

УДК504.054:573.4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРУ

© 2013 А.В. Васильев, Л.Р. Хамидуллова

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 16.12.2013

Описана систематизация существующих методов и средств снижения негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей. Предложены методологические основы снижения их воздействия на человека и биосферу.

Ключевые слова: *смазочно-охлаждающая жидкость, вредное воздействие, методологические основы*

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) в настоящее время широко используются в промышленности, на транспорте, в быту. Так, современные машиностроительные предприятия потребляют СОЖ в количестве от нескольких десятков до десятков тысяч тонн в год, и эта цифра постоянно растет. СОЖ являются неотъемлемой составляющей большинства технологических процессов обработки материалов. Основное назначение использования СОЖ на производстве – уменьшение температуры обработки, износа обрабатываемого инструмента, обеспечение заданного качества обработанной поверхности, повышение производительности обработки. Применяются СОЖ главным образом при обработке металлов резанием, обработке металлов давлением, обработке пластмассы и металлокерамики. Кроме того, СОЖ (антифризы) применяются для охлаждения как стационарных, так и передвижных двигателей внутреннего сгорания, радиоэлектронной аппаратуры, промышленных теплообменников и других установок (в том числе систем отопления), работающих при температурах ниже 0°C. Основные требования к антифризам: низкая температура замерзания, высокие теплоёмкость и теплопроводность, небольшая вязкость при низких температурах, малая вспениваемость, высокие температуры воспламенения. Антифризы не должны вызывать разрушения конструкционных материалов, из которых изготовлены детали систем охлаждения.

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, директор института Химии и инженерной экологии. E-mail: ecology@tltsu.ru
Хамидуллова Лейла Рафаильевна, начальник учебно-методического управления. E-mail: hamidulova@tltsu.ru

В Самарской области сосредоточено более 20 крупных предприятий автомобильного, сельскохозяйственного и тяжелого машиностроения, авиационной промышленности, приборостроения, в т.ч. ОАО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти), АО «Завод им. Тарасова» (г. Самара), АО «Сызраньсельмаш» (г. Сызрань) и др. По данным ЦТП ДТР ОАО «АВТОВАЗ», только в технологических процессах изготовления деталей автомобилей Волжского автомобильного завода потребляется более 130 млн. литров растворов СОЖ в год.

Использование СОЖ связано с целым рядом видов негативных воздействий как на человека, так и на биосферу в целом [1-3]. В настоящее время отсутствует систематизация видов негативного воздействия СОЖ как загрязнителей биосферы и их характеристик по экологической опасности. Недостаточно разработаны и описаны научные принципы и подходы обеспечения экологически чистых процессов при использовании СОЖ. В настоящей статье описана систематизация существующих методов и средств снижения негативного воздействия СОЖ. Предложены методологические основы снижения воздействия СОЖ на человека и биосферу.

Систематизация существующих методов и средств снижения негативного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду. В процессе многократного использования СОЖ теряют свои технологические свойства. Основные причины этого: накопление металлических частиц и продуктов термического разложения масел, попадание в СОЖ масел, смазок и специальных жидкостей из гидравлических систем, микробиологическое поражение и др.

Возникает необходимость введения новых СОЖ взамен отработанной. Отработанная СОЖ подвергается разложению, утилизации или регенерации с целью снижения ее воздействия на окружающую среду [2, 3]. Традиционный подход к снижению воздействия СОЖ на окружающую среду – это их утилизация. 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. Помимо этого, утилизация отработанных СОЖ является достаточно дорогостоящим мероприятием, поскольку постоянно увеличиваются расходы, связанные с соблюдением существующих экологических требований. В настоящее время экономическая эффективность и защита окружающей среды должны быть одинаково приоритетны. Это становится особенно очевидным, когда из-за непредвиденно нанесенного ущерба окружающей

среде необходимо затратить значительные денежные средства на мероприятия по очистке. Альтернативой является отказ от использования СОЖ. В настоящее время можно выделить три основных пути развития исследований в данной области: замена СОЖ на экологически чистые материалы, обработка без использования СОЖ, обработка с минимальным количеством СОЖ.

Проведенная авторами систематизация показывает, что основными методами и средствами снижения токсичного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду являются:

- использование малотоксичных и биоразлагаемых СОЖ, в т.ч. на основе природных материалов (рапс и др.);
- внедрение методов механической обработки без использования или с использованием минимального количества СОЖ;
- использование установок для удаления масляного тумана, дыма и запахов;
- автоматизированное проектирование и моделирование экологических свойств создаваемых СОЖ на основе разработанных методик ранжирования и оценки СОЖ по их токсикологическим и другим характеристикам;
- совершенствование процесса утилизации СОЖ;
- повторное использование СОЖ;
- очистка СОЖ как во время производственного процесса, так и при простаивании оборудования (в т.ч. использование сепараторов);
- обезвреживание отработанных СОЖ и др.



Рис. 1. Методы снижения негативного воздействия СОЖ

Методологические основы снижения негативного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду. Проведенные анализ и систематизация существующих методов и средств снижения токсичного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду позволили установить, что все известные на сегодня мероприятия по снижению токсического воздействия СОЖ можно разбить на две большие группы: минимизация использования СОЖ и предотвращение загрязнений и методы мониторинга и переработки СОЖ. При этом мероприятия, направленные на минимизацию использования СОЖ и предотвращение загрязнений от них, позволяют обеспечивать принципы экологически чистого производства еще на стадии его подготовки, а методы мониторинга и переработки СОЖ – в процессе функционирования основных технологических операций.

Рассмотрим основные мероприятия, направленные на минимизацию использования СОЖ и предотвращение загрязнений от них, отдельно.

1. Использование новых СОЖ. Современные СОЖ, используемые для обработки металлов, являются сложными многокомпонентными системами. Подавляющее большинство (более 95%) выпускаемых промышленностью смазочно-охлаждающих жидкостей в своем составе содержат масла. Так, например, водосмешиваемые СОЖ содержат в своем составе до 70% масел.

Для выхода из сложившейся ситуации фирмы-разработчики СОЖ предлагают СОЖ нового поколения, в т.ч. малотоксичные СОЖ разных марок и биоразлагаемые на основе натурального рапсового масла или биологически распадающихся эфиров. Так, например, биоразлагаемые СОЖ не загрязняют окружающую среду благодаря высокой биологической распадаемости (порядка 90%). Кардинальными решениями экологических проблем для предприятий отрасли машиностроения, использующих смазочно-охлаждающие жидкости и смазки, являются:

- отказ от маслосодержащих водосмешиваемых СОЖ;
- переход на безмасляные водорастворимые концентраты, которые в малых количествах обеспечивают высокие эксплуатационные свойства изготавливаемых из них СОЖ.

Концентраты ЭПМ и ПОА представляют собой безмасляные водорастворимые концентраты, которые в малых количествах обеспечивают высокие эксплуатационные свойства изготавливаемых из них СОЖ. СОЖ на основе концентратов ЭПМ являются современными экологически безопасными технологическими средствами,

и благодаря сбалансированному составу могут использоваться, как без разбавления водой для нарезания резьбы в стали, черных и цветных металлах и сплавах, так и при разбавлении водой до низких концентраций для всех других операций по лезвийной и абразивной обработке металлов. СОЖ на основе концентратов ЭПМ и ПОА применяются в индивидуальных и централизованных системах подачи СОЖ при абразивной, лезвийной, токарной, фрезерной обработке, при шлифовании, доводке как черных, так и цветных металлов, а также сплавов. СОЖ на основе концентратов «ЭПМ» рекомендуются для замены смазочно-охлаждающих жидкостей различных типов (Эмульсолы, Укринолы, Акволы и т.д.). СОЖ на основе концентратов ЭПМ и ПОА характеризуются высокими показателями полезности:

- обеспечивают снижение силы трения в контакте деталь – инструмент в широком диапазоне режимов;
- увеличивают стойкость различного шлифовального и режущего инструмента на разных станках от 1,5 до 3 раз, устраняет засаливание инструмента, уменьшают количество правок абразивного инструмента;
- обладают антикоррозийными, флокуляционными и бактерицидными свойствами (не закисают и в жаркие летние месяцы), значительно лучшими моющими свойствами (зона обработки и зона защитных кожухов вокруг инструмента не зашламляется);
- являются экологически безопасными, не загрязняют атмосферу, не дымят, нетоксичны, пожаробезопасны;
- не требуют утилизации отходов жидкости (убыль СОЖ идет только за счет испарения, разбрызгивания, уноса частиц жидкости вместе со стружкой);
- легко смешиваются как с холодной, так и очень жесткой водой, обеспечивают превосходное охлаждающее действие.

При эксплуатации в широком диапазоне температур (до 700°С) указанные выше свойства СОЖ сохраняются. Концентраты ЭПМ и ПОА (в отличие от жидких СОЖ) удобно транспортировать, хранить, дозировать. Их использование экономически выгодно благодаря малому расходу, снижению транспортных затрат и возможности хранения на малых площадях и в любых температурных условиях.

Создание новых марок СОЖ с улучшенными характеристиками является достаточно дорогостоящим мероприятием, поэтому одним из актуальных направлений является автоматизированное проектирование и моделирование экологических показателей СОЖ на основе

разработанных методик ранжирования и оценки СОЖ по их токсикологическим и другим характеристикам, позволяющим на стадии подготовки производства выбирать СОЖ наиболее оптимальные по физико-химическим и токсикологическим характеристикам.

2. Фильтры и сепараторы, предназначенные для очистки воздуха от паров СОЖ, частиц масляного тумана, аэрозоля, эмульсионного тумана и дымов, образующихся при работе на различных станках, а также во время работы прочего оборудования с использованием охлаждающих жидкостей. Отдельные модели фильтров могут очищать воздух от пыли, дымов и газов, а также от частиц тому подобных загрязнений размером до 0,01 микрон и менее. Эффективность очистки воздуха при этом достигает 99,99%. Это направление также является достаточно перспективным, поскольку большое количество вредных веществ от СОЖ поступает как в цеха, вызывая профессиональные заболевания рабочих, так и с вентиляционными выбросами в воздушный бассейн, загрязняя окружающую среду.

3. Тенденции использования сухой обработки и обработки с минимальным количеством СОЖ. Преимущества обработки без применения СОЖ или сухой обработки звучат подкупающе: экономия производственных затрат на СОЖ и ее очистку, повышение производительности. Однако недостаточно просто закрыть кран подачи СОЖ, для осуществления сухой обработки необходимо осуществить функциональную доработку процесса и оборудования.

Методы мониторинга и утилизации СОЖ. Для эффективного и своевременного контроля и корректировки показателей эксплуатационных свойств СОЖ рекомендуется периодически осуществлять мониторинг качества СОЖ и оперативно принимать корректирующие мероприятия. К самым простым методам экспресс-оценки относят:

- визуальный осмотр, который позволяет оценивать внешний вид (цвет и однородность), свидетельствующий о степени старения СОЖ, качестве приготовления рабочих составов и т.д.;
- органолептический, который позволяет оценивать качество СОЖ по запаху. Специфический, гнилостный и т.д. запах характеризует наличие нежелательных примесей, бактерий или грибное поражение технологической среды, ухудшающих условия труда персонала.

Также используется ряд других методов: рефрактометрический или кислотный, весовое определение увеличения массы резины, визуальный осмотр поверхности лакокрасочного покрытия после циклического полива раствором или эмульсией СОЖ и др. Но все указанные

методы направлены на оценку эксплуатационных и физико-химических показателей СОЖ.

Биотестирование СОЖ позволяет оперативно оценивать ее токсичность. Показателем степени токсичности при биотестировании служит изменение выбранной тест-функции биоиндикаторного организма при его взаимодействии с пробой среды. Успешное применение биотестирования для оценки токсичности СОЖ с использованием в качестве тест-объектов зеленой протококковой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) и дафний (*Daphnia magna* Straus) показано в ряде работ [2, 3 и др.].

Технологии утилизации отработанных СОЖ необходимы в связи с тем, что срок службы СОЖ, даже стойких типа «ВЕЛС», не превышает 10-12 месяцев. Попадание в СОЖ масел, смазок и спецжидкостей из гидравлических систем, станков и станов, повышение содержания солей жесткости в водной фазе (выпаривание воды из эмульсии и внесение солей жесткости при добавлении воды), микробиологическое поражение (загнивание) – всё это приводит к разрушению СОЖ, и возникает необходимость в её замене и последующей утилизации.

На крупных машиностроительных предприятиях ежегодно накапливаются тысячи тонн отработанных СОЖ. На участках механической обработки изделий ведется непрерывное извлечение стружки из СОЖ путем фильтрации, отстаивания, центрифугирования с помощью магнитных сепараторов, флотации или комбинирования этих методов. Практически все технологии обезвреживания СОЖ недостаточно эффективны. Это связано со стойкостью эмульсии, большим количеством химических соединений различного класса, механическими загрязнениями. Наиболее часто используемым методом с предварительной очисткой от механических примесей является реагентный метод разложения отработанных эмульсий. Его основными достоинствами являются простота реализации технологического процесса, доступное оборудование и материалы.

Для комплексной утилизации СОЖ предлагается использовать гидрофобизированные порошки (ГФП) на основе природных сорбентов (диатомита, опоки и др.). Установлена возможность и эффективность их применения как для разрушения отработанной эмульсии, так и для очистки водной и масляной фаз. При этом под комплексной утилизацией СОЖ понимается совокупность технологических процессов переработки отработанной эмульсии и всех продуктов её разложения с полным или частичным возвратом их в производство. Благодаря данному подходу удельная стоимость переработки 1 м³ СОЖ

значительно уменьшается до 100-200 руб./м³ за счёт возврата в производство сырьевых ресурсов – воды и масла. Себестоимость переработки 1 м³ отработанной СОЖ в приведённых выше примерах реагентным методом достигает 800-1000 руб.

Как правило, вода составляет порядка 90-95% от общего объёма поступающей на утилизацию эмульсии СОЖ. При осуществлении дополнительной очистки до требуемых норм вода может быть использована в других технологических процессах. При разложении СОЖ масло образуется в объёме 3-5% от исходного объёма. При дополнительной очистке его можно применять в качестве технологических смазочных материалов в литейном производстве; в виде топлива для котельных и ТЭЦ; как закалочные среды; добавка к битумам; сырьё для обмасливания металлургических порошков в сталелитейном производстве; в качестве сырья для производства керамзита; как смазочные материалы для форм при производстве железобетона. Шламы и осадки после просушки и прокаливания можно добавлять к строительным материалам, при большом содержании металлических частиц проводить магнитную сепарацию и извлечённые ферромагнитные частицы прессовать в брикеты для дальнейшей переплавки. Таким образом, реализация комплексной утилизации СОЖ, доочистки водной и масляной фаз после разложения СОЖ с применением изученных материалов позволит перейти на более эффективный технологический процесс утилизации, что существенно снизит нагрузку предприятия на окружающую среду.

Выводы: СОЖ – это многокомпонентные системы, содержащие воду, минеральные масла, хлорированные углеводороды, осерненные и сульфохлорированные жиры, эмульгаторы, стабилизирующие присадки, ингибиторы коррозии и некоторые другие добавки. Снижение их негативного воздействия на человека и окружающую среду – сложная задача, эффективное решение которой возможно при использовании комплекса мероприятий. Предложенные методологические основы снижения воздействия СОЖ на человека и биосферу позволят снизить экологические риски при использовании СОЖ, снизить их негативное воздействие.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, конкурс р_поволжье_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Васильев, А.В.* Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.
2. *Васильев, А.В.* Оценка токсикологических загрязнений биосферы на основе балльно-рейтингового ранжирования / *А.В. Васильев, Ю.П. Терещенко, Л.Р. Хамидуллова* // Экология и промышленность России. 2013. №2. С. 46-47.
3. *Заболотских, В.В.* Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: монография / *В.В. Заболотских, А.В. Васильев.* – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 233 с.

METHODOLOGICAL BASES OF REDUCTION THE NEGATIVE IMPACT OF LUBRICANT COOLING LIQUIDS ON THE PERSON AND BIOSPHERE

© 2013 A.V. Vasilyev, L.R. Hamidullova

Togliatti state university

Systematization of existing methods and means of reduction the negative impact of lubricant cooling liquids is described. Methodological bases of reduction their impact on the person and biosphere are offered.

Key words: *lubricant cooling liquid, harmful impact, methodological bases*

Andrey Vasilyev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Chemistry and Engineering Ecology. E-mail: ecology@tltsu.ru
Leqla Hamidullova, Chief of the Educational and Methodical Department. E-mail: hamidulova@tltsu.ru