

Обоснование способа очистки смазочно-охлаждающей жидкости ультразвуковым воздействием

¹*КИМ Анна Станиславовна, докторант, annakim-86@mail.ru,

¹КАДЫРОВ Адиль Суратович, д.т.н., профессор, ludmiila77025@mail.ru,

¹СИНЕЛЬНИКОВ Кирилл Анатольевич, PhD, старший преподаватель, Coolzero7777@gmail.com,

¹ПАК Игорь Анатольевич, докторант, i.pak@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В статье проанализированы методы очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (далее СОЖ). На основе анализа методов очистки СОЖ обоснована гипотеза использования очистки СОЖ ультразвуком. Потенциалом данного метода является простота использования и широкий диапазон показателей степени очистки СОЖ. Рассмотрены вопросы сепарации, диспергирования и кавитации, а также их влияние на процесс регенерации СОЖ. Был проведен предварительный эксперимент. Обработаны и приведены результаты эксперимента. Данный эксперимент показал эффективность предлагаемого метода.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, технологическая жидкость, очистка, технология, ультразвук, диспергирование, сепарация, седиментация, кавитация, степень очистки, малоотходные технологии.

Введение

В настоящее время в машиностроительной отрасли большое количество технологических процессов обработки металлов невозможно без смазочно-охлаждающих жидкостей (далее СОЖ), которые способствуют качеству обработки, повышению производительности и периоду стойкости инструмента. Несмотря на свои положительные качества, применение СОЖ имеет ряд сложностей, такие как загрязнение окружающей среды и утилизация жидкости. На сегодняшний момент большую актуальность имеет создание малоотходных технологий для обеспечения ресурсосбережения и экологичного использования, а также увеличения срока эксплуатации СОЖ.

Это приводит к разработке новых технологий для обеспечения замкнутого цикла использования смазочно-охлаждающих жидкостей, а также разработке новых методов очистки СОЖ от всевозможных примесей, стружки, абразивных и других частиц для повторного ее использования. Также существенной проблемой является биозагрязнение жидкости, такие как грибок, плесень и биологически активные компоненты, которые оказывают негативное влияние на организм человека.

Однако все существующие методы имеют те или иные недостатки, заключающиеся в недоста-

точном качестве очистки, трудоемкости процесса, экономических и временных затрат на очистку.

В связи с этим исследование по повышению эффективности очистки СОЖ является актуальным. Предлагается метод очистки СОЖ ультразвуковым воздействием.

Целью исследования является обоснование возможности очистки СОЖ ультразвуком.

Гипотеза исследования заключается в предложении диспергирующего и сепарирующего воздействия ультразвука на СОЖ.

В задачи входит:

- анализ существующих методов очистки СОЖ;

- проведение предварительного эксперимента по очистке СОЖ ультразвуком.

Объектом исследования является смазочно-охлаждающая жидкость. Предметом исследования являются методы очистки СОЖ.

Анализ существующих методов восстановления СОЖ

В настоящий момент существует 3 основных, наиболее актуальных и часто используемых способа очистки СОЖ, которые представлены в ГОСТ Р52237-2004 «Методы очистки смазочно-охлаждающей жидкости от механических примесей». В таблице 1 приведена классификация методов

Таблица 1 – Классификация методов очистки СОЖ

Методы очистки СОЖ		
Флотация	с выделением воздуха из жидкости	
	с механическим диспергированием воздуха	
	с подачей воздуха через пористые материалы	
Фильтрация	безнапорное	непрерывное
		периодические
	напорное	с дублированием
		без дублирования
	под вакуумом	через регенерируемые перегородки
		через нерегенерируемые перегородки
В силовых полях	седиментация	
	гидроциклонная сепарация	
	центрифугирование	
	магнитная сепарация	

очистки СОЖ.

Рассмотрим более детально каждый из методов.

1) *Метод очистки СОЖ флотацией.* Используется для очистки водных СОЖ от мелкодисперсных механических и посторонних органических примесей.

2) *Метод очистки СОЖ фильтрованием.* Используется для очистки СОЖ всех классов от взвешенных в ней твердых частиц практически любой дисперсности. Сущность метода заключается в механическом удержании загрязняющих частиц в фильтрующих перегородках.

3) *Метод очистки СОЖ в силовых полях.* Сущность метода заключается в отделении механических примесей от жидкой фазы седиментацией твердого загрязнителя в гравитационном поле, в центробежных полях гидроциклонной сепарацией СОЖ, центрифугированием и магнитной сепарацией СОЖ в магнитных полях на операциях механической обработки заготовок [1].

Все вышеперечисленные способы имеют ряд недостатков, одними из которых являются низкая производительность и степень очистки СОЖ, а также трудоемкость и сложность конструкций.

Для повышения этих характеристик предлагается более приемлемый метод очистки смазочно-охлаждающих жидкостей – ультразвуком. Данный метод предполагает очистку от механических примесей, а также предотвращение биопоражений.

Материалы и методы

Сущность метода заключается в воздействии ультразвука на компоненты, не входящие в состав СОЖ, такие как механические примеси, стружка, масла.

Были проведены предварительные исследова-

ния. Для проведения экспериментов была создана экспериментальная установка ультразвуковой очистки (рисунок 1). Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

Установка включает в себя прозрачную емкость 1, ультразвуковой излучатель 2 и генератор 3, отражатель ультразвуковых волн 4, источник света 5 и люксметр 6.

В качестве корпуса была использована ёмкость из полипропилена, обладающая прозрачностью, хорошей химической стойкостью. Излучатель ультразвуковых волн закреплен в верхней части корпуса, который соединен с генератором ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковое оборудование имеет следующие технические характеристики: частота – 28 кГц, мощность преобразователя – 60 Вт, мощность платы – 100 Вт, напряжение платы – 220 В.

В нижней части светопропускающей емкости

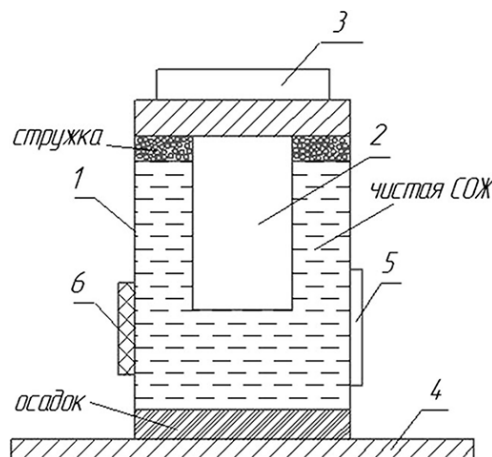


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки ультразвуковой очистки СОЖ

на дне установлен отражатель ультразвуковых волн (металлическая пластина, поверхность которой обладает хорошими звукоотражающими свойствами).

В процессе проведения эксперимента было зафиксировано поднятие механических примесей, а также всевозможных загрязняющих примесей вверх. Данный процесс показан на рисунке 2.

Под воздействием ультразвука на СОЖ в первую очередь произошло осаждение тяжелого элемента (металлическая стружка, различные загрязняющие примеси, см. рисунок 1). Затем выше этого элемента образовался столб жидкости с вкрапленными крупными частицами металла, причем металл, несмотря на то, что его плотность в 7,5 раз выше плотности жидкости, не тонул. Это объясняется тем, что в состоянии покоя образовалась квазекристаллическая решетка, где металл являлся элементом связи на масляной основе. Воздействие ультразвука и передача радиационной волны (волны движения) на молекулы масла осадили часть жидкости, а остальная кинетическая энергия перешла в потенциальную энергию молекул. Эта потенциальная энергия разрушила связи между частью молекул, а вокруг металла были образованы сгустки масла. Эти сгустки масла с металлом внутри, освободились от связи более слабого натяжения масла, плотность оказалась меньше, чем плотность масла, и под действием закона Архимеда они всплыли. Т.е. в этом процессе произошла одновременно как очистка, так и седиментация, которая дала возможность сверху собрать металл.

Изменение прозрачности зафиксировано при помощи люксметра и источника света.

При проведении эксперимента был использован люксметр 6 (рисунок 1) на смартфоне – Lux Meter v18.12.09, фиксирующий значения освещенности (lx) (см. таблицу 2). Тем самым было зафиксировано прохождение света через очищенную СОЖ, что подтверждает процесс очищения. Экспертным способом было определено, что уменьшился специфический запах биопоражения СОЖ.



Рисунок 2 – Очищение СОЖ ультразвуком

Таблица 2 – Значения показателя освещенности E, lx

	t, мин	E, lx
Воздействие ультразвука	0	0
	2	10
	4	10
Выдержка	6	10
	8	20
	10	40

Согласно показаниям люксметра построен график зависимости показателя освещенности от времени воздействия ультразвука (рисунок 4).

На первом этапе эксперимента происходило образование осадка на дне емкости, в течение 120 секунд действием ультразвуковой волны. Затем в течение 240 секунд жидкость находилась в статичном и неизменном состоянии. Через 240 секунд металлическая стружка поднялась наверх. То есть произошло два процесса – осаждение и сепарация. Физическая сущность процесса очень сложна, суть заключается в том, что вокруг крупных частиц металла образовались масляно-металлические конкреции. Размер этой конкреции таков, что ее плотность при выпадении мелких частиц (на первом этапе) меньше плотности очищаемой СОЖ. На рисунке 3 представлены схемы, иллюстрирующие этапы физического процесса очищения СОЖ.

Предлагается следующая гипотеза: под воздействием ультразвуковой волны происходит два процесса – диспергирование и кавитация.

В результате диспергирования происходит очистка СОЖ от мелких частиц масел, находящихся в неустойчивой связи с жидкостью, а в результате кавитации были разрушены связи сольватной оболочки масла вокруг сгустка металла с маслом, что привело к его всплытию на поверхность. Эта гипотеза хорошо иллюстрируется графиком освещенности жидкости от времени, в котором четко видны этапы очистки жидкости.

Анализируя график зависимости, отметим, что с течением времени изменяется показатель светопрозрачности и приближается к показателю неиспользованной СОЖ.

Для проведения полного эксперимента необходимо провести эксперименты на различных видах СОЖ с различными ультразвуковыми генераторами по мощности и по ультразвуку и с различными емкостями по диаметру и по длине. Эксперимент необходимо проводить классически, брать в качестве одного коэффициента подобия соотношения диаметра к высоте.

Результаты

Таким образом, проведенный анализ методов очистки отработанных смазочно-охлаждающих

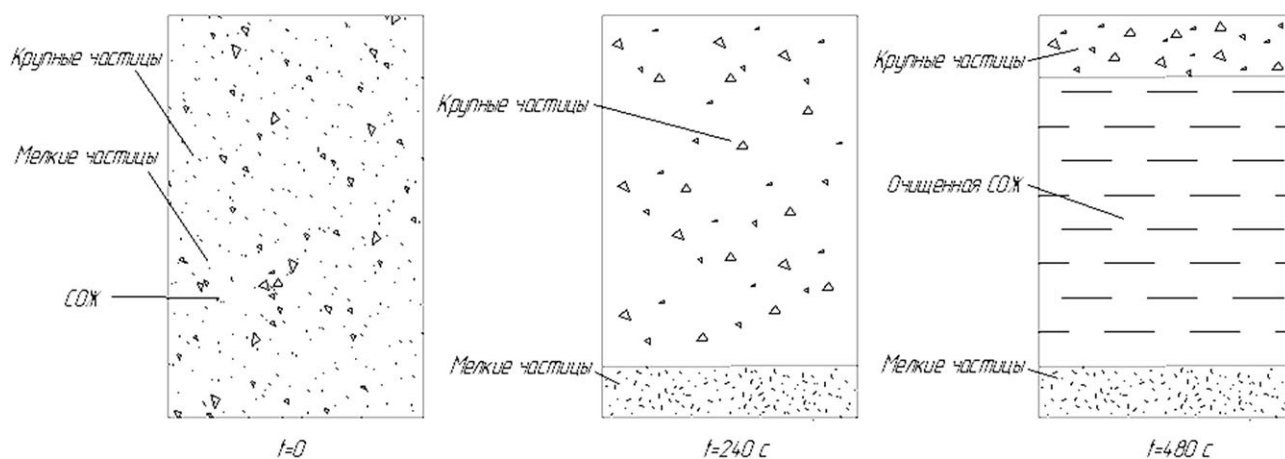


Рисунок 3 – Этапы физического процесса очищения СОЖ

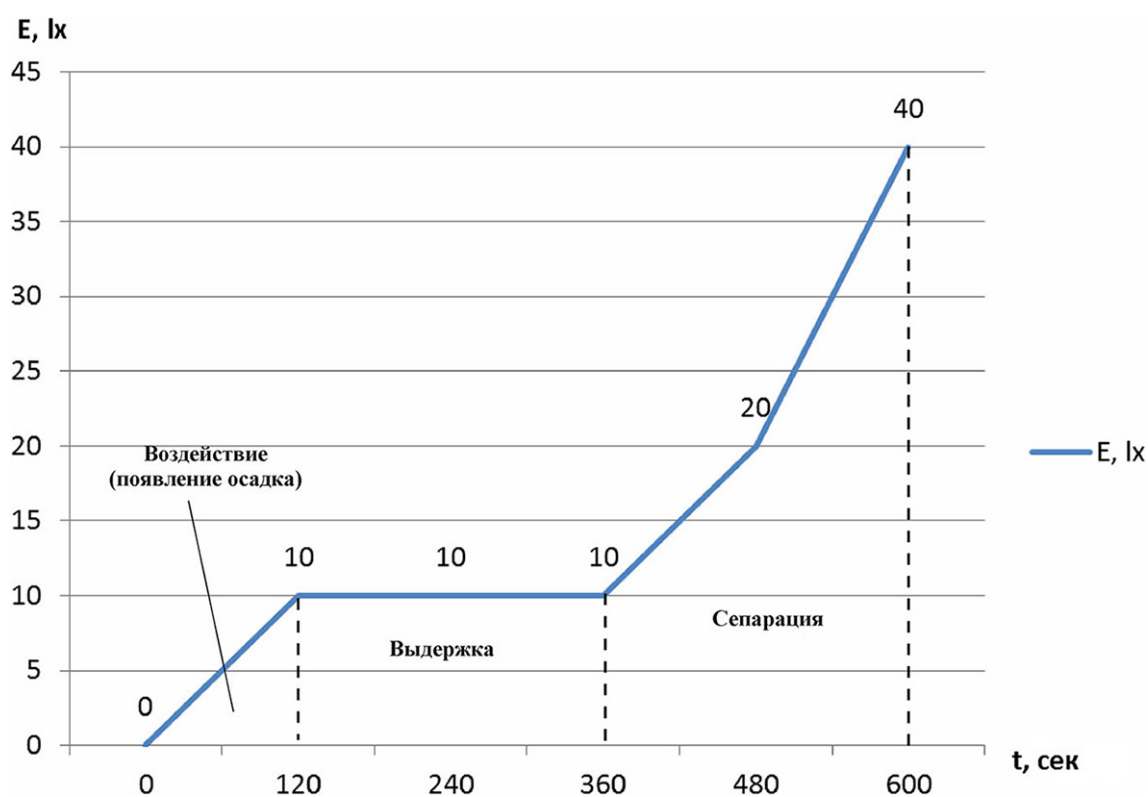


Рисунок 4 – График зависимости показателя освещенности от времени воздействия ультразвука

жидкостей выявил различные недостатки. В связи с этим актуален поиск новых решений. Одним из них является метод ультразвукового воздействия на СОЖ.

Проведение исследований, а также предварительный эксперимент показали жизнеспособность и эффективность предложенной идеи и

метода.

Для определения оптимальных режимов работы в дальнейшем планируется усовершенствовать установку и провести эксперимент с применением полноценного лабораторного оборудования с регулировкой основных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р52237 «Методы очистки смазочно-охлаждающей жидкости от механических примесей». – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 3 с.

2. Худобин Л.В. и др. Смазочно-охлаждающие технические средства и их применение при обработке резанием: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 343 с.
3. Качан В.И., Дубровский Ю.С., Чугай Г.Н. Влияние внешних факторов на процесс разрушения водосмешиваемых СОЖ. – Ульяновск: Изд-во УПИ, 1999. – 69-75 с.
4. Качан В.И., Степанюк В.В., Литвин Е.В. Роль сульфатредуцирующих бактерий в биоповреждениях СОТС. – М.: ЦНИИЭнефтехим, 1988. – 171-180 с.

Майлау-салқындату сұйықтығын ультрадыбыстық әсермен тазарту тәсілін негіздеу

¹***КИМ Анна Станиславовна**, докторант, annakim-86@mail.ru,

¹**КАДЫРОВ Адиль Суратович**, т.ғ.д., профессор, ludmiila77025@mail.ru,

¹**СИНЕЛЬНИКОВ Кирилл Анатольевич**, PhD, аға оқытушы, Coolzero7777@gmail.com,

¹**ПАК Игорь Анатольевич**, докторант, i.pak@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада майлау және салқындату сұйықтықтарын тазарту әдістері (бұдан әрі – МСС) талданады. Майлау-салқындату сұйықтықтарын тазарту әдістеріне сараптама жүргізу негізінде МСС ультрадыбыспен тазалау гипотезасы негізделген. Бұл әдістің әлеуеті – пайдалану қарапайымдылығы және МСС тазалау көрсеткіштерінің кең ауқымы. Бөлу, дисперсия, кавитация мәселелері, сонымен қатар олардың МСС қайта қалпына келтіру үрдісіне тигізетін әсері қарастырылған. Алдын ала тәжірибе жүргізілді. Эксперимент нәтижелері өңделген және келтірілген. Жүргізілген тәжірибе ұсынылған әдістің тиімділігін көрсетті.

Кілт сөздер: майлау және салқындату сұйықтығы, технологиялық сұйықтық, тазарту, технология, ультрадыбыстық, дисперсия, бөлу, тұндыру, кавитация, тазарту дәрежесі, қалдықтары аз технологиялар.

Justification of the Method of Cleaning the Coolant by Ultrasonic Action

¹***KIM Anna**, Doctoral Student, annakim-86@mail.ru,

¹**KADYROV Adil**, Dr. of Tech. Sci., Professor, ludmiila77025@mail.ru,

¹**SINELNIKOV Kirill**, PhD, Senior Lecturer, Coolzero7777@gmail.com,

¹**PAK Igor**, Doctoral Student, i.pak@mail.ru,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The article analyzes the methods of cleaning lubricants. Based on the analysis of the methods of cleaning lubricants (coolant), the hypothesis of the use of coolant cleaning by ultrasound is substantiated. The potential of this method is ease of use and a wide range of indicators of the degree of coolant purification. The issues of separation, dispersion and cavitation, as well as their influence on the process of coolant regeneration, are considered. A preliminary experiment was conducted. The results of the experiment are processed and presented. This experiment has shown the effectiveness of the proposed method.

Keywords: coolant, process fluid, purification, technology, ultrasound, dispersion, separation, sedimentation, cavitation, degree of purification, low-waste technologies.

REFERENCES

1. GOST R52237 «Metody ochistki smazочно-ohlazhdajushhej zhidkosti ot mehanicheskix primesej». – Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004. – 3 p.
2. Hudobin L.V. i dr. Smazочно-ohlazhdajushhie tehničeskie sredstva i ih primeneniye pri obrabotke rezaniem: Spravochnik. – Moscow: Mashinostroeniye, 2006. – 343 p.
3. Kachan V.I., Dubrovskij Ju.S., Chugaj G.N. Vlijaniye vneshnih faktorov na process razrushheniya vodosmeshivaemyh SOZh. – Ul'janovsk: Publ. UPI, 1999. – Pp. 69-75.
4. Kachan V.I., Stepanjuk V.V., Litvin E.V. Rol' sul'fatreducirujushhih bakterij v biopovrezhdenijah SOTS. – Moscow: CNIITJeneftehim, 1988. – Pp. 171-180.