

УДК 665.767:621.22

*Н.В. Волнянская, О.В. Дедушева, С.А. Линник, В.В. Лулева*

## **СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**ГП “Производственное объединение Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова”,  
г. Днепропетровск**

Исследованы полусинтетические и эмульсионные смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при механической обработке деталей ракетно-космических изделий. Сравнивали физико-химические и смазочные свойства. Предложена полусинтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, содержащая ЭПИ-присадки, оценена ее удаляемость с поверхности металлов обезжириванием; проведены испытания технологических свойств при фрезеровании титанового сплава.

Особенности применения технологических смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при механической обработке деталей ракетно-космических изделий заключаются в широкой гамме обрабатываемых металлов (цветные, черные), жаропрочных сплавов, а также мелкосерийном производстве. Обладая высокой смазочной эффективностью, СОЖ не должна являться источ-

ником трудноудаляемых органических загрязнений полостиобразующих поверхностей, а также поверхностей свариваемых кромок и поверхностей, подготавливаемых под покрытие. Экономические показатели применения СОЖ связаны с длительностью ее эксплуатации, которая зависит от устойчивости к поражению микроорганизмами, неизменности состава и влияет на расход СОЖ,

а также количество образующихся отходов отработанной жидкости.

Применение СОЖ осуществляют с учетом их физико-химических свойств (вязкость, плотность, стабильность концентрата, запах, показатель рН раствора, его стабильность, коррозионное действие на металлы, склонность к пенообразованию), стойкости инструмента в процессе механической обработки, склонности к микробопопадению, а также с учетом коксустойкости, удаляемости с поверхности обрабатываемого металла и влияния сорбированных остатков СОЖ, не удаленных в процессе обезжиривания, на образование газовых пор при последующей сварке [1].

Водные полусинтетические СОЖ удовлетворяют названным требованиям, обладают длительным сроком службы, экономичные, но при обработке жаропрочных сплавов не достаточно эффективны. Для исследования предложена полусинтетическая СОЖ, содержащая ЭПИ-присадки.

В проведенных лабораторных и производственных испытаниях сравнивали полусинтетические СОЖ (Универсал-1 марки ПС, СОЖ с ЭПИ-присадками) и эмульсионные (Авитол-2 марки Б, Blasocut 4000 CF, Blasocut 4000 Strong) по физико-химическим свойствам, приведенным в табл. 1., смазочным свойствам по ГОСТ 9490-75 и удаляемости с поверхности металлов.

Исследуемые СОЖ отличались по вязкости, концентрации рабочего раствора, коррозионному действию на металлы. Вязкость полусинтетических СОЖ выше, чем эмульсионных.

Испытания коррозионного действия на металлы проводили в более жестких условиях, чем предусмотрено ГОСТ 6243-75. Капли испытуемой СОЖ, нанесенные на предварительно подготовленные пластинки металла или сплава (чугун СЧ20, сталь 40Х и 45, сплавы АМг6 и БрХ08), выдерживали под колпаком в течение 4, 24, 48, 72 ч. Опытная полусинтетическая СОЖ, содержащая ЭПИ-присадки, по коррозионному воздействию на черные металлы и алюминиевый сплав АМг6 была на уровне эмульсионных СОЖ, но более эффективной, чем полусинтетическая СОЖ Универсал-1 марки ПС.

Смазочные свойства оценивались на четырехшариковой машине трения марки ЧМТ-1 по ГОСТ 9490-75 при заданных осевых нагрузках и использовании стальных шариков ШХ 15 диаметром 12,7 мм. Для оценки противозадирных и противоизносных свойств СОЖ определялись нагрузка сваривания  $P_{св.}$ , критическая нагрузка  $P_{к.}$ , индекс задира  $I_3$ , диаметр пятна износа шарика  $D_{изн.}$  [3]. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Установлено, что предложенная полусинтетическая СОЖ с ЭПИ-присадками по трибологическим характеристикам находится на уровне СОЖ

Универсал-1 марки ПС и отличается от эмульсионных СОЖ Авитол-2 марки Б, Blasocut 4000 CF, Blasocut 4000 Strong более высокими противоизносными свойствами.

Длительность эксплуатации полусинтетических водных СОЖ и деэмульгирующее действие по отношению к инородным маслам, применяемым в станках с ЧПУ, превышают показатели этих свойств эмульсионные СОЖ Авитол-2 марки Б. Они более совместимы с гидравлическими маслами, чем эмульсионные СОЖ [4]. Наибольшую экономическую целесообразность представляет использование этих СОЖ в станках с большим объемом баков.

За степень удаляемости СОЖ принималась способность водных рабочих эмульсий образовывать на поверхности сплава АМг6 и стали 12Х18Н10Т остаточные загрязнения, которые не удаляются в процессе обезжиривания нефтяным растворителем ТУ У 22340203.001-97 и водным моющим раствором.

Предварительно металлические образцы (пластины 100×200×3 мм) были обезжирены нефтяным растворителем, а образцы из сплава АМг6 дополнительно протравлены в растворе смеси фторида и гидроксида натрия при 60°C с последующим осветлением азотной кислотой при 30°C. После травления образцы промывали горячей и холодной водой и просушивали.

Подготовленные металлические пластины окунали в водную СОЖ, высушивали при 60°C в течение часа, затем окунание и высушивание повторяли 5 раз. Последнее высушивание пластин проводили на воздухе при 20°C в течение 5 суток.

Испытания по обезжириванию пластин проводили с использованием органического растворителя или водного моющего раствора, а также с использованием комбинированного способа (последовательно – водным моющим раствором и органическим растворителем).

Для обезжиривания поверхности стали 12Х18Н10Т окунанием использовали водный моющий раствор содержащий тринатрий фосфат, соду кальцинированную, синтанол ДС-10 при температуре 50–60°C в течение 5–10 мин., а для сплава АМг6 – тринатрий фосфат, синтанол ДС-10, жидкое стекло, при температуре 50°C с применением ультразвука в течение 10 мин. Затем осуществлялась окончательная промывка проточной водой (50°C) и сушка сжатым воздухом.

После обезжиривания и сушки пластин качество обезжиривания оценивали визуально по наличию люминесцирующих пятен и участков загрязнения. При этом облучали поверхность каждой пластины с двух сторон ультрафиолетовым потоком при помощи облучателя модели 833.

На поверхности стали 12Х18Н10Т остаточных загрязнений не наблюдали при применении любого способа обезжиривания. В месте с тем на

Физико-химические свойства СОЖ

Наименование показателей	Методы испытания	Марки СОЖ и показатели физико-химических свойств				
		Авитол-2 марки Б	Blasocut 4000 CF	Blasocut 4000 Strong	Универсал-1 марки ПС	СОЖ, содержащая ЭПИ-присадки
Внешний вид	ГОСТ 6243 р. 1	Однородная маслянистая жидкость коричневого цвета	Однородная маслянистая жидкость зеленого цвета		Однородная маслянистая жидкость коричневого цвета	
Запах	Органолептически	Специфический, не раздражающий				
Вязкость кинематическая при: 40 <sup>0</sup> С 50 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с, не более	ДСТУ ГОСТ 33		54	58		
		50			100	200
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 3900	880	960–990		990–1050	900–1100
Стабильность при хранении	ГОСТ 6243 р. 6	Выдерживает				
Рабочий раствор, приготовленный на воде жесткостью 4,6 мг-экв/дм <sup>3</sup>						
Рабочая концентрация, %	Рефрактометрически	3	4	3	5	5
Показатель рН	ГОСТ 6243 р. 4	9,0–10,0	8,8–9,3		9,0–10,0	8,0–10,0
Стабильность эмульсии	ГОСТ 6243 р. 3	Выдерживает				
Коррозионное действие на металлы: СЧ20 Ст40Х, Ст45 АМгб БрХ08	ГОСТ 6243 р. 2, с выдержкой каплеподколпаком в течение 4, 24, 48, 72 ч	72	72	72	24	72
		72	72	72	24	72
		72	72	72	24	72
		4	не выдерживает	72	4	4
Микробное поражение, баллы	Метод ТТХ [2]	1 (через 20 суток)	0 (через 8 месяцев)		0 (через 4 месяца)	0 (через 5 месяцев)

Таблица 2

Трибологические характеристики исследуемых водных СОЖ

Наименование СОЖ	Рабочая концентрация, мас. %	Нагрузка, Н		Индекс износа, I <sub>изн.</sub> , Н	Диаметр пятна износа, D <sub>изн.</sub> , мм
		сваривания, P <sub>св.</sub>	критическая, P <sub>к.</sub>		
Авитол-2 марки Б	3	1303	1235	472	0,70
Blasocut 4000 CF	4	1040	657	336	0,88
Blasocut 4000 Strong	3	1100	739	338	0,71
Универсал-1 марки ПС	5	1230	1170	480	0,62
СОЖ с ЭПИ-присадками	5	1235	872	336	0,64

поверхности сплава АМгб полное удаление жировых загрязнений достигалось только с использованием комбинированного способа обезжиривания.

Исследуемая водная СОЖ с ЭПИ-присадками позволяет обеспечить полное удаление остатков СОЖ и масляных загрязнений с поверхности металла, имеет высокие противоизносные характеристики по ГОСТ 9490-75.

Проведенными производственными испытаниями в горизонтально-фрезерном станке модели МВ83Т при фрезеровании деталей из сплава ВТ22 с использованием испытуемой полусинтетической СОЖ установлено, что дисковая фреза из сплава

ВК8 Ш125 мм в процессе мехобработки работала без переточки. СОЖ хорошо смачивала поверхности детали и инструмента, что способствует стойкости инструмента. В процессе работы в течение месяца наблюдали за изменением следующих физико-химических свойств СОЖ: концентрации, коррозионного воздействия на металлы, показателя рН раствора, микробопоражения. Показатели этих свойств СОЖ были стабильны в течение всего времени испытаний. Испытуемая полусинтетическая СОЖ с ЭПИ-присадками проявила стабильность свойств и устойчивость к микробопоражению.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волнянская Н.В., Пиджарый А.Ф., Ермолова А.А. Влияние СОЖ на образование пор в сварном шве // Вестник машиностроения. – 1996. – № 2. – С.23-27.

2. Энтелис С.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник. – М.: Машиностроение, 1995. – 496 с.

3. Водные смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при механической обработке деталей и сборочных единиц ракетно-космических изделий. Исследование эффективности / Н.В. Волнянская, С.А. Линник, А.Ф. Пиджарый, Н.А. Ваганова // Хімічна промисловість України. – 2011. – № 3. – С.56-61.

4. Волнянская Н.В., Дедушева О.В. Деэмульгирующее действие водных смазочно-охлаждающих жидкостей, применяемых при механической обработке металлов по отношению к инородным маслам // Вопр. химии и хим. технологии. – 2013. – № 2. – С.48-50.

Поступила в редакцию 30.05.2013