

УДК 66.013.8

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ИЗ ОТРАБОТАВШИХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

В.А. ДРОНЧЕНКО

(Полоцкий государственный университет)

Исследуется вопрос приготовления водомасляной эмульсии с помощью ударных волн, генерируемых пневматическим излучателем, на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ. Предложен метод контроля качества приготовления эмульсии. Экспериментально определено предельное содержание топливных фракций в эмульсии, при котором возможно получение эмульсии с требуемой стабильностью. Предложено использовать вместо товарных продуктов полученную эмульсию в качестве противоадгезионного покрытия форм при производстве железобетонных изделий.

Ключевые слова: *отработавшие пластичные смазки, геоэкология, утилизация, эмульсии.*

Введение. В результате производственной деятельности предприятия образуются опасные для персонала и окружающей среды отходы. В Витебской области на конец 2015 года на предприятиях находилось 7,9 тыс. тонн отходов химических производств и связанных с ними иных предприятий, в том числе 5,3 тыс. тонн на предприятиях города Новополоцка.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, в Республике Беларусь на начало 2015 года количество складироваемых отходов эмульсий и смесей нефтепродуктов химических производств и производств, связанных с ними, составило 0,9 тыс. тонн. На конец указанного года их число достигло – 1,2 тыс. тонн. Таким образом, видим увеличение объема такого вида отходов, что свидетельствует о необходимости проведения мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации, условий работы и охраны труда персонала.

Одним из способов снижения количества нефтесодержащих отходов на предприятиях является организация процесса утилизации отработавших пластичных смазок (ПС). Доля ПС в объеме потребления смазочных материалов примерно 3,2% [1; 2]. Отработавшие ПС представляют собой ценные продукты [2–9], которые после соответствующей обработки могут быть использованы по новому назначению.

Цель данной работы – выбрать процесс утилизации отработавших пластичных смазок и метод контроля качества приготовленной на их основе эмульсии.

Методы исследования и оборудование. Для экспериментального исследования применялось следующее оборудование:

- установка для получения нефтесодержащей эмульсии с пневматическим излучателем;
- микроскоп МБС-10, обеспечивающий 50...100-кратное увеличение, в окуляр которого вставлена микрометрическая сетка (окулярный микрометр);
- сборные стальные формы (рис. 1) для лабораторных работ по изготовлению бетонных образцов (лаборатории строительных материалов кафедры строительного производства Полоцкого государственного университета);

- камера естественного твердения бетонных блоков (рис. 2).

При выполнении работы использовались следующие методы определения:

- влияния содержания воды в эмульсии на её стабильность [8];
- допустимого количества топливных фракций в эмульсии [9];
- размера капель водной фазы.



Рисунок 1. – Стальная форма для изготовления бетонных образцов

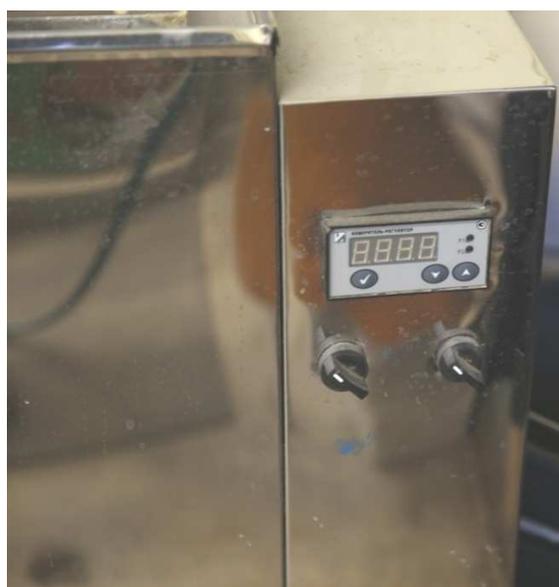
Размеры капель водной фазы определяли при помощи микроскопа МБС-10. Предметное стекло с эмульсией помещали под объектив микроскопа и подсчитывали число капель воды в эмульсии. Пользуясь микрометрической сеткой, подсчитывали число капель воды одного размера в поле зрения. Каплями одинакового размера считали капли, соответствующие одному и тому же числу целых делений сетки.

Объектив и окуляр подбирали так, чтобы получить наилучшее для подсчета увеличение, обеспечивающее одновременный обзор 20...30 капель воды. Для определения размера капель подсчитывали количество делений окулярной шкалы, накладываемых на измеряемый участок, и это количество умножали на число, указанное в переводной таблице, соответствующее тому увеличению, при котором производили измерение. Микрометрическая шкала разбивает поле зрения на 100 квадратов. Так как число мелких капель больше, чем крупных, то счет крупных капель производился во всем поле зрения (в 100 квадратах), а мелких – только в определенной части поля зрения. Общее число мелких капель во всем поле зрения определяли пересчетом на все 100 квадратов.

После того как подсчет капель в данном поле зрения был закончен, произвольно перемещали препарат, не глядя в окуляр, и подсчитывали капли в новом поле зрения. Чтобы получить достоверный результат анализа, в каждом поле зрения должно быть не менее 20...30 капель, а общее число капель – не менее 100.



a



б

a – внешний вид рабочего пространства камеры; *б* – пульт управления

Рисунок 2. – Камера естественного твердения

Допустимые расхождения между результатами определения размера капель воды в эмульсии не должны превышать: при размере капель воды до 20 мкм – 20%; от 20 до 50 мкм – 15%; свыше 50 мкм – 10%.

Если расхождение между двумя параллельными определениями превышает приведенное значение, наблюдение повторяли. За окончательный результат анализа принимали среднеарифметическое значение результатов параллельных опытов.

Основная часть. Отработавшие ПС представляют собой образующиеся в эксплуатации сложные многокомпонентные системы, содержащие основу смазочного материала и присадки, продукты разложения базовых компонентов и срабатываемости присадок, а также продукты изнашивания. Состав ПС определяет как степень их воздействия на окружающую среду, так и способы их утилизации. Изменение химического состава работающих ПС под влиянием температуры и давления воздушной среды, воды, каталитического действия металлов, посторонних примесей и микроорганизмов ведет к росту экологической опасности. По окончании срока службы природоохранный аспект должен доминировать над экономическим, учитывающим исключительно выгоду и техническую целесообразность повторного использования ценного химического сырья.

Сложной задачей в части рационального использования отработавших ПС является организация их сбора и формулирование требований к их качеству для последующей переработки и использования. Сбор отработавших ПС ведется эпизодически и в большинстве случаев обусловлен охраной окружающей среды. Это обусловлено организационными сложностями сбора у мелких потребителей, незначительными количествами смазок в ряде узлов трения и трудностями удаления их из этих узлов. В случае крупных потребителей смазок (железные дороги, централизованные системы смазки металлургического производства) сбор отработавших ПС может составить до 80% объема потребления свежих.

Сбор и утилизация отработавших смазок в широких промышленных масштабах позволит более полно решить проблему охраны окружающей среды, а также существенно расширить ресурсы сырья для производства нефтепродуктов различного назначения.

Утилизация отработавших ПС весьма специфична. Коллоидное состояние и многокомпонентный состав усложняют разработку технологий их утилизации.

В Полоцком государственном университете разработана технология приготовления мелкодисперсной водомасляной эмульсии на основе отработавшей смазки ЛЗ-ЦНИИ с высокой стабильностью с помощью пневматического излучателя [7; 8]. В технологии заложен ударно-волновой способ эмульгирования, который позволяет проводить обработку не перемешивающихся компонентов с помощью низкочастотных ударных волн. Повышение стабильности эмульсий может быть достигнуто уменьшением размеров капель в ней [8; 9]. Частота выхлопов пневматического излучателя регулируется в пределах $10 \dots 100 \text{ мин}^{-1}$ [7].

Работа пневматического излучателя сопровождается выхлопами сжатого воздуха с частотой, зависящей от его расхода. При выхлопе сжатого воздуха в жидкость на глубине $0,5 \dots 0,8$ м образуется воздушная полость, которая при всплытии резко расширяется и совершает до четырех постепенно затухающих по амплитуде пульсаций. Затем происходит схлопывание воздушного пузыря в дисперсионной среде с давлением на фронте в $2,5 \dots 3,0$ раза превышающим давление в излучателе вследствие несжимаемости жидкости. Вся жидкость перемешивается одновременно всплывающими пузырьками.

Полученная эмульсия представляет дисперсную систему, в которой роль дисперсионной среды выполняет отработавшая ПС, а дисперсной фазой является вода в виде капель. Размеры и распределение капель воды по размерам (дисперсность) могут быть различными (от единиц до сотен микрометров). Размер и дисперсность водной фазы оказывают влияние на стабильность эмульсии. В связи с этим при хранении и транспортировании необходимо контролировать размер капель водной фазы в эмульсии. Если срок хранения эмульсии превышает установленное время, то во избежание ее расслоения материал обрабатывают повторно.

В ходе предварительных экспериментов с отработавшими ПС замечено негативное явление – топливные фракции, оказавшиеся в отходах, отстаивались в верхней части эмульсии.

При дальнейших испытаниях эмульсии в качестве противoadгезионного покрытия, наносимого на поверхности форм при изготовлении железобетонных изделий, эти фракции оставляли темные жирные пятна на бетоне. Также замечено, что наличие топливных фракций в эмульсии отрицательно сказывается на ее стабильности. Это, в свою очередь, может негативно отразиться на возможности использования эмульсии, приготовленной на основе отработавших ПС в качестве товарного продукта. Вследствие этого были проведены последующие исследования, цель которых заключалась в определении максимально возможного содержания топливных фракций в эмульсии, не влияющего на выпадение воды. Для досто-

верности эксперимента топливные фракции добавлялись в отработавшую ПС, в которой они до начала эксперимента отсутствовали.

Исследование проводилось в две стадии:

- на первой стадии количество топливных фракций изменялось от 0 до 30% от количества отработавшей ПС в эмульсии с шагом 10% (вода добавлялась в количестве 20, 30 и 40% от объема эмульсии);
- на второй стадии, когда был определен интервал, в котором находится допустимый объем топливных фракций, проводились уточненные исследования с шагом 2%.

За допустимое количество топливных фракций в эмульсии принималось то их количество, при котором выделение воды в эмульсии за 30 дней не превышает 2% от объема эмульсии. Кроме того, эмульсия, используемая для нанесения на поверхности форм при изготовлении железобетонных конструкций, не должна оставлять темных пятен на бетоне.

Результаты первой стадии исследований представлены в [9]. Установлено, что при содержании воды в эмульсии 30% требуемой стабильности соответствует эмульсия без топливных фракций. При содержании топливных фракций 10% (объем выделившейся воды за 30 дней – 4,0%), а при содержании топливных фракций 20 и 30% эмульсия с требуемой стабильностью не получалась. Таким образом, лучший результат наблюдается при содержании топливных фракций в отработавшей ПС 10% и ниже.

На второй стадии проведены эксперименты с содержанием топливных фракций 0, 2, 4, 6, 8 и 10% от массы отработавшей ПС при содержании воды 20 и 30% (рис. 3 и 4 соответственно).

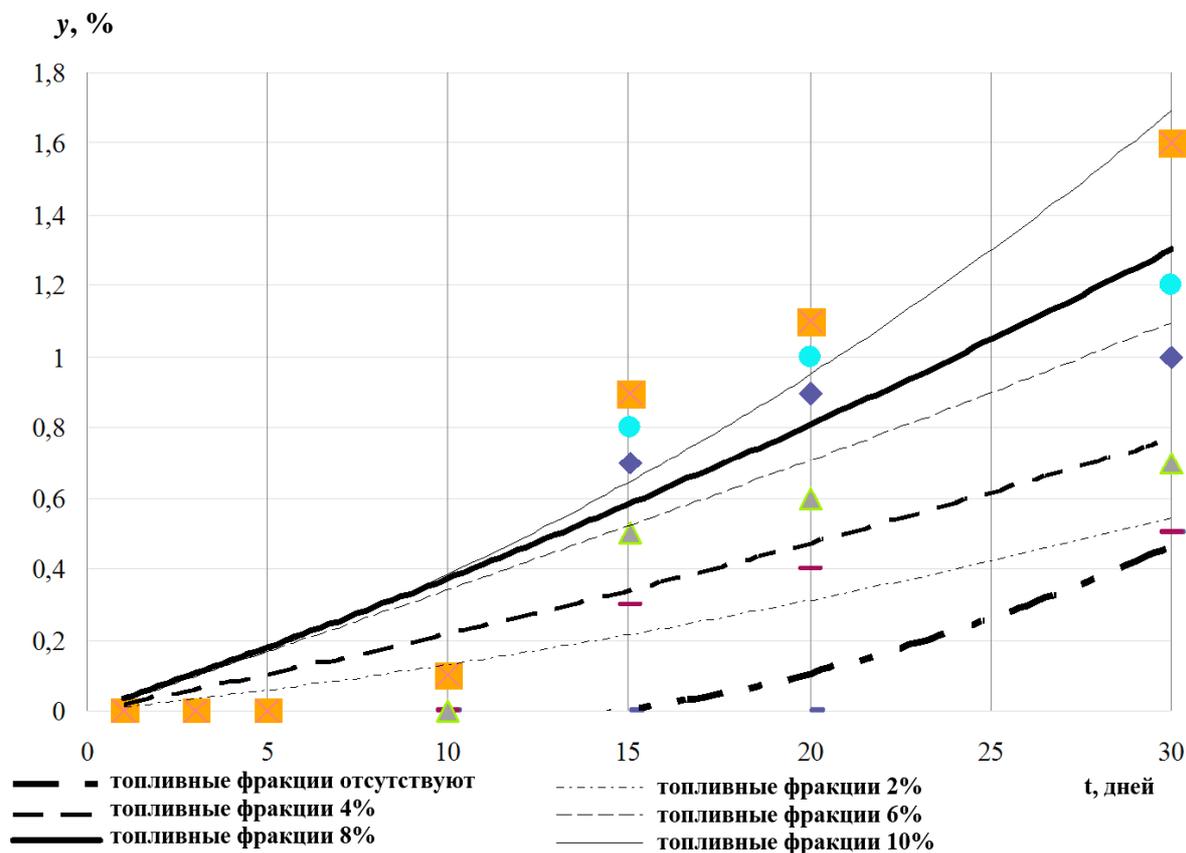


Рисунок 3. – Зависимость выделенной воды y от времени t при содержании воды в эмульсии 20%

При содержании воды в эмульсии 20% требуемая стабильность будет обеспечена при любом содержании топливных фракций до 10% (см. рис. 3).

При содержании воды в эмульсии 30% из эмульсии выделится за 30 дней воды не более 2% при содержании топливных фракций не более 6% от объема отработавшей ПС, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 4.

Для оценки возможности использования полученных эмульсий в качестве противoadгезионного покрытия, наносимого на поверхности форм при изготовлении железобетонных изделий, проведены испытания эмульсий различных составов.

Бетонные образцы изготавливали с помощью сборных стальных форм (см. рис. 1). Образцы проходили как ускоренное твердение в камере естественного твердения бетонных блоков (см. рис. 2), так и в естественных условиях при комнатной температуре.

При исследовании были проанализированы два основных параметра:

- характер отлипания при разборке формы с извлечением готового бетонного образца;
- наличие черных жирных пятен на бетоне, которые усложняют дальнейшую обработку поверхности и портят внешний вид изделия.

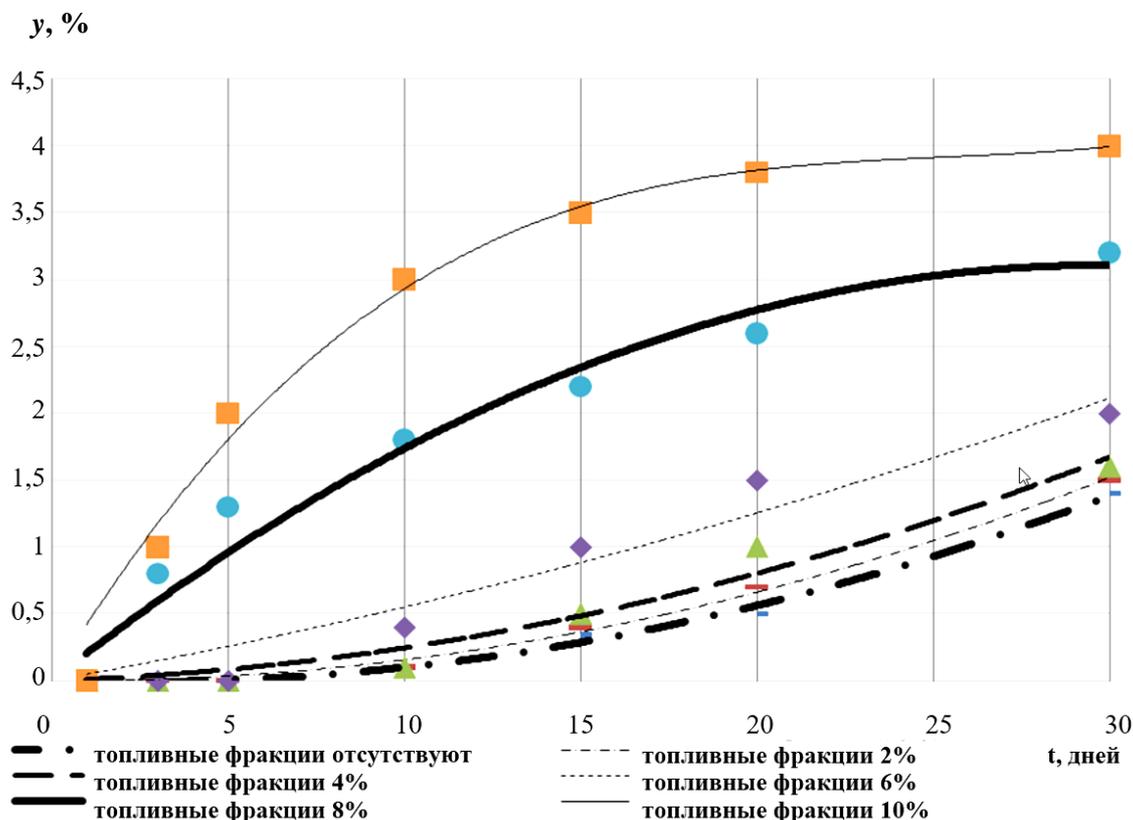


Рисунок 4. – Зависимость выделенной воды y от времени t при содержании воды в эмульсии 30%

С целью сравнительной оценки эффективности разрабатываемых эмульсий были проведены исследования в одинаковых условиях как эмульсий, полученных на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ, так и товарных эмульсолов, используемых в качестве противoadгезионного покрытия форм при производстве железобетонных изделий. Все образцы изготавливались в форме куба из бетона одинакового состава при помощи сборных стальных форм для лабораторных работ (см. рис. 1).

Эмульсия, полученная на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ, использовалась для испытаний после четырехнедельного отстоя со дня приготовления.

Установлено, что характер отлипания при разборке формы и изъятии готовых бетонных образцов практически не отличается при использовании товарных продуктов, используемых в качестве противoadгезионного покрытия форм при производстве железобетонных изделий, и эмульсии, полученной на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ. На всех образцах после испытания отсутствовали сколы бетона и темные жирные пятна.

Таким образом, в заключение проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

1) в настоящее время практически отсутствуют реализуемые в условиях предприятия технологии утилизации пластичных смазок, что подтверждают результаты анализа проблем экологии, связанных с вредным воздействием пластичных смазок на окружающую среду;

2) доказана возможность приготовления водомасляной эмульсии на основе отработавших пластичных смазок (на примере смазки ЛЗ-ЦНИИ) с помощью ударных волн, генерируемых пневматическим излучателем;

3) предложен метод контроля качества (оценка стабильности) приготовленной эмульсии по размеру капель воды в эмульсии;

4) экспериментально определено предельное содержание топливных фракций в эмульсии, при котором возможно получение эмульсии с требуемой стабильностью;

5) установлено, что характер отлипания при разборке формы и изъятии готовых бетонных образцов практически не отличается при использовании товарных продуктов, используемых в качестве противоадгезионного покрытия форм при производстве железобетонных изделий, и эмульсии, полученной на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бежанова, М.П. Ресурсы, запасы, добыча и потребление важнейших видов полезных ископаемых мира на начало 2012 г. : справочник / М.П. Бежанова, Л.И. Стругова ; ВНИИзарубежгеология. – М., 2013. – 150 с.
2. Капустин, В.М. Технология переработки нефти : учеб. пособие для вузов : в 4 т. / В.М. Капустин, Б.П. Тонконогов, И.Г. Фукс. – М. : Химия, 2014. – Т. 3 : Производство нефтяных смазочных материалов. – 326 с.
3. Евдокимов, А.Ю. Экологические проблемы утилизации отработанных смазочных материалов / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1989. – 64 с.
4. Ищук, Ю.Л. Технология пластичных смазок / Ю.Л. Ищук. – Киев : Наукова думка, 1986. – 146 с.
5. Oil recovery by flotation from waste water as a source of lubricating grease / M.M. Soliman [et al.] // Tribology and Lubrication Engineering : the materials of the 14 International Colloquium Tribology, Ostfildern, Jan. 13–15, 2004 ; Vol. 3. – Ostfildern : Techn. Akad. Esslingen, 2004. – P. 1533–1543.
6. Jürgen, M. Gesetze, Verordnungen, Regelwerke für den Umgang mit Kühlschmierstoffen – restriktiv oder Chance zur Innovation 3.4.1 / M. Jürgen ; 50. Mineralöl-Mineralöldruck, 2002. – № 11. – S. 161–167.
7. Дронченко, В.А. Рециклинг жидких производственных отходов, содержащих нефтепродукты / В.А. Дронченко // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии ; под ред. А.И. Свириденка. – Гродно, 1997. – Ч. II : Труды второй науч.-техн. конф. – С. 308–311.
8. Дронченко, В.А. Влияние содержания воды на стабильность эмульсии на основе отработавших нефтесодержащих продуктов / В.А. Дронченко // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 11. – С. 82–86.
9. Приготовление эмульсий на основе отработавших пластичных смазок / В.П. Иванов [и др.] // Проблемы трибологии. – 2016. – Т. 80, № 2. – С. 63–68.

Поступила 07.06.2016

PREPARATION AND QUALITY CONTROL OF WATER-OIL EMULSIONS FROM THE SPENT GREASES

V. DRONCHENKO

Prepared water-oil emulsion using shock waves generated by a pneumatic emitter on the basis of spent grease LZ-CSNII. The proposed quality control method of preparation of the emulsion. Experimentally determined the maximum content of fuel fractions in the emulsion in which it is possible to obtain emulsions with the desired stability. Asked to use the emulsion as anti-adhesion coating forms in the production of concrete products instead of commodity products.

Keywords: *exhaust grease, geo-ecology, recycling, emulsion.*