла минерального либо синтетического происхождения [4]. Поэтому, возникла необходимость исследовать возможность применения «отработки» непосредственно на месте ее образования.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности применения отработанного минерального масла в качестве основы СОЖ при обработке металлов резанием.

### Объекты и методы исследования

Исходным сырьем для изготовления СОЖ являлось отработанное индустриальное масло, слитое с токарных станков ОАО «СтанкоГомель» в металлическую бочку для по-

следующей сдачи на переработку. «Отработка» не отстаивалась и не процеживалась для удаления механических примесей. В процессе изготовления концентрата СОЖ механические примеси легко осаждались и оставались на дне емкости, в которой перемешивались компоненты.

Для эмульгирования масла в воде, повышения стабильности эмульсии дополнительно [5] использовали традиционные для СОЖ эмульгаторы – триэтаноламин технический (ТУ 2423-061-05807977-2002) и олеиновую кислоту техническую (ГОСТ 29039-91). Последнюю добавляли непосредственно в «отработку» в соотношении 6:20, а после перемешивания смесь постепенно разбавляли водой, содержащей триэтаноламин.

Новую СОЖ готовили непосредственно на заводе – «источнике» отработанного масла. Для этого в 50-ти литровой бочонке с помощью обычного строительного смесителя, «заправленного» в сверлильный станок, готовили концентрат СОЖ. Перемешивание компонентов проводили при естественной цеховой температуре в летний период времени в течение 30 мин. В итоге получали 50 %-ный водный концентрат СОЖ на основе «отработки».

СОЖ для заливки в станки получали разбавлением концентрата водопроводной водой до 3 %-ного содержания «жирных» компонентов. Для снижения коррозионной активности СОЖ дополнительно вводили 1 кг нитрита натрия на 1 т эмульсии. Полученная эмульсия, далее – предлагаемая СОЖ, использовалась при сравнительных испытаниях.

В качестве сравнения использовалась 5 %-ная водная эмульсия концентрата СОЖ марки СРНХ-1 российского производства, массово используемая ОАО «Станко-Гомель» для своего станочного парка (300 кг концентрата в месяц). Этот состав являлся традиционной СОЖ.

За основу оценки технологических свойств СОЖ при обработке резанием обычно принимают изнашивание и стойкость режущего инструмента.

Изнашивание резца оценивали по ширине площадки износа образующейся на задней поверхности резца [5]. Износ сверла определяли по наиболее изношенным участкам задней поверхности режущих лезвий. Измерение износа проводили на инструментальном микроскопе МИМ-7.

О стойкости режущего инструмента судили по 30 %-ному возрастанию токовой нагрузки электродвигателя токарного станка [5].

Крутящий момент при сверлении и силу резания при точении измеряли с помощью электрического универсального динамометра СУРП-100.

Испытания проводили на сверлильном станке 2Г125 и токарном 16К20, расположенных в учебных мастерских Мозырского инженерно-педагогического университета, при различных сочетаниях подач и скоростей резания.

Материалом резания являлась сталь марки 45 в виде полосы толщиной 5 мм и стержня диаметром 40 мм.

Ввиду большого разброса экспериментальных данных количество повторов на каждый режим резания достигало 5-7 экспериментов, а для построения графических зависимостей применяли метод ортогонального центрального композиционного планирования [6].

### Результаты исследований

На рисунках 1-6 представлены основные технологические характеристики процесса резания металла на сверлильном и токарном станках в зависимости от вида используемой СОЖ. Сплошная линия на графиках соответствует предлагаемой СОЖ, пунктирная – традиционной.

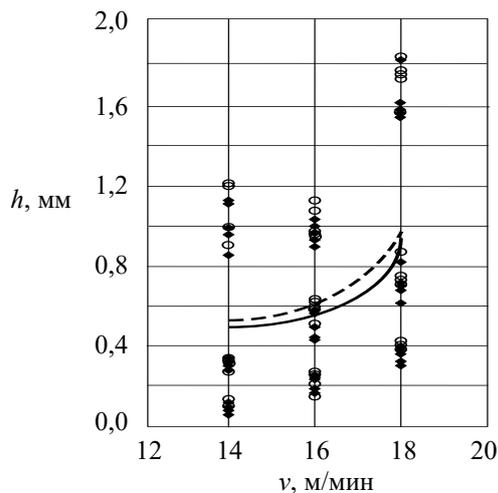


Рисунок 1. – Зависимость износа сверла  $h$  от скорости резания  $v$

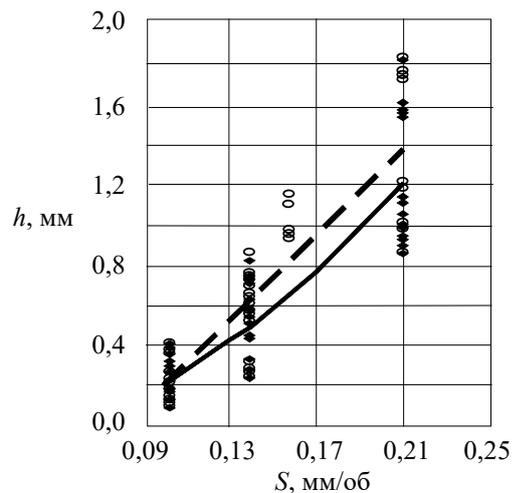


Рисунок 2. – Зависимость износа сверла  $h$  от подачи  $S$

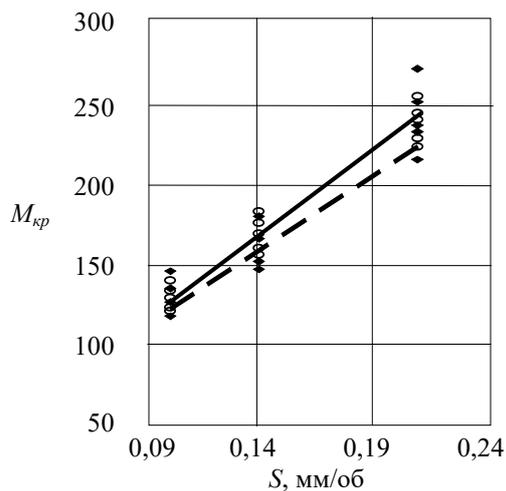


Рисунок 3. – Зависимость крутящего момента  $M_{кр}$  при сверлении от подачи  $S$

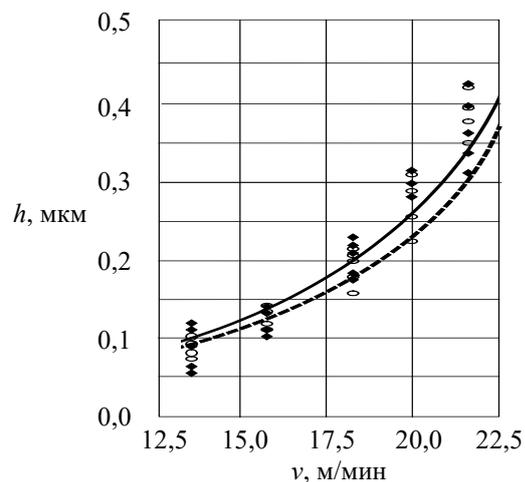


Рисунок 4. – Зависимость износа резца  $h$  от скорости резания  $v$

Результаты наших экспериментов показывают, что при использовании предлагаемой СОЖ основные технологические показатели металлообработки (износ и стойкость режущего инструмента, усилие резания) при точении и сверлении металла в рабочем диапазоне подач и скоростей станка не уступают в сравнении с традиционной СОЖ. Кроме того, анализ шероховатости обработанных поверхностей на профилометре TR-100 показал идентичное качество резания для обеих жидкостей.

Предлагаемая СОЖ прошла апробацию в заводских условиях на зубонарезном станке CNC 610 фирмы «Блом», отличающимся высоким напором подачи жидкости в зону резания (10 л/с). Эксперимент подтвердил высокую охлаждающую способность СОЖ при удовлетворительном качестве нарезки зуба. А низкое пенообразование позволило заводским технологам рекомендовать разработанную СОЖ для работы на данном станке вместо импортной жидкости. Заметим, что из-за высокого пенообразования традиционная российская СОЖ не применялась на этой операции.

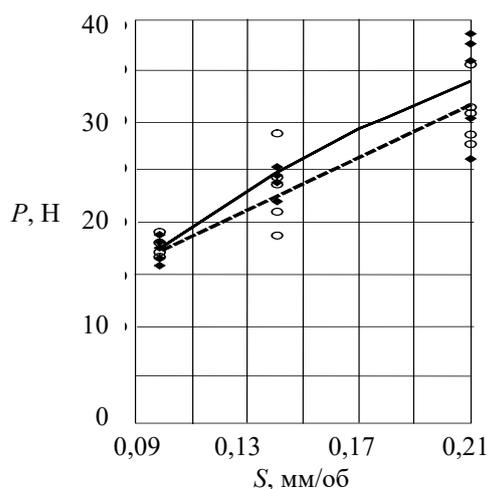


Рисунок 5. – Зависимость силы резания при точении  $P$  от подачи  $S$

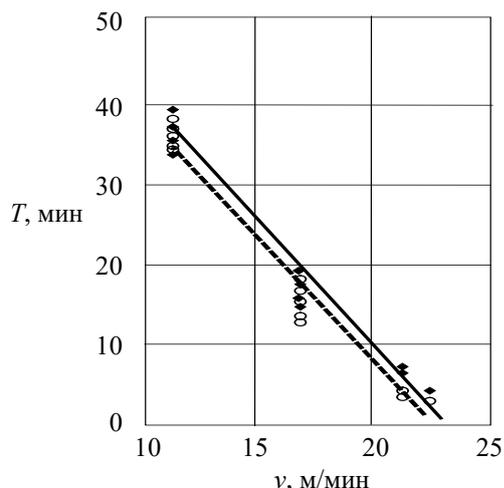


Рисунок 6. – Зависимость стойкости резца  $T$  от скорости резания  $v$

Помимо технологических достоинств предлагаемой СОЖ, весомую роль в ее применении играет экономическая составляющая. Себестоимость СОЖ складывается, в основном, из стоимости покупаемых компонентов – триэтаноламина и олеиновой кислоты. На сегодняшний день олеиновая кислота стоит 4-8 руб./кг, а триэтаноламин – порядка 2-3 руб./кг, в зависимости от объема тары. Для приготовления 1000 л СОЖ понадобится около 6 кг кислоты и 3 кг триэтаноламина, что в сумме не превысит 60 руб., даже с учетом 1 кг нитрита натрия. Традиционного концентрата СРНХ-1 для приготовления такого же количества СОЖ понадобится 50 кг на сумму 120 руб. При месячной потребности завода в 300 кг концентрата экономия от замены СОЖ составит 360 руб. без учета транспортных расходов.

Отметим, что приготовление концентрата СОЖ на основе отработанного масла не требует специализированного оборудования и подготовки воды, а «мобильность оборудования» позволяет готовить СОЖ непосредственно рядом со станком.

### Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что «отработка» машинного индустриального масла может эффективно использоваться в качестве СОЖ для металлообработки непосредственно на производстве.

### Список использованных источников

1. Масло для станков // ООО Евросмазки – официальный представитель в Украине ведущих европейских производителей масел и смазок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://evrosmazki.ua/oblasti-primeneniya/maslo-dlya-stankov.html>. – Дата доступа: 15.11.2016.
2. Королев, С. Смазка токарного станка / С. Королев // Pereosnastka.ru – информационный сайт о металло- и деревообработке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pereosnastka.ru/articles/smazka-stanka-tokarnogo>. – Дата доступа: 15.11.2016.

3. Применение отработанного масла (отработки) // Автомасла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prem-motors.ru/primenenie-otrabetannogo-masla-otrabetki>. – Дата доступа: 15.11.2017.

4. СОЖ: классификация и назначение // Смазочно-охлаждающие жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autocode.by/sozh-smazочно-ohlazhdajuschaja-zhidkost-klassifikatsija-i-naznachenie.html>. – Дата доступа: 30.03.2018.

5. Худобин, Л.В. Техника применения смазочно-охлаждающих жидкостей в металлообработке / Л.В. Худобин, Е.Г. Бердичевский. – М.: Машиностроение, 1977. – 189 с.

6. Основы научных исследований // Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.window.edu.ru>. – Дата доступа: 15.11.2016.

---

**Baklanenko L.N., Dubodel V.P., Bobrysheva S.N., Melnikov S.F., Shapovalov V.M., Pantyukhov O.E.**

### **Study of the possibility of using waste oil as a coolant in metalworking**

*The possibility of using spent industrial oil in the manufacture of lubricating-cooling liquid for metal processing has been investigated. It is shown, that the use of the proposed coolant is not inferior to the standard industrial concentrates of such liquid, but surpasses its economic efficiency, in terms of the basic technological parameters of metalworking.*

*Keywords: lubricating-cooling liquid, waste oil, metal cutting.*

Поступила в редакцию 17.09.2018 г.