

УДК 621.9

**Сергеев К.Л.**, магистр технических наук;  
**Василевский П.Н.**, магистр технических наук,  
старший преподаватель; **Лиора А.А.**, студент  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРЕГАТИВНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ ВОДОМАСЛЯНОЙ ЭМУЛЬСИОННОЙ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ**

***Аннотация.** В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований по определению влияния интенсивности ультразвуковой обработки на дисперсность масляной фазы СОЖ и динамику изменения геометрических параметров дисперсной фазы после ультразвуковой обработки.*

**Введение.** Основным средством охлаждения и смазки зоны резания в процессе обработки металлов являются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). СОЖ структурно представляют собой дисперсные системы, состоящие из дисперсной фазы и дисперсионной среды и являющимися соединением компонентов масляной фазы. При оценке стойкости эмульсий СОЖ важнейшим показателем является агрегативная устойчивость данных систем [1]. Агрегативная устойчивость эмульсионных жидкостей – это способность масляных частиц дисперсной фазы сохранять свой первоначальный размер при столкновении друг с другом или с границей раздела фаз. Причём, это будет зависеть не только от размеров дисперсной фазы, а также и от физических характеристик эмульсионных жидкостей и внешних условий (температуры, величины магнитного поля и т.д.) [2, 3]. Агрегативную устойчивость рассматривают во временном интервале, так как эмульсии могут подвергаться процессу старения [4]. Распределение частиц масляной фазы по размерам имеет важное значение, так как даже относительно небольшое количество крупных частиц дисперсной фазы ускоряет процесс коагуляции.

Для эмульсий СОЖ процесс агрегативной устойчивости имеет важную функцию, поскольку данные дисперсные системы должны сохраняться на протяжении долгого промежутка времени для эффективного использования в процессах обработки. Это приводит к повышению функциональных и эксплуатационных свойств смазочной жидкости на диспергирующее и смазывающее действия [5].

Проводившимися исследованиями [6] доказано, что наиболее перспективным способом модификации физико-химической структуры жидкодисперсных сред с целью улучшения свойств и характеристик является ультразвуковое (УЗ) воздействие. Процесс достижения требуемой дисперсности достигается при использовании УЗ устройств, принцип действия которых основан на использовании УЗ колебаний, создаваемых механическими и электромеханическими вибраторами. Вследствие акустических колебаний и эффекта кавитации обеспечивается получение частиц масляной фазы диаметром до 1 мкм.

В статье представлены экспериментальные исследования по определению влияния интенсивности УЗ обработки на дисперсность масляной фазы СОЖ и динамику изменения геометрических параметров дисперсной фазы после УЗ обработки.

**Экспериментальная часть.** В качестве объекта исследования использовалась 5%-ная эмульсия, приготовленная из концентрата СОЖ ТУ 100185315.001-2012 и представляющая собой отходы масложировой промышленности [7]. Ультразвуковую обработку эмульсионной системы осуществляли с помощью УЗ диспергатора погружного типа (рисунок 1).

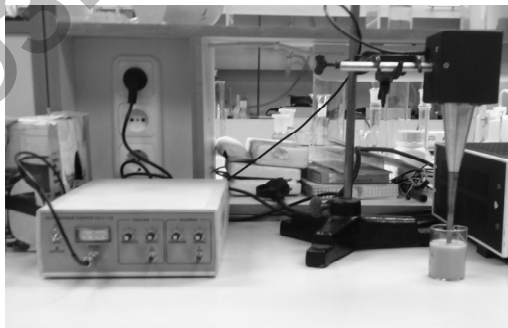


Рисунок 1 – Ультразвуковой диспергатор низкочастотный

Порцию свежеприготовленной эмульсии СОЖ ( $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ) заливали в стеклянный стакан. Волновод-инструмент, выполненный из титана в форме конусного концентратора, погружался в стакан таким образом, чтобы установленный на его выходном торце излучающий диск находился в центральной части объема жидкости. Обработку вели на рабочей частоте 22 кГц с интенсивностью воздействия  $0,96 - 3,83\text{ Вт/см}^2$  длительностью  $t_{y3} = 10$  мин (с перерывом 2 мин). Температура обработанных эмульсий СОЖ после УЗ обработки составляла  $t_2 = 45 - 50\text{ }^\circ\text{C}$ .

После УЗ обработки каждый образец приготовленной эмульсии СОЖ анализировали при помощи программы обработки и анализа растровых изображений AutoScan Studio 3.0, которая предназначена для анализа и обработки цифровых изображений. Для получения изображений масляной фазы СОЖ применялся компьютерный микроскоп, изготовленный на базе микроскопа Микмед-6, предназначенный для исследования объектов в проходящем свете и оснащенный цифровой видеокамерой типа DCM 320, работающей совместно с персональным компьютером и спектральным осветителем высокого контраста типа ОС-16 ЦОМ с устройством управления режимами осветителя.

Выходным показателем агрегативной устойчивости эмульсий СОЖ являлся достигаемый средний размер масляной фазы после УЗ диспергирования  $R_{cp1}$ , мкм; эффективность стойкости эмульсии СОЖ после выдержки оценивали по отношению  $R_{cp0}/R_{cp1}$ , где  $R_{cp0}$  – средний размер масляной фазы до выдержки.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Влияние интенсивности УЗ обработки длительностью  $t_{y3} = 10$  мин на средний размер дисперсной фазы СОЖ

Интенсивность УЗ обработки, Вт/см <sup>2</sup>	Средний размер $R_{cp}$ масляной фазы эмульсии СОЖ, мкм
До обработки	5,2083
0,96	2,7580
1,92	2,3329
2,87	2,0013
3,83	1,8091

В последующем образцы эмульсий СОЖ выдерживались в течение 72 и 168 часов, повторно анализировались и сравнивались с предыдущими полученными данными об изменениях средних размеров масляной фазы для различной интенсивности воздействия УЗ обработки (рисунок 3, 4).

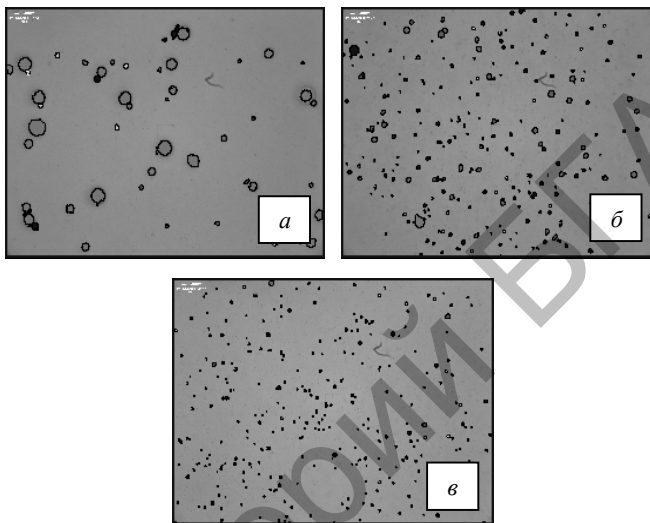


Рисунок 2 – Типичный вид масляной фазы СОЖ до (а) и после УЗ диспергирования (интенсивность УЗ обработки  $1,92 \text{ Вт/см}^2$ ) (б), УЗ диспергирования (интенсивность УЗ обработки  $3,83 \text{ Вт/см}^2$ ) (в)

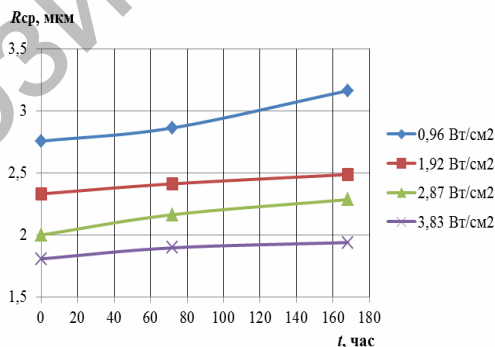


Рисунок 3 – Изменение среднего размера эмульсий СОЖ после УЗ обработки при различной интенсивности

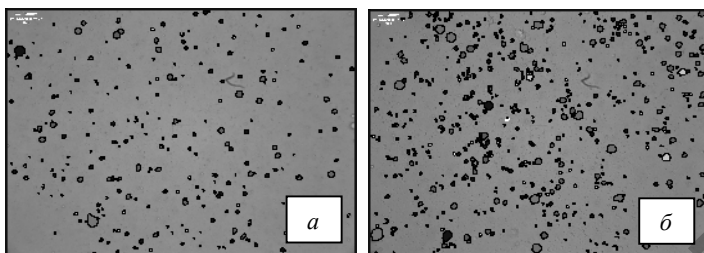


Рисунок 4 – Типичный вид масляной фазы свежеприготовленной СОЖ после УЗ диспергирования (а) и после выдержки образца в течение 168 часов (б) (интенсивность УЗ обработки составляет  $0,96 \text{ Вт/см}^2$ )

Результаты проведенных экспериментальных исследований по стойкости образцов представлены в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Сравнительные показатели стойкости эмульсии СОЖ после выдержки

Интенсивность УЗ обработки, $\text{Вт/см}^2$	Отношение $R_{\text{cp}0}/R_{\text{cp}1}$
0,96	0,871
1,92	0,937
2,87	0,875
3,83	0,932

При анализе полученных данных из таблицы 1 видно, что по мере увеличения интенсивности УЗ обработки продолжительностью  $t_{\text{уз}} = 10$  мин происходит уменьшение среднего размера  $R_{\text{cp}}$  масляной фазы эмульсии СОЖ. Показано, что УЗ обработка позволяет уменьшить размеры капель масла в 1,88 – 2,87 раза по сравнению с исходной свежеприготовленной СОЖ до УЗ диспергирования.

По данным, представленным на рисунке 3 видно, что после УЗ диспергирования с увеличением длительности выдержки образцов эмульсий СОЖ происходит рост масляных капель дисперсной фазы исследуемых жидкостей. Наилучшие результаты по стойкости эмульсии СОЖ после УЗ обработки и выдержки получил образец с максимальной интенсивностью обработки  $3,83 \text{ Вт/см}^2$ .

**Обсуждение результатов проведенных экспериментов.** В настоящее время механизм образования агрегативно-устойчивых эмульсий, вопросы стабилизации и разрушения дисперсных систем нельзя считать окончательно выясненными [8]. Наиболее полное объяснение полученных результатов проведенных исследований дает теория двойного электрического слоя (ДЭС) [9].

Согласно данной теории, результаты полученных экспериментов можно связать с образованием на поверхности масляных капель ДЭС, обуславливающего возникновение энергетического барьера, который препятствует сближению «глобул» масла на расстоянии, где действуют интенсивные молекулярные силы притяжения. Такой слой может возникнуть за счёт взаимодействия веществ дисперсной фазы со средой и ионизации молекул.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Выявлено, что УЗ обработка приводит к повышению дисперсности масляной фазы эмульсии СОЖ (уменьшению размеров в 2,87 раза по сравнению со свежеприготовленной не подвергнувшейся УЗ диспергированию). Показано, что УЗ обработка с интенсивностью  $3,83 \text{ Вт/см}^2$  позволяет получить масляные «глобулы» в области размеров 1,81 мкм.

2. Была исследована динамика изменения дисперсности масляной фазы эмульсий СОЖ, получаемых после УЗ обработки с интенсивностью  $0,96 - 3,83 \text{ Вт/см}^2$ . Установлено, что агрегативная устойчивость эмульсионных жидкостей напрямую зависит от УЗ диспергирования и от температурного фактора.

**Заключение.** Полученные результаты следует учитывать при оптимизации параметров УЗ обработки эмульсий и суспензий, которые используются в процессах обработки металлов. Таким образом, варьируя длительность УЗ обработки при заданной мощности, можно получать эмульсию СОЖ с требуемыми параметрами для качественной работы для достижения наилучших результатов по производительности обработки и качеству обрабатываемых поверхностей.

#### Список использованной литературы

1. Песков, Н.П. Физико-химические основы коллоидной науки / Н.П. Песков. – М.: Госхимиздат, 1932. – 436 с.
2. Дерягин, Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких плёнок / Б. В. Дерягин. – М.: Наука, 1986. – 206 с.
3. Зонтаг, Г. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем / Г. Зонтаг, К. Штрэнге. – Л.: Химия, 1973. – 152 с.
4. Хачатурян, А.А. Автокоагуляция частиц высокодисперсных металлов в водной среде / А.А. Хачатурян, М.А. Лунина // Коллоидный журнал. – 1985. – № 3. – С. 562–567.

5. Латышев, В.Н. Повышение эффективности СОЖ / В.Н. Латышев. – М. : Машиностроение, 1975. – 89 с.

6. Хмелёв, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелёв [и др.]. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.

7. Толочко, Н.К. Влияние дисперсности эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости на эффективность магнитно-абразивной обработки / Н.К. Толочко, К.Л. Сергеев // Технология машиностроения. – 2014. – № 10. – С.31–35.

8. Сахабутдинов, Р.З. Особенности формирования и разрушения водонефтяных эмульсий на поздней стадии разработки нефтяных месторождений / Р.З. Сахабутдинов [и др.]. – М.: ВНИИОЭНГ, 2005. – 324 с.

9. Вережников, В.Н. Избранные главы коллоидной химии : учебное пособие для вузов / В.Н. Вережников. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. – 187 с.

**Abstract.** The article deals with such topic as the results of experimental researches carried out to determine the effect of the intensity of ultrasonic processing on the dispersion of the oil phase of cutting fluids and the dynamics of changes of the geometric parameters of the disperse phase after ultrasonic processing.

УДК 501.22:621.763

**Калиниченко В.А.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией;

**Андрушевич А.А.**<sup>2</sup>, кандидат технических наук, доцент

<sup>1</sup> *Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь,*

<sup>2</sup> *УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТРИЧНЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СИНТЕЗА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Аннотация.** В статье приведены сведения о влиянии использования вторичных сплавов на свойства матрицы литых компози-