

УДК 621.89:537.212

*Д-р техн. наук Е.Н. Лысиков,  
канд. техн. наук С.В. Воронин,  
асп. С.Н. Солонинченко*

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ НЕФТЯНОЙ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ПРИМЕСЕЙ**

**Введение.** Качество рабочих жидкостей (РЖ) определяет ресурс агрегатов строительных и путевых машин. Здесь ключевую роль играют противоизносные

свойства РЖ, а также количество и природа загрязнителя. В связи с этим актуальность приобретают научные исследования, связанные с решением комплексной задачи

по поддержанию требуемого класса чистоты РЖ при одновременном сохранении ее противоизносных свойств на протяжении всего срока эксплуатации. Кроме того, важным научным направлением является разработка энергоэффективных очистителей РЖ от загрязнителей различной природы.

**Анализ исследований.** Согласно ранее проведенным научным исследованиям, проблема обеспечения высоких противоизносных свойств РЖ может быть эффективно решена за счет обработки внешними электрическими полями [1]. С другой стороны, для обеспечения высоких классов чистоты широкое применение нашли электростатические и электромагнитные фильтры [2,3]. Таким образом, на основании анализа научно-исследовательских работ складываются предпосылки для разработки способа улучшения качества рабочей жидкости за счет их электроочистки при одновременной интенсификации смазывающей способности. Это позволит существенно сократить износ гидроагрегатов машин и продлить срок службы РЖ при минимальных энергозатратах.

Разработка предлагаемого способа требует глубокого изучения процесса воздействия внешнего электрического поля на структуру РЖ, а также на состояние примесей в ней. Учитывая результаты ранее проведенных исследований,

наименее изученным остается процесс воздействия внешнего электрического поля на мелкодисперсные капли воды, взвешенные в объеме жидкости. Вода в таком состоянии удаляется из рабочей жидкости при значительных энергозатратах, например, термовакуумные осушители масел и прочее [4].

**Целью работы** является исследование влияния параметров внешнего электрического поля на процесс объединения мелкодисперсных капель воды, равномерно распределенных по объему жидкости.

**Методика исследования, аппаратура и материалы.** Наличие воды в РЖ ухудшает смазывающую способность жидкости, усиливает коррозионное воздействие жидкости на металлы, активизирует процесс окисления входящих в состав РЖ углеводородов, вызывает выпадение в осадок металлосодержащих присадок, способствует микробиологическому заражению, резко снижает электроизоляционную способность, способствует образованию кислот, щелочей, нерастворимых продуктов гидролиза и т.п.

В экспериментальных исследованиях использовалось масло индустриальное И-20 ГОСТ 20799-88 с добавлением воды в концентрации 0,3% по объему. Такая концентрация была выбрана согласно ранее проведенным исследованиям по влиянию воды в РЖ на износ деталей гидроприводов строительных машин (рис. 1) [5].

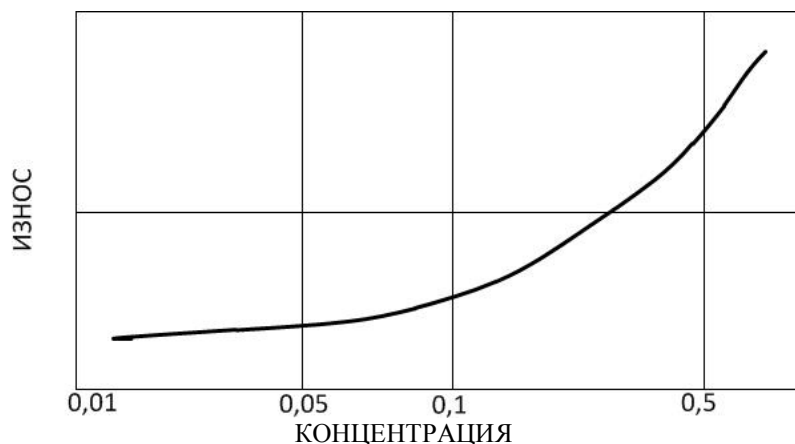


Рис. 1. График зависимости износа деталей гидропривода от концентрации воды в рабочей жидкости

Для проведения исследований использовались:

- цифровой микроскоп;
- источник питания (таблица);
- масло И-20 в количестве 0,5 л;
- бензин Б-70 в количестве 1 л.

На предметном стекле 3 микроскопа (рис. 2) закреплена пара электродов из проводящего материала, зазор между которыми равен  $1,5 \times 10^{-4}$  м, толщина

электрода составляет  $1 \times 10^{-4}$  м. Проба испытуемого масла, содержащая воду, помещалась в межэлектродный зазор, после предварительной подготовки, которая заключалась в перемешивании воды и доведении ее до взвешенного состояния. Вода в масле считалась взвешенной в том случае, когда 90% капель воды, находящихся в поле зрения микроскопа, не превышали 10 мкм.

Таблица

Технические характеристики источника питания

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Частота сигнала	Гц	30 - $3 \times 10^6$
2	Амплитуда	В	0 - 500
3	Тип сигнала	-	П-образный, дуполярный
4	Напряжение питания	В	220
5	Потребляемая мощность	Вт	150

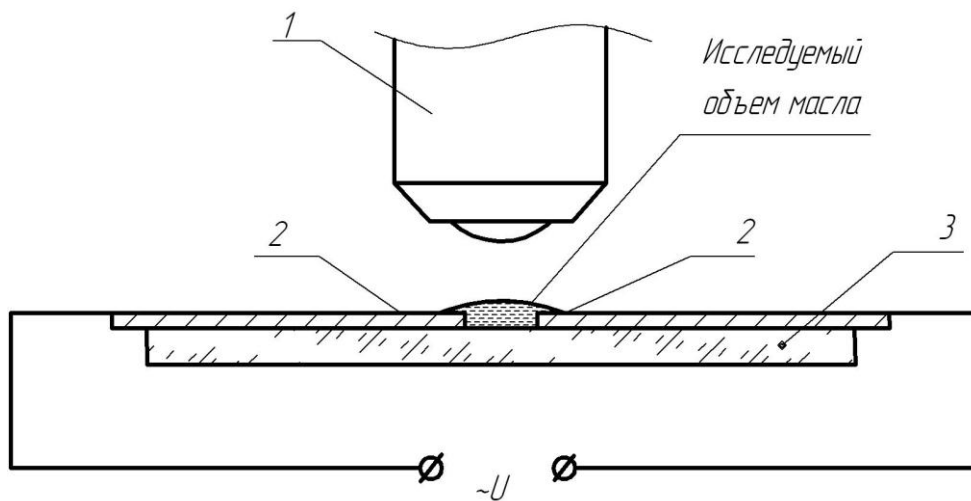


Рис. 2. Оборудование для исследования процесса коагуляции воды в индустриальном масле (И-20)

В ходе эксперимента производились наблюдения за поведением микрокапель воды в образце масла при подаче на электроды напряжения 500 В с частотой, изменяющейся в диапазоне 500-3000 Гц. В

указанном диапазоне частот с шагом 500 Гц производился визуальный подсчет количества капель и их геометрических размеров (рис. 3).

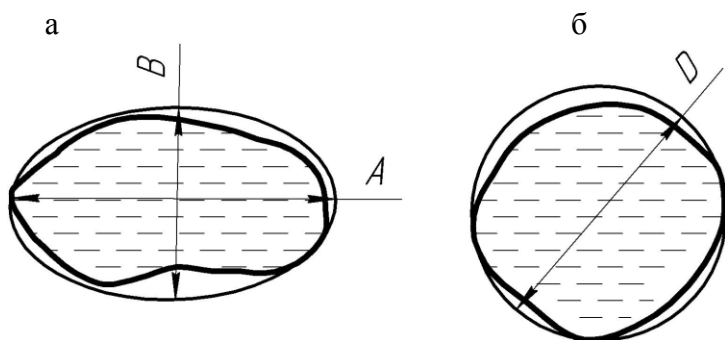


Рис. 3. Методика вычисления площади капли воды

В дальнейшем производились вычисления площади микрокапель по следующим зависимостям:

- для капель эллиптической формы (рис. 3, а)

$$S_{эл} = A \times B \times \pi, \quad (1)$$

- для капель в форме окружности (рис. 3, б)

$$S_{кр} = \pi \times \frac{D^2}{4}. \quad (2)$$

Картина изменения количества и размеров капель записывалась в виде цифровой информации на ПЭВМ, наиболее характерные для исследуемого процесса снимки приведены на рис. 4, а графическое отображение дано на рис. 5.

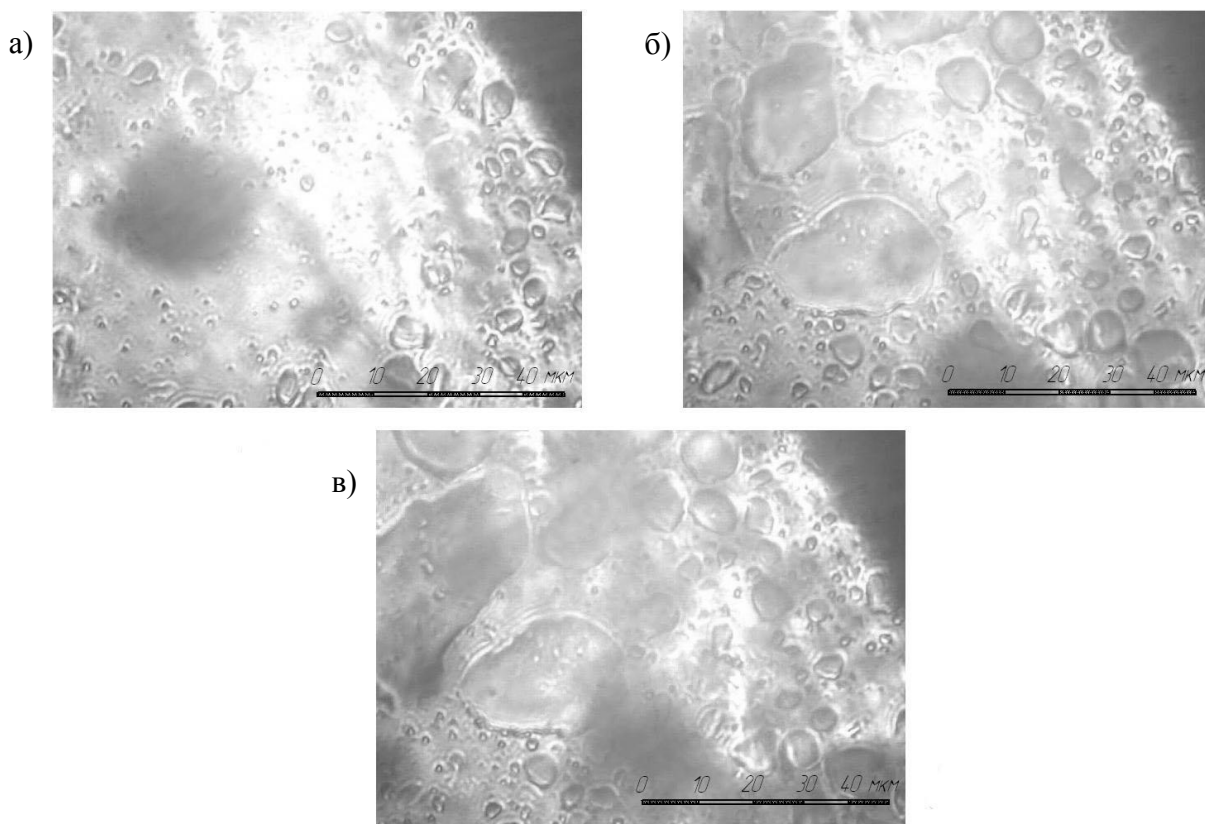


Рис. 4. Микрофотография капель воды в масле, находящихся в поле зрения микроскопа: а – частота 500 Гц; б – частота 2500 Гц; в – частота 3000 Гц

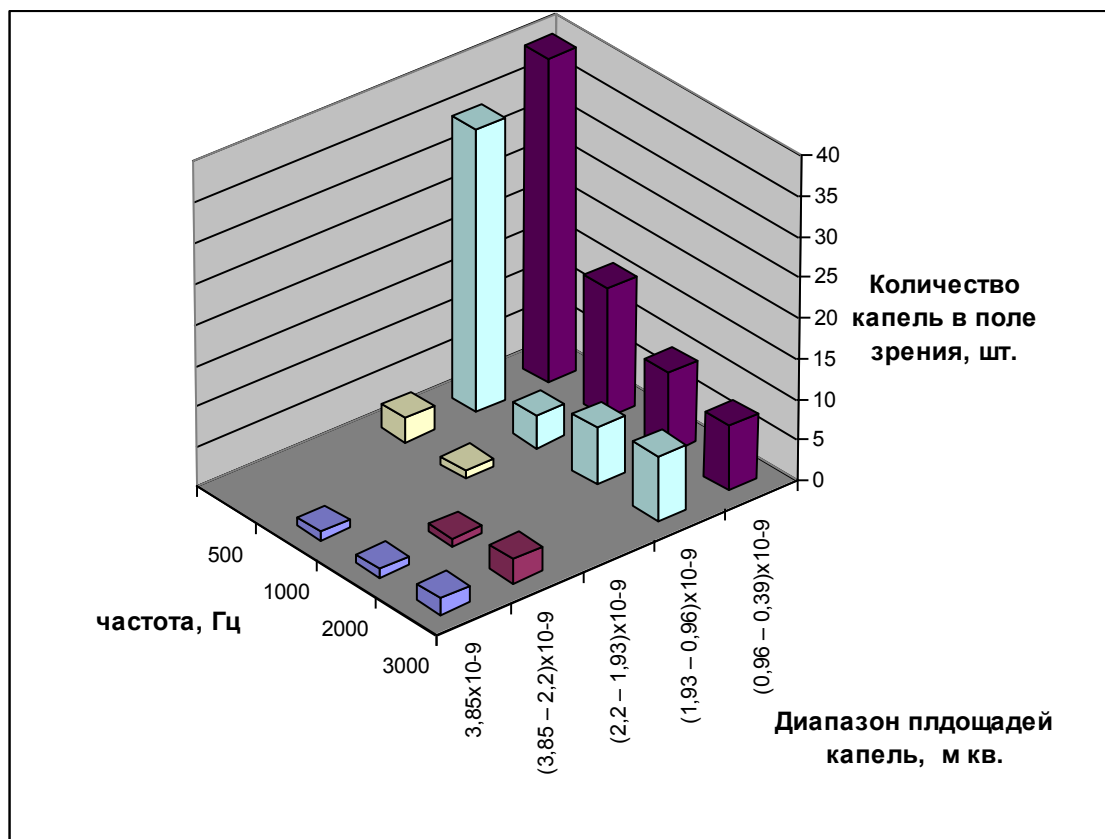


Рис. 5. Влияние частоты внешнего поля на распределение микрокапель воды в масле

**Анализ полученных результатов.**

Согласно полученным результатам, с ростом частоты внешнего поля при постоянной амплитуде, процесс объединения микрокапель между собой развивается нелинейно. В исследуемом диапазоне частот обнаружено, что такой процесс начинает интенсивно проявляться по достижению частоты 2500 Гц (рис. 4,5).

По всей видимости в диапазоне частот 2500-3000 Гц существует некая резонансная частота, способствующая изменению поверхностного натяжения на границе раздела «вода – масло».

**Выводы:**

- применение внешнего электрического поля позволяет в целом реализовать

процесс лавинообразного укрупнения мелкодисперсных капель воды, распределенных по объему масла. Такая задача решается путем экспериментального определения требуемой частоты внешнего поля;

- использование переменного электрического поля позволяет интенсифицировать процесс разделения масла и воды, как следствие, такой способ может быть использован при создании энергоэффективных очистителей. Кроме того, появляется возможность наряду с процессом очистки усилить противоизносные свойства обрабатываемых масел, однако такое утверждение требует дальнейшей экспериментальной проверки на машине трения.

**Список литературы**

1. Лысиков, Е.Н. Надмолекулярные структуры жидких смазочных сред и их влияние на износ технических систем [Текст]: монография / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронин. – Харьков: ЭДЭНА, 2009. – 274 с.

2. Никонов, К.Б. Очистка жидкостей в силовых полях [Текст]: учеб. пособие/ К.Б. Никонов, Г.П. Карабцов. – К.: КИИГА, 1990. – 48 с.
3. Аниканов, С.Г. Оптимизация параметров установки для очистки рабочих жидкостей в условиях эксплуатации строительных машин [Текст] / С.Г. Аниканов. – Л., 1980. – 160 с.
4. Шашкин, П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел [Текст] / П.И. Шашкин, И.В. Брай. – М.: Химия, 1970. – 303 с.
5. Белянин, П.Н. Промышленная чистота машин [Текст] / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.

**Ключевые слова:** рабочая жидкость, электроочистка, мелкодисперсная капля, противоизносные свойства, переменное электрическое поле.

#### *Аннотации*

У статті викладені методика і результати експериментальних досліджень впливу зовнішнього електричного поля на структуру нафтової робочої рідини за наявності зважених крапель води. Отримані результати відображають процес укрупнення мікрокрапель води під дією змінного електричного поля.

В статье изложены методика и результаты экспериментальных исследований влияния внешнего электрического поля на структуру нефтяной рабочей жидкости при наличии взвешенных капель воды. Полученные результаты отражают процесс укрупнения микрокапель воды под действием переменного электрического поля.

In the article a method and results of experimental researches of influence of the external electric field is expounded on the structure of oil working liquid at presence of self-weighted drops of water. The got results reflect the process of enlargement dripping snow of water under the action of the variable electric field.