УДК 66.084

Алексеева Малена Николаевна, студент
Зверева Екатерина Васильевна, студент
Научный руководитель Л.М. Воропай, канд. хим.наук, доцент
Научный руководитель О. Б. Кузнецова, канд. хим.наук, доцент
(ВоГУ, г. Вологда)

Malena N. Alekseeva, Student
Ekaterina V. Zvereva, Student
Scientific Supervisors: L. M. Voropay, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor; O. B. Kuznetsova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
(VoSU, Vologda)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ПРОЦЕССЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE STABILIZATION OF COOLANT FLUIDS

Аннотация. В статье исследуется влияние низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства и микробиологическую стабильность минеральной и синтетической смазочно-охлаждающих жидкостей. Проанализированы изменения pH, содержания нитрит- и нитрат-ионов, кальцинированной соды, а также результаты оценки микробиологической активности.

Abstract. This article investigates the effect of low-frequency ultrasound on the physicochemical properties and microbiological stability of mineral-based and synthetic metalworking fluids. Changes in pH, nitrite and nitrate ion concentrations, soda ash content, and the results of microbiological activity assessment are analyzed.

Для предотвращения разрушения поверхностей металлов в процессе механической обработки используют смазочные охлаждающие жидкости (СОЖ), которые образуют адгезионные пленки, уменьшающие силы трения между соприкасающимися поверхностями и препятствующие повышению температуры. По составу СОЖ представляют собой сложные гетерогенные системы, состоящие из растворителей и растворенных веществ органического и неорганического происхождения.

В зависимости от механизма действия смазочно-охлаждающие жидкости подразделяют на три основные группы: маслянистые,

быстроиспаряющиеся и водосмешиваемые. Их защитные и эксплуатационные свойства определяются совокупностью физико-химических характеристик, в том числе термодинамической устойчивостью к воздействию агрессивных факторов окружающей среды. Установлено, что эффективность действия охлаждающих жидкостей, срок их эксплуатации определяется степенью их устойчивости к микробиологическому поражению.

Для предотвращения микробиологического поражения СОЖ в промышленности используют термическое воздействие, реагентную обработку, озонирование, способы мембранной фильтрации, УФ-облучение, электромагнитное, ультразвуковое воздействия [1]. Все эти технологии направлены на гибель микроорганизмов в вегетативной стадии развития, которые являются менее стойкими в сравнении с выживаемостью простейших в стадии бактериальных спор. Установлено, что после интенсивной термической обработке при температурах до 50 °С простейшие в стадии вегетативного развития погибают на 98–99%. При этих условиях степень осеменения бактериальными спорами не уменьшается [2].

Для повышения эффективности антибактериальной обработки применяют технологии, воздействующие на вегетативные формы микроорганизмов и их споры. Одним из таких методов является ультразвуковая обработка жидких сред, эффективность которой обусловлена кавитационными эффектами, вызывающими термическое, механическое и химическое воздействие на микроорганизмы.

В связи с этим целью работы является изучение влияния низкочастотного ультразвука на степень повреждения бактериальных спор.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: анализ информационных источников; определение исходных характеристик СОЖ; исследование влияния ультразвуковой обработки на степень биопоражения спор по изменению химического состава и эксплуатационных характеристик охлаждающих жидкостей; анализ результатов и выводы.

Объект исследования промышленные смазочно-охлаждающие жидкости марок «АП18.Ц» (минеральная, бежевая) и «АМ-9Ж» (синтетическая, синяя), применяемые в производственном цикле ЗАО «ВПЗ» при шлифовании и доводке шарикоподшипников; предмет исследования влияние низкочастотного ультразвука на степень стабилизации СОЖ к бактериальному осеменению.

При проведении опытных работ мы использовали следующие методы: органолептический и визуальный для оценки запаха, цвета и осадка; ионометрический – для определения водородного показателя среды; титриметрический – для определения содержания нитрит-ионов и коррозионной агрессивности эмульсии (карбоната натрия);

фотоэлектроколориметрический – для определения содержания нитрат-ионов; гравиметрический – для определения суммарного содержания углерода в жидкостях.

При проведении исследования определяли физико-химические и микробиологические характеристики смазочно-охлаждающих жидкостей до и после проведения ультразвуковой обработки. Основные показатели, такие как определение внешнего вида, коррозионной агрессивности и кислотно-щелочного показателя (pH) исследуемых СОЖ проводили в соответствии с требованиями ГОСТа 6243–75 [3]. Дополнительно определяли содержание нитрит- и нитрат-ионов. Микробиологическое поражение образцов оценивали по результатам соответствующих анализов. Учитывали также внешние признаки возможного биоповреждения: потемнение окраски, появление неприятного гнилостного запаха, расслоение жидкости и образование осадков коричневого, темно-коричневого и черного цвета. Опытным путем определили оптимальные условия УЗ-воздействия на образцы и определили изменения эксплуатационных характеристик. Результаты исследования представлены в сводной таблице.

Сравнение физико-химических показателей СОЖ до и после ультразвуковой обработки

Показатель	Без обработки		15 минут		30 минут	
	АП18.Ц	АМ-9Ж	АП18.Ц	АМ-9Ж	АП18.Ц	АМ-9Ж
pH	7,835	8,99	8,43	9,96	8,51	9,96
NO_2^-, мг/л	142,6	157,00	34,5	39,70	30,3	34,60
NO_3^-, мг/л	7,6	12,45	15,2	22,65	8,9	13,78
Na_2CO_3, мг/л	1055	1127,00	0	1150,00	0	1200,00

В процессе ультразвуковой обработки в обеих смазочно-охлаждающих жидкостях наблюдалось повышение pH. После 15 минут озвучивания значение водородного показателя составило 8,43 для минеральной СОЖ «АП18.Ц» и 9,96 для синтетической «АМ-9Ж». При увеличении времени обработки до 30 минут pH минеральной жидкости достиг 8,51. В синтетической СОЖ значение не изменилось и осталось равным 9,96. Такие изменения могут быть связаны с усилением массообменных процессов под действием ультразвуковой кавитации, а также с изменением состояния компонентов СОЖ, в том числе стабилизаторов. При этом характер изменений исследуемых жидкостей различался. В синтетической СОЖ значение pH после 15 минут обработки оставалось неизменным и при дальнейшем озвучивании, а у минеральной жидкости наблюдалось его дальнейшее повышение. Поддержание щелочной реакции среды (pH выше 8,5) имеет важное значение для

эксплуатации СОЖ, поскольку способствует сохранению стабильности эмульсии и ограничивает развитие микроорганизмов.

Для обоих составов СОЖ после ультразвуковой обработки отмечено снижение содержания нитрит-ионов. Через 15 минут их концентрация составила 34,5 мг/дм³ в СОЖ «АП18.Ц» и 39,7 мг/дм³в «АМ-9Ж». При увеличении продолжительности обработки до 30 минут показатели снизились до 30,3 и 34,6 мг/дм³ соответственно. Такое уменьшение концентрации возможно связано с окислением нитрит-ионов до нитрат-ионов под действием ультразвуковой кавитации.

Содержание нитрат-ионов после 30 минут обработки составила 8,90 мг/дм³ в минеральной СОЖ и 13,78 мг/дм³ в синтетической. Несмотря на некоторое снижение относительно значений, полученных на 15 минуте, их концентрация осталась выше исходной. Этот результат соотносится с предположением о протекании окислительных процессов при ультразвуковом воздействии. Также могли повлиять микробиологическая активность и протекание физико-химических процессов.

Изменение содержания кальцинированной соды также зависело от состава СОЖ. В минеральном образце «АП18.Ц» снижение ее концентрации может быть из-за присутствия ионов кальция и магния, образующих малорастворимые карбонаты при изменении температуры и pH среды. Это влияет на стабильность pH среды и повышает риск коррозии. В синтетической СОЖ «АМ-9Ж» содержание соды незначительно увеличивалось, что предположительно связано с испарением воды при нагревании. Риск коррозии для нее при этом не возрастает.

При испытании с трифенилтетразолия хлоридом (ТТХ) в минеральной СОЖ «АП18.Ц» после 15 и 30 минут ультразвуковой обработки наблюдались помутнение и покраснение нижней части проб. После отстаивания окраска распространилась по всему объему жидкости и раствор стал красным. Это указывает на то, что в образце сохранились метаболически активные микроорганизмы. В синтетической СОЖ «АМ-9Ж» цвет не изменился даже после отстаивания. Признаков микробиологической активности в ней не выявлено.

Установлено, что ультразвуковая обработка влияет на физико-химические свойства исследуемых СОЖ. В обеих жидкостях отмечены рост pH и снижение содержания нитрит-ионов, но степень изменения показателей зависела от их марок и времени воздействия. Наблюдались различия при оценке микробиологического состояния. В минеральной эмульсии «АП18.Ц» после обработки сохранялись признаки активности микроорганизмов. А в синтетической жидкости «АМ-9Ж» окраска при пробе с ТТХ не менялась.

С учетом выявленных закономерностей, ультразвук можно применять для корректировки свойств СОЖ (pH, содержания ингибиторов

коррозии и активности микроорганизмов) при эксплуатации. Но технологические параметры УЗ-обработки необходимо подбирать индивидуально под конкретный состав.

Список литературы

1. Малиновский, Г. Т. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием: свойства и применение / Г. Т. Малиновский. — Москва: Химия, 1993. — 160 с.

2. Giacobbe, F. ACS Symposium on Single-cell Protein / F. Giacobbe, P. Puglisi, G. Langobardi. — Philadelphia, 1975. — (August).

3. ГОСТ 6243–75. Эмульсолы и пасты. Методы испытаний. — Взамен ГОСТ 6243–52; введ. 01.01.1976. — Москва: Издательство стандартов.