

С.М. Пилюгин, Д.Г. Тюленев, А.Н. Абрамов, А.В. Шолом
Хозрасчётный творческий центр уфимского авиационного института,
г. Уфа, Россия, pilyugin@rosoil.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСЛЯНОЙ СОЖ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ БЕССТРУЖЕЧНЫМ МЕТЧИКОМ

Аннотация

Представлены результаты лабораторных испытаний смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) «Росойл-МР-7» ТУ 0258-020-06377289-2002 с различной концентрацией противозадирной присадки «Росойл-ПЗ-5». Проведен сравнительный анализ триботехнических характеристик с СОЖ «Росойл-МР-7» без присадки. Показано влияние концентрации присадки в СОЖ на величину крутящего момента при формообразовании внутренней резьбы бесстружечным метчиком. Установлено, что за счет применения присадки в СОЖ «Росойл-МР-7» можно повысить производительность оборудования.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, присадка, трение, износ.

Введение

Смазочно-охлаждающие жидкости являются важным элементом в процессах обработки металлов. Они применяются для снижения трения и охлаждения режущего инструмента и обрабатываемой поверхности, снижения износа инструмента, повышения антикоррозионной стойкости. С ростом требований к производительности и надежности оборудования увеличиваются и требования к смазочно-охлаждающей жидкости [1-5]. Применение эффективной СОЖ для процессов металлообработки сталей и сплавов позволяет существенно увеличить стойкость инструмента и обеспечить требуемое качество обработанной поверхности детали.

Одной из самых распространенных масляных СОЖ, применяемых в различных процессах металлообработки, является СОЖ «МР-7», которая была разработана в прошлом веке киевским научно-производственным объединением малотоннажных смазочных материалов «Масма» вместо широко применяемой в то время СОЖ «Сульфозол». Производилась СОЖ «МР-7» на Ярославском НПЗ, Оренбургском ОП НМЗ и Бердянском ОНМЗ в соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 38.01415-88. По уровню физико-химических и триботехнических свойств СОЖ «МР-7», производства тех лет, не уступала лучшим зарубежным СОЖ данного класса и являлась аналогом СОЖ «Мобилмет-Гамма» фирмы «Мобил Ойл» США.

В настоящее время в России не все производители придерживаются требованиями ОСТа и выпускают СОЖ «МР-7» по собственным техническим условиям.

В данной работе испытывалась масляная СОЖ «Росойл-МР-7» производства ООО «ХТЦ УАИ», в технической документации которой заложены высокие триботехнические свойства, нагрузка сваривания не ниже 345 кгс. Другие производители СОЖ «МР-7» в техническую документацию требования по

триботехническим характеристикам не закладывают. Испытания по ГОСТ 9490 СОЖ МР-7 других производителей показали, что величина нагрузки сваривания в два раза ниже по сравнению с СОЖ «Росойл-МР-7».

Жидкость смазочно-охлаждающая «Росойл-МР-7» представляет собой масляную СОЖ для различных процессов металлообработки. Она изготавливается на основе минеральных масел и функциональных присадок. В ряде опубликованных работ трибологические свойства СОЖ оценивают по коэффициенту трения в парах металл - металл или металл - абразивный инструмент [6,8-10]. Проведенные модельные и станочные испытания более десяти составов водных и масляных СОЖ показали, что наиболее информативным показателем с точки зрения стойкости инструмента является не коэффициент трения, а нагрузка сваривания P_c , которая определяет предельную работоспособность смазочного материала и определяется по ГОСТ 9490-75 на четырехшариковой машине трения.

Современные технологии металлообработки характеризуются большими нагрузками и скоростями, поэтому требуется смазывающая жидкость, которая обеспечит надежное снижение трения и износа поверхностей инструмента. Для нашей страны актуально развитие производства конкурентоспособных СОЖ, обеспечивающих исключение зависимости от импортной продукции. Перспективным направлением является модификация состава смазочно-охлаждающей жидкостей с использованием инновационных присадок, которые позволяют повысить триботехнические характеристики СОЖ, что приводит к увеличению ресурса и производительности металлообрабатывающего оборудования и оснастки, а также повышению производительности труда [7,11-14].

Материалы и методы исследования

Физико-химические показатели СОЖ «Росойл-МР-7» представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические показатели СОЖ «Росойл МР-7» по ТУ 0258-020-06377289-2002

№	Показатель	Норма
1	Внешний вид и цвет	маслянистая жидкость коричневого цвета
2	Плотность при 200С, г/см ³ , в пределах	0,800 - 0,930
3	Кинематическая вязкость при 500С, мм ² /с (сСт), в пределах	23,00 - 30,00
4	Температура вспышки в открытом тигле, 0С, не ниже	180
5	Коррозионное воздействие на стали марок 40,45, 50 по ГОСТ 1050	выдерживает
6	Кислотное число, мг КОН/г, не более	2,0
7	Смазывающие свойства на четырехшариковой машине трения при 200С: - нагрузка сваривания, P_c , Н (кгс), не менее	335 кгс

Лабораторные испытания СОЖ «Росойл-МР-7» с противозадирной присадкой «Росойл-ПЗ-5» проводились в «Лаборатории испытаний технологических смазочных материалов ООО «ХТЦ УАИ»».

Для определения основных трибологических характеристик смазочных материалов были подготовлены составы «Росойл-МР-7» с 1%, 3% и 5% (по массе)

содержанием присадки «Росойл-ПЗ-5», разработанной в лабораториях Хозрасчётного творческого центра уфимского авиационного института. Испытания проводились на четырехшариковой машине трения ЧМТ-1 по ГОСТ 9490-75 с частотой вращения шпинделя $n = 1460 \pm 70 \text{ мин}^{-1}$. Определяли нагрузку сваривания, а также диаметр пятна износа при времени испытания $t = 1 \text{ ч}$ и нагрузке $P = 20 \text{ кгс}$.

Сравнительные испытания СОЖ «Росойл-МР-7» проводились на операции формообразования внутренней резьбы М12х1,25 в гайках из стали 10 методом пластического деформирования металла бесстружечными метчиками (раскатниками). Оценка эффективности СОЖ проводили по величине крутящего момента резьбообразования. Внешний вид специальной оснастки и схема испытаний показана на рисунке 1.

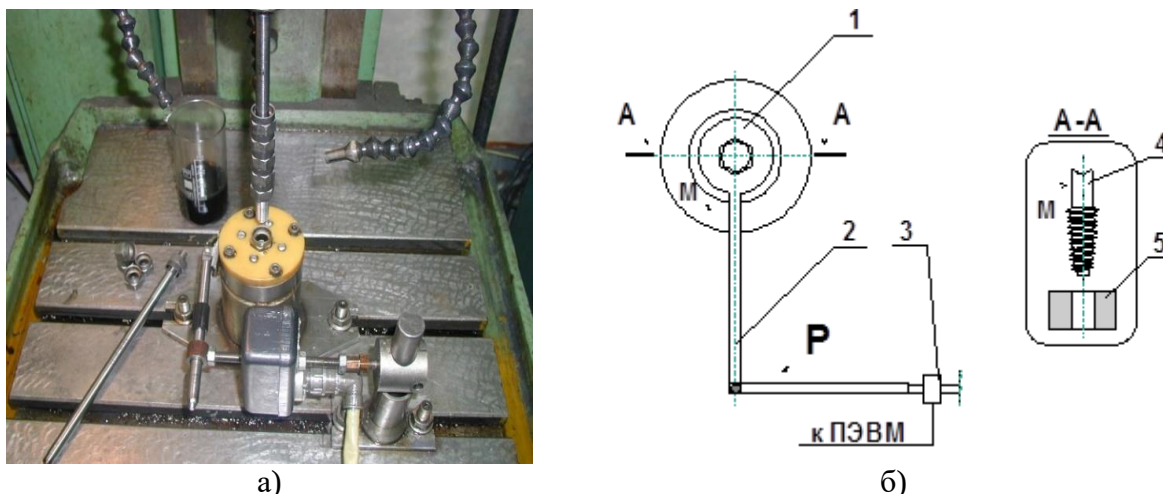


Рисунок 1. Внешний вид специальной оснастки, установленной на сверлильном станке модели 2Н125 (а), схема испытаний (б): 1-корпус с матрицей, 2-рычаг, датчик силы, 4- бесстружечный метчик (раскатник), 5-гайка.

Испытания проводились при различных числах оборотов метчика, в диапазоне 120-1000 об/мин. Следует отметить, что этот экспресс-метод показывает эффективность СОЖ для процессов металлообработки и хорошо коррелируют с другими методами испытаний [2].

Результаты и их обсуждение

В таблице 2 представлены результаты испытаний СОЖ «Росойл-МР-7» с различным содержанием присадки на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490-75.

Таблица 2 - Триботехнические показатели СОЖ

№ п/п	Смазочно-охлаждающая жидкость	Нагрузка сваривания P_c , кгс	Диаметр пятна износа при 20 кгс, 1 час, мм
1	«Росойл-МР-7»	400	0,75
2	«Росойл-МР-7» + 1% присадки	447	0,84
3	«Росойл-МР-7» + 3% присадки	473	0,86
4	«Росойл-МР-7» + 5% присадки	500	0,89

По полученным результатам выявлено, что присадка ПЗ-5 повышает нагрузку сваривания СОЖ. Так для «Росойл-МР-7» с 5% содержанием присадки нагрузка сваривания увеличилась на 25% по сравнению с исходным «Росойл-МР-7», но при этом диаметр пятна износа увеличился на 18,7% для 5-ой % концентрации присадки в СОЖ.

Результаты испытаний СОЖ на операции формообразования внутренней резьбы М12 в гайках из стали 10 методом пластического деформирования металла бесстружечным метчиком (раскатником) представлены на рисунке 2.

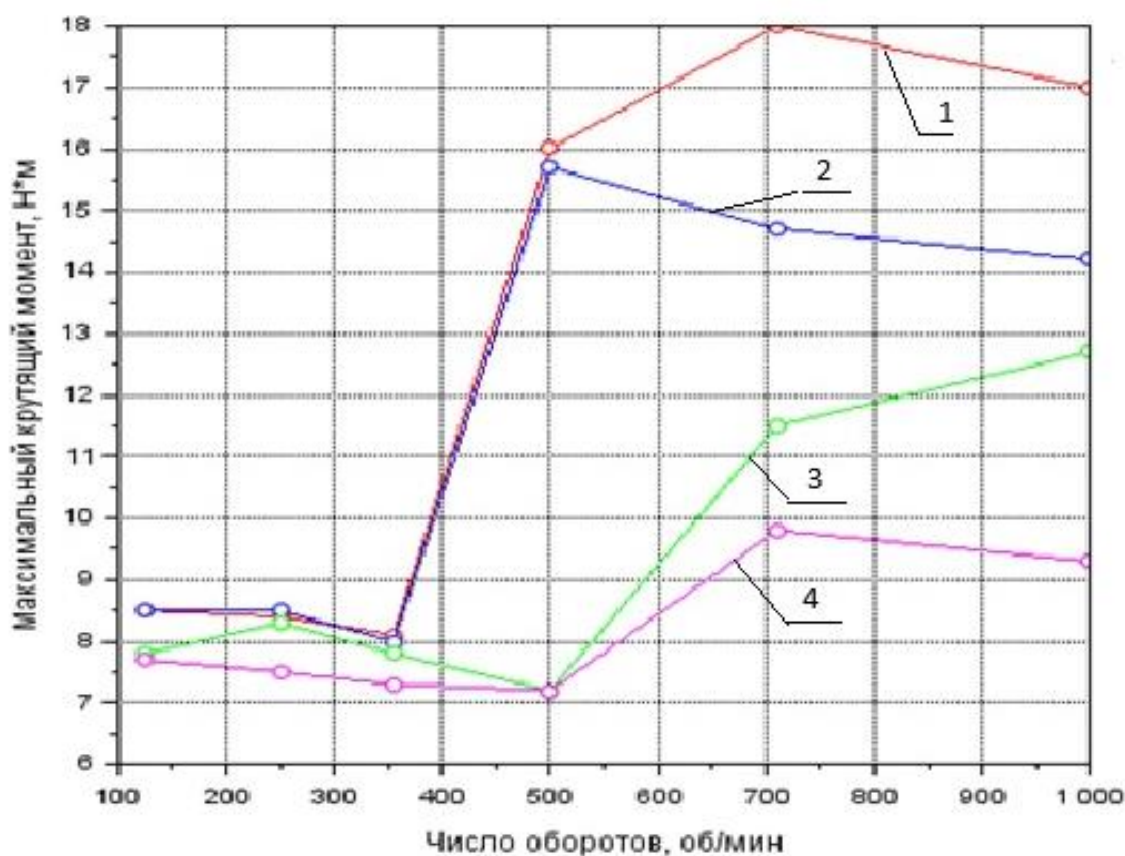


Рисунок 2. График зависимости максимального крутящего момента от числа оборотов шпинделя на операции раскатки внутренней резьбы М12: 1-Росойл-МР-7 без присадки; 2- Росойл-МР-7 с 1 % присадки; 3- Росойл-МР-7 с 3 % присадки; 4- Росойл-МР-7 с 5 % присадки.

Данные результаты показывают, что добавление присадки позволяет повысить эффективность СОЖ «Росойл-МР-7». Наибольшее влияние присадки наблюдалось при её концентрации в СОЖ 5% и при скорости обработки $n = 500$ об/мин., где крутящий момент снизился в 2,2раза. При увеличении скорости до 700 и 1000 об/мин., крутящий момент снизился в 1,8 раза, по отношению к СОЖ «Росойл-МР-7» без присадки.

Следует заметить, что наибольший эффект от применения присадки наступает при скоростях обработки более 380 об/мин. Таким образом, за счет применения присадки в СОЖ Росойл-МР-7 можно повысить производительность оборудования.

Закключение

В результате проведенных исследований выявлено:

1. Применение противозадирной присадки «Росойл-ПЗ-5» в СОЖ «Росойл-МР-7» увеличивает нагрузку сваривания на 25% для «Росойл-МР-7» с 5-ым % содержанием присадки по сравнению с СОЖ без присадки.
2. Присадка «Росойл-ПЗ-5» позволяет снизить крутящий момент на операциях формообразования внутренней резьбы пластическим деформированием в гайках М12х1,25 из стали 10 и повысить производительность оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздов Ю.Н., Буяновский И.А., Гостев Ю.В., Заславский Р.Н., Новиков В.И. Повышение антифрикционных и противоизносных свойств смазочных материалов путем введения композиции присадок различной природы и происхождения // Сб. докл. международного конгресса "Механика и трибология транспортных систем - 2003". Т. 1. Ростов н/Д: РГУ путей сообщения, 2003. С. 323-327.
2. Берлинер, Э. М. Подбор смазочно-охлаждающих жидкостей для обработки металлов резанием с учетом их смазочных и охлаждающих свойств / Э. М. Берлинер, И. А. Буяновский // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2012. – № 6. – С. 34-37.
3. Технология обработки конструкционных материалов / под ред. П.Г. Петрухи. М.: Высш. шк., 1991. – 512 с.
4. Энтелис С. Г. и др. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: справочник / Под общей ред. С. Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
5. Дроздов Ю. Н., Юдин Е. Г., Белов А. И. Прикладная трибология (трение, износ, смазка в технических системах): Монография / Дроздов Ю. Н. – М.: Изд. «ЭкоПресс», 2010. – 604 с.
6. Шашин А. Д. Исследование влияния СОЖ на процесс взаимодействия инструмента и заготовки при обработке металлов резанием: дисс. канд. техн. наук: 05.03.01: Московский государственный индустриальный университет / Шашин Андрей Дмитриевич. – М.: ГОУ МГИУ, 2003. – 118 с.
7. Годлевский В. А. О совместном действии трибоактивных компонентов различной химической природы в составе СОТС / В. А. Годлевский, В. В. Марков // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьева. – Рыбинск: 2014. – № 4 (31). – С. 26-30.
8. Худобин Л. В. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке / Л. В. Худобин, Е. Г. Бердичевский. – М.: Машиностроение, 1977. – 189 с.
9. Кисель А. Г. Повышение эффективности токарной обработки нежестких заготовок на основе рационального выбора СОЖ: дис. канд. техн. наук: 05.02.07: Омский государственный технический университет / Кисель Антон Геннадьевич. – Омск: ОмГТУ, 2018. – 175 с.
10. Шолом, А. В. Охлаждающие и триботехнические характеристики масляных смазочно-охлаждающих жидкостей. [Текст] // Вестник УГАТУ. – 2023. – Т.27 № 2 (100) – С. 148-153.
11. Патент РФ № 2777395 МПК G01N 33/30, G01N3/56, G01N 11/00, СПК G01N3/56, G01N11/00, G01N33/30 Способ оценки комплексной эффективности смазочно-охлаждающей жидкости / Абрамов К.А., Шолом А.В., Пилюгин С.М., Головин В.П., Крамер О.Л., Шолом В.Ю., Вагапов Р.Ф., Казаков А.М., Абрамов А.Н., Пшеничная М.А., Волкова Е.Б., Тюленев Д.Г.; Заявл. 12.07.2021, Опубл. 03.08.2022, Бюл. №22.
12. Худобин Л. В. Современные СОЖ и их применение при обработке металлических заготовок резанием / Л. В. Худобин, Е. С. Киселев // Справочник. Инженерный журнал. – 2006. – № S6. – (Приложение) 2-24 с.
13. Повышение эффективности смазочных материалов с геомодификаторами трения / Р. Г. Нигматуллин, В. Ю. Шолом, Л. Ш. Шустер, И. М. Нигматуллин // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2012. – Т. 16, № 1(46). – С. 51-56. – EDN PWZYXP.
14. Шолом, В. Ю. Особенности трения и смазки при металлообработке / В. Ю. Шолом, А. Н. Абрамов, Н. В. Савельева // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2008. – № 12. – С. 6-11.

S.M. Piliugin, D.G. Tulenev, A.N.Abramov, A.V.Sholom
Self-supporting creative center of the Ufa Aviation Institute,
Ufa, Russia, pilyugin@rosoil.ru

INCREASING THE TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF OIL METAL CUTTING FLUIDS

Abstract

The article presents the results of laboratory tests of the metal cutting fluid (MCF) "Rosoil-MR-7" TU 0258-020-06377289-2002 with different concentrations of the ashless additive PZ-5. A comparative analysis of the tribological characteristics with the original MCF is carried out. The effect of the additive on the tribological characteristics of the CFL during the formation of internal threads with a chipless tap is shown.

Keywords: metal cutting fluid, additive, friction, wear.