

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© 2013 А.В. Васильев, Д.В. Гусарова

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

Поступила 05.03.2013

Смазочно-охлаждающие жидкости обладают высокой степенью токсичности, и представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. Экспериментально подтверждена высокая токсичность наиболее распространенных марок смазочно-охлаждающих жидкостей. Определены основные подходы к снижению их негативного воздействия.

**Ключевые слова:** смазочно-охлаждающие жидкости, токсичность, воздействие, биотестирование, снижение.

### ВВЕДЕНИЕ

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) обладают высокой степенью токсичности и представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды [1, 2, 4, 6, 7].

Современные машиностроительные предприятия потребляют ежегодно десятки тысяч тонн СОЖ, необходимых для процессов механической обработки деталей машин, и эта цифра постоянно растет. Так, в ОАО «АВТОВАЗ» работает более 6500 единиц металлообрабатывающего оборудования, использующего 150 миллионов литров СОЖ в год, в том числе 2 миллиона литров пожароопасных масляных СОЖ.

Средний срок использования СОЖ колеблется от двух недель до полутора месяцев. Основными причинами замены СОЖ являются наличие в них большого количества взвешенных веществ (металлическая пыль, сажа, частицы абразивных материалов), их расслаивание и загнивание. При этом отработанные СОЖ, в состав которых входят индустриальное масло, щелочь, полигликоли, асидол и ряд других веществ, в 15-30 раз токсичнее свежих.

В результате использования СОЖ возможно загрязнение окружающей среды, прежде всего атмосферы, гидросферы и почвы. Крайне неблагоприятное воздействие оказывают на биосферу отработанные СОЖ при их просачивании и загрязнении экологически опасными компонентами.

Следует особо отметить, что СОЖ оказывают значительное воздействие на организм рабочих в результате непосредственного контакта с кожным

покровом или контакта через спецодежду, пропитанную СОЖ, а также в результате поступления паров, аэрозолей, конденсата СОЖ в организм рабочих через дыхательную систему. Компоненты СОЖ, бактерициды и фунгициды, возникающие продукты реакций, занесенные инфодные вещества вызывают тяжелые кожные и другие заболевания персонала. В результате длительного контакта с СОЖ у рабочих может возникать гиперкератоз, масляные папилломы, гранулемы, хронические пигментации кожи, фолликулиты, дерматиты, редко экземы, возможно появление полиневритов, возникновение злокачественных образований, в т.ч. и рак кожи и легких.

Для снижения риска негативного воздействия СОЖ необходимо определить экспериментальным путем степень токсичности различных марок СОЖ и определить основные подходы к снижению негативного воздействия СОЖ.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ СОЖ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Авторы провели биотестирование токсического воздействия различных видов отработавших смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием биологических тест-объектов.

Основным объектом исследований являлись отработанные СОЖ, образующиеся на ОАО «АВТОВАЗ». В качестве объекта мониторинга были взяты наиболее распространенные марки СОЖ: ВЕЛС-1М, АВТОКАТ Ф-78, АВТОКАТ Ф-40. На предприятии СОЖ готовят на основе концентратов. В зависимости от обрабатываемого материала СОЖ применяются в виде 3-20%-ной водной эмульсии. Вышеуказанные СОЖ, в частности, имеют наибольшую годовую потребность на основных производствах ОАО «АВТОВАЗ», при этом суммарный норматив образования отработанных СОЖ в среднем составляет 186 462 м<sup>3</sup>.

Эксперименты проводились в государственной аккредитованной лаборатории НИЛ-9 Тольяттин-

---

*Васильев Андрей Витальевич*, доктор технических наук, профессор, директор института химии и инженерной экологии, avassil62@mail.ru; *Гусарова Дарья Вячеславовна*, аспирантка кафедры Инженерная защита окружающей среды, dariagus@mail.ru

ского государственного университета в соответствии с требованиями аккредитованных методик определения острой токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов в лабораторных условиях по изменению оптической плотности тест-культуры зеленой протококковой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) ПНД Ф 14.1:2:3:4:10-04 16:1:2:3:3.7-04 и по определению смертности дафний (*Daphnia magna* Straus) ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06, 16.1:2:3:3.9-06.

Экспериментальные исследования проводились в специализированном многокуветном культиваторе водорослей КВМ – 05 (ТУ 3615-006-26218570-2007). В ходе экспериментов устанавливалась токсичная кратность разбавления водных вытяжек СОЖ, вызывающих снижение на 20% и более или увеличение на 30% и более величины оптической плотности тест-культуры водоросли по сравнению с контролем за 22 часа световой экспозиции. Оптическая плотность тест-культуры водоросли после 22 часов роста измерялась с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3.

Также использовалась методика ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06, 16.1:2:3:3.9-06, основанная на определении смертности дафний (*Daphnia magna* Straus) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

В экспериментах устанавливалась безвредная кратность разбавления вод вытяжек СОЖ, вызывающую гибель не более 10% тест-объектов за 48-часовую экспозицию. Экспериментальные исследования проводились с использованием устройства для экспонирования рачков УЭР-03 (ТУ 3615-006-26218570-2007), при этом в каждую пробирку помещалось по 10 дафний в возрасте 20 ч. Результаты исследований фиксировались с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3.

Приготовление разбавлений исследуемых СОЖ для биотестирования производилось согласно рекомендациям «Методики определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний» (ФР.139.2001.00283). Для получения водной экстракции смесь воды и СОЖ в отношении (1:27 и 1:243) перемешивали в течение 1 часа и отстаивали в течение 24 часов. Полученную суспензию центрифугировали в течение 10 мин. при 5 000 об/мин. и надосадочную жидкость использовали для биотестирования.

Результаты мониторинга токсикологического воздействия СОЖ методами биотестирования представлены в таблице 1 и рис. 1 (тест-объект - хлорелла) и в таблице 2 и рис. 2 (тест-объект - дафния). В результате биотестирования установлены токсикологические характеристики для различных марок СОЖ.

**Таблица 1.** Результаты биотестирования по тест-объекту хлорелла

Марка СОЖ	Оценка тестируемой пробы	Качество воды	Величина токсической кратности разбавления
СОЖ ВЕЛС-1М	Оказывает острое токсическое действие	Гипертоксичная	379
СОЖ АВТОКАТ Ф-78	Оказывает острое токсическое действие (кратность разведения – 243 раза)	Гипертоксичная	537
СОЖ АВТОКАТ Ф-40	Оказывает острое токсическое действие (кратность разведения – 243 раза)	Гипертоксичная	616

**Таблица 2.** Результаты биотестирования по тест-объекту дафния

Марка СОЖ	Продолжительность наблюдения	Оценка тестируемой пробы	Безвредная кратность разбавления	Примечание
СОЖ ВЕЛС-1М	48 часов	Оказывает острое токсическое действие	636	Гибнет 10% тест-объектов
СОЖ АВТОКАТ Ф-78	48 часов	Оказывает острое токсическое действие	258	
СОЖ АВТОКАТ Ф-40	48 часов	Оказывает острое токсическое действие	329	

### ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ РИСКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Традиционный подход к снижению воздействия СОЖ на окружающую среду – это их утили-

зация. Однако утилизация отработанных СОЖ, помимо существенных затрат на ее проведение, не является безопасным процессом. При ее проведении возможно причинение ущерба окружающей среде. Происходит просачивание смазочных материалов в экосистему и загрязнение ее

экологически опасными компонентами: полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ); полидифенилами, в основном полихлордифенилами (ПХД) антропогенного происхождения; серо- и хлорсодержащими присадками; биоцидами; органическими соединениями металлов (свинца, бария, сурьмы, цинка); нитритами. Все они распространяются в атмосфере, воде, почве, попадают в пищевые цепи и продукты питания. Кроме того, углеводороды нефтяных и синтетических масел, имея невысокую (10-30%) степень биоразлагаемости и накапливаясь в окружающей среде, могут вызвать сдвиг экологического равновесия (усиленное размножение и мутацию микроорганизмов, усваивающих нефтепродукты). Загрязнение атмосферы происходит и в результате испарения отработавших СОЖ. Токсичные компоненты (диоксид серы, органические соединения хлора и тяжелых металлов) с облаками разносятся по всей планете, что приводит к ее глобальному неблагоприятию. Причем наиболее опасно испарение синтетических масел - его результаты непредсказуемы, а при испарении масел, содержащих ПХД, образуются еще более токсичные соединения - полихлордибензодиоксины и полихлордибензофураны.

Серьезную опасность для окружающей среды представляет просачивание отработавших СОЖ в грунт и попадание в поверхностные грунтовые воды при проливах и утечках. В почве образуются так называемые масляные линзы, из которых масло со скоростью 10,2-10,5 м/с распространяется в ширину и вглубь, контактирует с грунтовыми водами и мигрирует с ними. В итоге (данные Института токсикологии Министерства здравоохранения РФ) в грудном молоке кормящих матерей в среднем по России содержится 21,5

мг/л полихлорированных бифенилов (ПХБ), предельно-допустимая концентрация которых не должна превышать 1 мг/л.

Альтернативой дорогостоящему и экологически небезопасному процессу утилизации СОЖ является исследование и внедрение методов уменьшения использования СОЖ и полного отказа от СОЖ при проведении технологических операций. Согласно данным Швейцарской фирмы «Micron SA Agno», средняя стоимость СОТС, используемых для одного станка, ежедневно равна 50-250 долларов США. Значит ежегодно фирма «Micron SA Agno» тратит на применение одного станка 12 750 - 63 730 долларов США. На машиностроительных предприятиях средняя стоимость СОЖ, используемых для одного станка, по некоторым оценкам, составляет 8000 долларов ежегодно. По данным германского агентства по охране окружающей среды негативное воздействие при использовании СОЖ ежегодно увеличивается, при этом наносится ущерб, как экологии, так и экономике предприятия.

В настоящее время процессы обработки без использования смазочно-охлаждающих жидкостей активно исследуются и внедряются в производство в большинстве промышленно-развитых стран. Это вызвано тем, что переход на обработку без СОЖ позволяет повысить экологичность производства и исключить затраты на приобретение, хранение и утилизацию СОЖ.

В настоящее время можно выделить три основных пути развития исследований в данной области [2, 3, 5]: замена СОЖ на экологически чистые материалы, обработка без использования СОЖ, обработка с минимальным количеством СОЖ (см. рис. 1).



**Рисунок 1. Возможные пути снижения воздействия СОЖ.**

Таким образом, по мнению авторов, наиболее перспективным путем является разработка методов и технических решений, направленных на отказ от применения СОЖ.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Воздействие СОЖ на окружающую среду и человека носит комплексный характер и может привести к ряду негативных последствий. Экспериментально с использованием методов биотес-

тирования подтверждена высокая степень токсичности наиболее распространенных марок СОЖ. Определены основные подходы к снижению негативного воздействия СОЖ в условиях производства. Сделан обоснованный вывод, что наиболее перспективным путем является разработка методов и технических решений, направленных на отказ от применения СОЖ.

Работа поддержана грантом на проведение научных исследований в рамках реализации федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 гг., XLVIII очередь, мероприятие 1.3.2, технические науки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Снижение негативного воздействия смазывающих охлаждающих жидкостей. // Безопасность в техносфере, № 1, январь-февраль 2008. С. 40-43.
2. Кундиев Ю.И., Трахтенберг И.М., Поруцкий Г.В. Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей. Киев: Здоровья, 1982. 120 с.
3. Хамидуллова Л.Р., Васильев А.В. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техно-сферной безопасности // В сб. трудов II международного экологического конгресса (IV международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ЕЛРПТ-2009, г. Тольятти, 24-27 сентября 2009 г., изд-во Тольяттинского государственного университета, т. 4. - С. 290-295.
4. Худобин, Л.В., Бердичевский Е.Г. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке / М.: Машиностроение, 1977. - 189 с.
5. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предприятий машиностроения и методы его снижения // Известия Самарского научного центра РАН. 2006. Т. 8, № 4 (18). С. 1171-1176.

### BIOLOGICAL TESTING OF DEGREE OF TOXICITY OF LUBRICATING COOLING LIQUIDS AND ANALYSIS OF MAIN METHODS OF REDUCTION OF IT NEGATIVE INFLUENCE

© 2013 A.V. Vasilyev, D.V. Gussarova

Togliatti State University, Togliatti

Lubricating cooling liquids are high toxins, may cause fire problems and very dangerous as for man as for environment. High degree of toxicity of the most often used marks of lubricating cooling liquids have proved experimentally. General approaches to reduction of it negative impact are determined.

**Key words:** lubricating cooling liquids, toxicity, impact, biological testing, reduction.