

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОЖ ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ ЛЕЗВИЙНОЙ И АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ**

© 2011 В.Ю.Шолом, А.А.Коршунов, Д.Г. Тюленев, А.С.Трофимов, О.Л.Краммер

Научно-производственное объединение “Хозрасчетный творческий центр
Уфимского авиационного института”, г. Уфа

Поступила в редакцию 10.11.2011

Приведены результаты лабораторных исследований и промышленных испытаний высокоэффективной смазочно-охлаждающей жидкости «Росойл-102» и полусинтетической водосмешиваемой смазочно-охлаждающей жидкости «Росойл-910» на операциях лезвийной и абразивной обработки металлов.

Ключевые слова: шлифование, резание, трение

Введение:

Применение СОЖ благоприятно воздействует на процесс резания металлов: значительно уменьшается износ режущего инструмента, повышается качество обработанной поверхности и снижаются затраты энергии на резание. При этом уменьшается наростообразование у режущей кромки инструмента и улучшаются условия для удаления стружки и абразивных частиц из зоны резания. Выбор СОЖ зависит от обрабатываемого материала и вида обработки. СОЖ должна обладать высокими охлаждающими, смазывающими, антикоррозийными свойствами и быть безвредной для обслуживающего персонала.

Использование СОЖ при абразивной обработке обеспечивает охлаждение зоны резания, вымывание стружки и выкрашившихся абразивных частиц с поверхности заготовки и инструмента, облегчение обрабатываемости вследствие пластифицирования обрабатываемой поверхности и препятствование налипанию металла на зерна круга (пассивация активированной резанием поверхности) [1].

Благодаря образованию тонкой пленки между рабочей поверхностью инструмента и обрабатываемой поверхностью снижается трение и уменьшается схватывание материала обрабатываемой детали со связкой и с режущими зернами. Смывание изношенных частиц и частиц металла с рабочих поверхностей инструмента способствует сохранению их режущей способности в течение более длительного времени, а также устраняется возможность образования надиров на обрабатываемой поверхности.

При шлифовании металлов обычно применяют водные и масляные (углеводородные) жидкости; газообразные, твердые и пластичные среды используют сравнительно редко. Водные растворы и водно-масляные эмульсии дешевле и более широко распространены при шлифовании, чем масляные. Большая удельная теплоемкость и лучшая теплопроводность воды позволяют водным СОЖ быстрее отводить теплоту [1].

К процессам абразивной обработки металлов относится и хонингование. При хонинговании и суперфинишировании в отличие от шлифования применяют более мелкозернистый абразивно-алмазный инструмент и схема процесса хонингования отличается от типичной схемы шлифования. При хонинговании вместо теоретического точечно-го или линейного контакта имеет место контакт по поверхности. Эти факторы приводят к затрудненному вымыванию продуктов износа с поверхности брусков и из зоны резания. В связи с этим возрастают требования к моющим, смачивающим, проникающим, вязкостным свойствам СОЖ. Такими свойствами обладает керосин, легкие масла, керосиномасляные смеси, которые обеспечивают высокую производительность обработки и применяются повсеместно в России. Но при этом они обладают неудовлетворительными санитарно-гигиеническими свойствами и пожароопасностью.

При разработке СОЖ для операций лезвийной и абразивной обработки и сравнительной оценки параметров и свойств, использовали следующие образцы смазочных материалов: масло “Esso EP 64”; “РЖ-8”; “Керосин”.

Опираясь на результаты многочисленных лабораторных, опытно-промышленных испытаний и требований производства, были разработаны новые высокоэффективные СОЖ: “Росойл-102” для операций лезвийной обработки; “Росойл-910” для операций шлифования и хонингования.

Методы испытаний

1. Оценка смазывающих свойств смазочных материалов на четырехшариковой машине трения (ЧМТ-1) по ГОСТ 9490.

Шолом Владимир Юрьевич, генеральный директор, E-mail: rosoil@rosoil.ru;

Коршунов Андрей Андреевич, инженер E-mail: anaby@yandex.ru

Тюленев Денис Генрихович, заведующий лабораторией, E-mail: rosoil@rosoil.ru;

Трофимов Андрей Сергеевич, инженер

Краммер Ольга Леонидовна, инженер

2. Метод оценки смазочных материалов при нарезании внутренней резьбы.

Метод заключается в сравнении величины крутящего момента при формообразовании профиля внутренней резьбы в заготовке (гайке) с помощью вращающегося, с заданной скоростью вращения, режущего метчика для различных смазочных материалов.

Специальная установка (рис.1) включающая в себя приспособление (1), в которое помещается заготовка гайки (5). С целью возможности передачи, контроля и регистрации сил, возникающих при резьбонарезании, приспособление (1) оснащено рычагом (2) и датчиком силы (3). Инструмент (4) - режущий метчик.

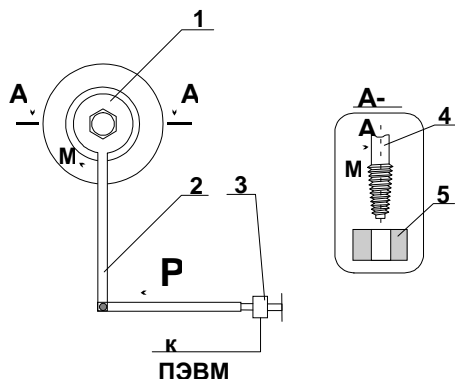


Рис. 1. Схема испытаний процесса нарезания внутренней резьбы: 1 – приспособление, 2 – рычаг, 3 – датчик, 4 – инструмент, 5 – заготовка.

Инструмент - режущий метчик М16×1,5мм из стали ЭК-80М12. Заготовки гаек из стали 20Г2Р. Исследования СОЖ проводили в диапазоне скоростей от 710 до 1000 об/мин (от 35,7 до 50,2 м/мин).

3. Метод оценки смазочных материалов при нарезании наружной резьбы.

Метод заключается в сравнении величины крутящего момента при формообразовании профиля наружной резьбы на заготовке (шпильке), вращающейся с заданной скоростью с помощью неподвижного режущего инструмента (плашки) для различных смазочных материалов (рис. 2).

Инструмент - плашка М14×1,5мм из стали 9ХС. Заготовки из стали 40Х. Исследования СОЖ проводили в диапазоне скоростей от 31,5 до 250 об/мин (от 2,8 до 22 м/мин).

4. Метод оценки смазочных материалов в процессе шлифования.

Метод заключается в сравнении величин показателей износа, съема металла и износа абразивного инструмента, в процессе шлифования, на специальной трибометрической установке для различных смазочных материалов.

В качестве абразивного инструмента взят белый корунд марки 25А ПП, образцы выполнены из стали 5сп, в виде брусков квадратным сечением 8 мм и длиной 20 мм.

5. Оценка эффективности смазочных материалов в процессе хонингования.

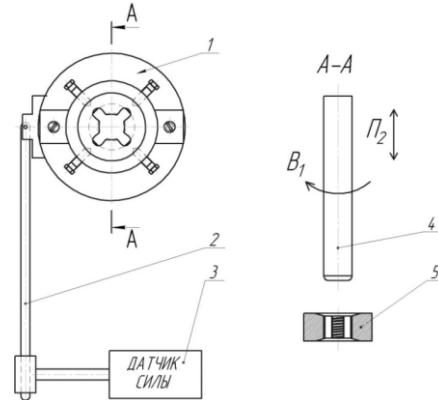


Рис. 2 – Определение крутящего момента: 1- приспособление, 2- рычаг, 3- датчик, 4- заготовка, 5-инструмент(плашка).

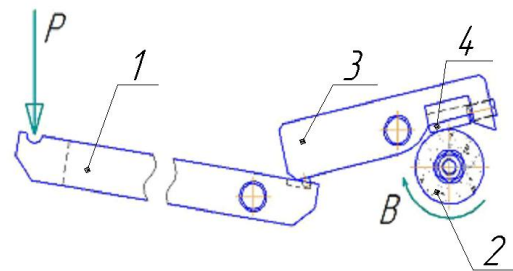
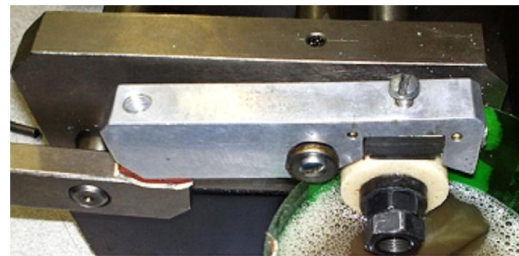


Рис. 3. Трибометрическое устройство для оценки влияния СОЖ на процесс шлифования: 1- рычаг, 2- абразивный инструмент, 3- приспособление для фиксации, 4- заготовка.

Исследования проводились в процессе черного хонингования чугунных гильз двигателя М-412 на хонинговальном станке СС-700М с алмазными брусками. Режимы испытаний: длина хонингования 140 мм, скорость вращения головки станка 180 об/мин, скорость двойных ходов 63 ход/мин, время обработки гильзы 30 сек. Эффективность СОЖ оценивали по съему металла, шероховатости внутренней поверхности гильзы после обработки, степени засаливаемости инструмента.

Результаты и обсуждения

Результаты физико-химических свойств и испытаний СОЖ на четырех-шариковой машине табл. 1 и 4.

Результаты испытаний СОЖ при нарезании внутренней резьбы представлены в табл. 2.

Результаты испытаний СОЖ при нарезании наружной резьбы представлены на рис. 4. Данные исследований показали, что при нарезании внутренней и наружной резьбы, в исследуемом диапазоне скоростей резания, СОЖ «Росойл-102» показала наименьшие значения крутящего момента. СОЖ «Росойл-102» была рекомендована к опытно-промышленным испытаниям на ОАО ПАО «Инкар» (г. Пермь).

Таблица 1. Физико-химические свойства

№ п/п	Наименование показателей	«Росойл-102»	«Esso EP 64»
1	Внешний вид	Однородная прозрачная жидкость от темно-вишневого до темно-коричневого цвета	Однородная прозрачная жидкость светло-коричневого цвета
2	Плотность при 20°C, г/см ³	0,918	0,873
3	Вязкость кинематическая при 50°C, сСт.	19,42	19,05
4	Температура вспышки в открытом тигле, °C	192	188
5	Содержание серы, % масс.	0,90	4,36
6	Содержание хлора, % масс.	8,02	отсутствует
7	Смазывающие свойства на четырехшариковой машине трения: нагрузка сваривания P _c , кгс, - Ди, мм (20 кгс, 1 час) - Ди, мм (100 кгс, 10сек) - Фтр., Н(100 кгс, 10сек) (t исп.=20°C)	630 0,67 0,40 1,65	400 0,36 0,45 2,30

Таблица 2. Результаты испытаний при нарезании внутренней резьбы

Параметры	«Росойл-102»	«Esso EP 64»
Мкр., Н*м при 710 об/мин (35,7 м/мин)	15,7	19,1
Мкр., Н*м при 1000 об/мин (50,2 м/мин)	15,0	17,1

Ранее, по технологии, применялось специальное масло «Esso EP 64». По составленной программе проведены производственные испытания СОЖ «Росойл-102» на агрегатном станке фирмы «Pffinner» при настройках и режимах резания соответствующих технологии изготовления поршня гидротолкателя ГТ 35-012.

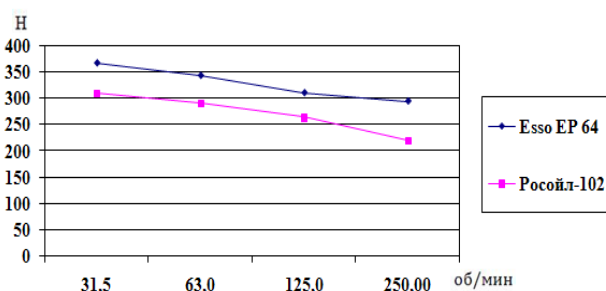


Рис. 4. Графики крутящего момента при нарезании наружной резьбы.

По результатам производственных испытаний, в течение 4-х месяцев работы, специалистами ОАО ПАО «Инкар» составлен отчет, в котором показано, что стойкость режущего инструмента на всех позициях и шероховатость обработанной поверхности соответствует технологии; отсутствуют прижоги на инструменте. Отсутствует коррозия на деталях и инструменте, эксплуатационные характеристики СОТС не ухудшаются в процессе эксплуатации, СОТС не оказывает вредного воздействия на человека.

На основании проведенных производственных испытаний сделан вывод: «СОТС «Росойл-102» удовлетворяет условиям обработки детали ГТ 35-012 на станке фирмы «Pffinner» в цехе 25».

Результаты лабораторных испытаний СОЖ в процессе шлифования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Влияние СОЖ на параметры процесса шлифования

СОЖ	Изнас круга %	Съем металла %
«Росойл - 910»	5%	0
	20%	0
«Керосин»	15,1515	13,0221
«РЖ-8»	20,3030	11,3329

СОЖ «Росойл-910» прошла испытания с положительным результатом в ООО «Автодвор» (г. Уфа) на операции шлифования коленвалов отечественных и импортных автомобилей. Испытания проводились на круглошлифовальном станке 3А423. Объем бака для эмульсии 200 л. Съем металла – 0,25 мм. Скорость обработки – 35 м/с. Концентрация эмульсии 5%.

Испытания СОЖ «Росойл-910» в течении 4 месяцев показали следующие результаты: обеспечена нормативная чистота обработки поверхности коленчатых валов;

Таблица 4. Трибологические свойства смазочно-охлаждающих жидкостей

Параметры	«РЖ-8»	Керосин	Росойл-910	
			5%	20%
Нагрузка сваривания P_c , кгс	141	126	126	133
Нагрузка критическая P_k , кгс	80	42,5	106	100
Диаметр пятен износа D_i , мм, (нагрузка 119 кгс, $t=10$ сек)	3,63	4,23	3,10	3,00
Сила трения $F_{тр.}$, Н	26	28	25	23

отсутствовали: коррозия на обрабатываемых деталях, инструменте и оборудовании; неприятный запах; прижоги на деталях; засаливание абразивного круга.

Результаты испытаний СОЖ в процессе хонингования при черновом хонинговании в трибологической лаборатории ХТЦ УАИ представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты испытаний СОЖ при черновом хонинговании.

СОЖ \ Параметр	Водная «Росойл-910» 20 % эмульсия	Масляная «РЖ-8»
Съем металла с гильзы, грамм (за 30 сек)	11,00	6,25
Шероховатость после испытаний, R_a , мкм	1,21	1,38
Засаливание алмазных брусков	Отсутствует	Отсутствует

Из табл. 5 видно, что при черновом хонинговании с использованием СОЖ «Рос-ойл-910» съем металла выше, чем у СОЖ «РЖ-8» на 74,6%. Шероховатость хонингованной поверхности при применении СОЖ «Росойл-910» ниже, чем у СОЖ «РЖ-8» на 12,3%. Засаливания брусков не наблюдалось при испытаниях обеих СОЖ.

На ОАО «Стерлитамак-М.Т.Е.» г. Стерлитамак проведены промышленные испытания СОЖ «Росойл-910» на операции хонингования блока гидроусилителя руля на хонинговальном станке СС-741 с алмазными брусками. Объем заливки эмульсии 75 л. Концентрация эмульсии 20 %.

Условия испытаний: материал заготовок – высокопрочный чугун ВЧ-40; длина хонингования 161 мм; скорость вращения головки станка 220

об/мин; скорость двойных ходов 70 ход/мин; время чернового хонингования одной заготовки 10 с; время чистового хонингования одной заготовки 30 сек. Эффективность СОЖ оценивали по ше-роховатости поверхности после обработки, съему припуска на диаметр и степени засаливания брусков.

При использовании СОЖ «Росойл-910» шероховатость поверхности после обработки R_a 0,17. В процессе обработки съем припуска на диаметр соответствует норме. Засаливание брусков при применении СОЖ «Росойл-910» отсутствует.

На ОАО «АВТОВАЗ» проводили лабораторно-производственные испытания по определению возможности использования водной эмульсии СОЖ «Росойл-910» на операции хонингования блоков цилиндров (11183/93-100201300/10, 11194-100201300) взамен жидкости рабочей «РЖ-8у».

После лабораторных испытаний СОЖ «Росойл-910» на соответствие требованиям ТУ 0258-048-06377289-2003 в лаборатории СОЖ УЛИР партия СОЖ была допущена к производственным испытаниям на вертикально-хонинговальном станке Nagel код.№ 014.735.324 в цехе 32-4 МСП (объем бака станка 2 м³).

На протяжении периода испытаний осуществлялся технологический и микробиологический контроль СОЖ.

Профиль обработанной поверхности цилиндров контролировался на приборе Hommel Tester W55. Качество обработки поверхности цилиндра оценивали по параметрам: Rpk – высота выступов, Rk – шероховатость несущей поверхности, Rvk – глубина впадин (DIN EN ISO 13565), которые дают возможность по отдельности обрабатывать данные зоны выступов, среднего сечения профиля и зоны впадин;

Результаты испытаний:

- состояние обработанной поверхности деталей соответствовало нормативным значениям: $Rpk < 0,3$; Rvk 0,8...2 мкм; Rk 0,2...0,8 мкм;

- анализ СОЖ на наличие механических примесей показал их содержание в первую неделю испытаний не более 0,05% (что не превышает нормативных значений); затем через 2 недели содержание мехпримесей увеличилось в 2 раза – до 0,1%;

- показатель коррозии составлял 0 баллов на всем протяжении испытаний;

- в испытанных концентрациях СОЖ «Росойл-910» биостабильна;

- состояние воздушной среды в период испытаний находилось в пределах требований ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;

- жалоб на состояние здоровья со стороны рабочих, соприкасающихся с СОЖ «Росойл-910», не было.

В результате лабораторно-промышленных испытаний на ОАО «АВТОВАЗ» сделан вывод: СОЖ

«Росойл-910» в рабочих концентрациях 15...30% обеспечивает требования технологии хонингования блоков цилиндров взамен жидкости «РЖ-8у» по качеству обработки и санитарно-гигиеническим свойствам.

В процессе производственных испытаний установлено следующее:

- качество обработки на индивидуальном станке в ручном режиме – удовлетворительное (по чертежу Ra в пределах 0,5-0,8 мкм; по фактическим замерам Ra = 0,54 - 0,72 мкм);

- физико-химические параметры эмульсии не претерпели значимых изменений. Также не наблюдался рост микроорганизмов;

- жалоб на состояние здоровья со стороны рабочих, соприкасающихся с СОЖ «Росойл-910», не было;

- по результатам исследований, проведенных лабораторией промсанитарии ОУТ, состояние воздушной среды в период испытаний находилось в пределах требований ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

В результате лабораторно-промышленных испытаний на ОАО «АВТОВАЗ» сделан вывод: СОЖ «Росойл-910» удовлетворяет требованиям технологии хонингования блока цилиндров, деталь 21083-1002015 на станке 014.705.324 по качеству обработки и санитарно-гигиеническим свойствам.

Выводы

1. В результате проведенных исследований разработана и внедрена высокоэффективная СОЖ «Росойл-102» предназначенная для нарезания наружной и внутренней резьбы, обладающая высокими триботехническими характеристиками и отвечающая требованиям, предъявляемым к данному виду продуктов.

2. Разработана и внедрена высокоэффективная водосмешиваемая СОЖ «Росойл-910» предназначенная для абразивной обработки металлов (шлифование, хонингование) обеспечивающая улучшение качества обрабатываемой поверхности, санитарно-гигиенических условий труда и пожаро-безопасности производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1995. 496 с.: ил.
2. Кацук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовальщика. М.: Машиностроение, 1988. 480с
3. Ребиндер П.А., Щукин Е.Д. Поверхностные явления в твердых телах в процессе их деформации и разрушения/ Успехи физических наук. Т.108, вып. 1, сентябрь 1972. С. 3-41
4. Технологические свойства новых СОЖ для обработки резанием / Под ред. М.И. Клушина. – М.: Машиностроение 1979.- 192с., ил.

THE RESULTS OF LABORATORY RESEARCH AND INDUSTRIAL TEST LUBRICOOLANT “ROSOIL-102” AND SEMISYN THETIC COOLANT “ROSOIL-910” ON MACHINING EDGE CUTTING AND ABRASIVE

© 2011 V.Yu. Sholom, A.A. Korshunov, D.G. Tyulenev, O.L. Kramer, A.S. Trofimov

Research-and-production association “Self-supporting Creative Center of the Ufa Aviation Institute”, Ufa

Submitting the results of laboratory research and industrial test lubricoolant “rosoil-102” and semisynthetic coolant “rosoil-910” on machining edge cutting and abrasive

Key words: grind, cutting, friction

Sholom Vladimir Jurevich, the general director, an E-mail: rosoil@rosoil.ru;
Kites Andrey Andreevich, the engineer of an E-mail: anaby@yandex.ru
Tjulenev Denis Genrihovich, the laboratory chief, E-mail: rosoil@rosoil.ru;
Trofimov Andrey Sergeevich., the engineer
Kramer Olga Leonidovna, the engineer