

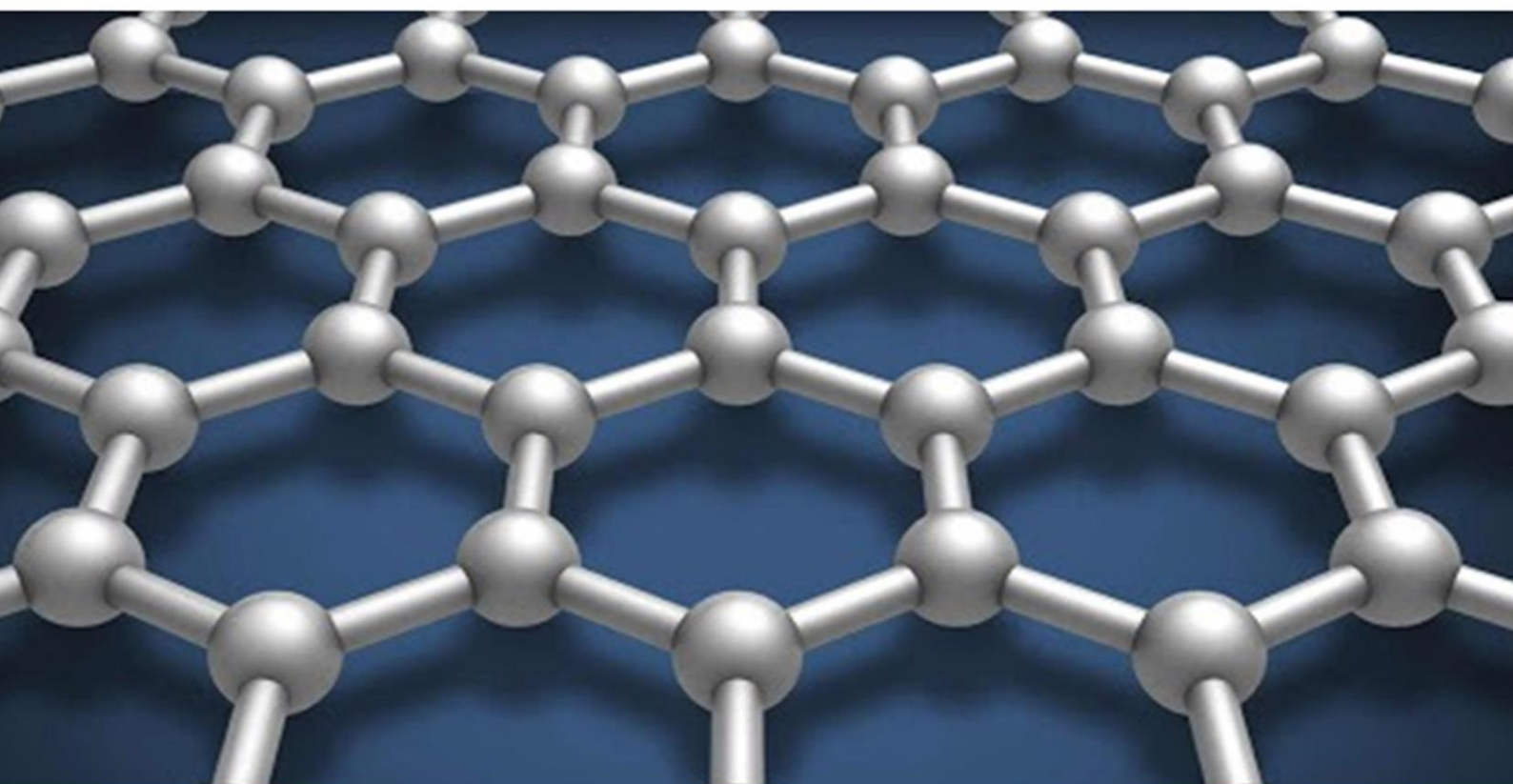
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫМ ДЕЭМУЛЬГАТОРОМ

Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х.,
Рахимов Х.Ю., Исмаилов Р.И.

Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт»

Аннотация. В статье рассмотрены методики определения основных физико-химических свойств отработанного масла после обработки композиционным химическим деэмульгатором. Основной задачей обработки является разрушение устойчивых водомасляных эмульсий, отделение воды и осаждение механических примесей, содержащихся в отработанном масле. Для оценки эффективности процесса очистки предложен комплекс показателей, включающий содержание воды, механических примесей, кинематическую вязкость, плотность, кислотное число и другие физико-химические характеристики. Приведена последовательность проведения лабораторных исследований и подходы к сравнению исходного и очищенного отработанного масла. Полученные результаты могут быть использованы для оценки эффективности композиционного деэмульгатора и определения возможности дальнейшего использования очищенного масла в качестве вторичного нефтяного сырья.

Ключевые слова: отработанное масло, композиционный деэмульгатор, водомасляная эмульсия, механические примеси, содержание воды, вязкость, плотность, кислотное число, очистка масла.

Введение. В процессе эксплуатации автомобильной, промышленной и технологической техники моторные и другие смазочные масла подвергаются воздействию высоких температур, кислорода воздуха, продуктов износа металлических деталей, топлива, воды и различных загрязняющих веществ. В результате изменяются первоначальные физико-химические свойства масел и образуется отработанное масло, содержащее воду, механические примеси, продукты окисления, смолисто-асфальтеновые соединения и другие компоненты.

Одной из основных проблем переработки отработанных масел является наличие устойчивых водомасляных эмульсий. Диспергированные капли воды могут быть стабилизированы поверхностно-активными веществами, продуктами окисления масла, смолами и механическими частицами. Это затрудняет разделение фаз и последующее удаление загрязнений.

Применение композиционных химических деэмульгаторов позволяет интенсифицировать процесс разрушения эмульсии, укрупнения капель воды и их последующего отделения от масляной фазы. Одновременно создаются условия для осаждения механических примесей.

Однако для объективной оценки эффективности обработки недостаточно визуального определения разделения фаз. Необходимо определить физико-химические показатели отработанного масла до и после обработки.

Целью настоящей работы является разработка и систематизация методик определения физико-химических свойств отработанного масла после обработки

композиционным деэмульгатором, а также оценка эффективности удаления воды и механических примесей.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлось отработанное масло, содержащее воду и механические примеси. В качестве реагента использовали композиционный химический деэмульгатор, предназначенный для разрушения устойчивых водомасляных эмульсий и ускорения разделения фаз.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования проводили в лабораторных условиях. Образцы отработанного масла предварительно перемешивали для получения представительной пробы. После этого определяли исходные физико-химические показатели.

Обработку проводили путем введения определенного количества композиционного деэмульгатора в исследуемое отработанное масло с последующим перемешиванием. После перемешивания образец выдерживали при заданной температуре в течение установленного времени для завершения процесса коалесценции капель воды и осаждения механических примесей.

Определение содержания воды [1]. В процессе эксплуатации масла подвергаются термическому и окислительному воздействию, загрязняются продуктами износа, механическими примесями, смолисто-асфальтеновыми соединениями и водой. Наличие воды существенно ухудшает физико-химические и эксплуатационные свойства отработанного масла и затрудняет его дальнейшую переработку.

Удаление воды позволяет снизить содержание нежелательных компонентов, улучшить стабильность масляной фазы и создать благоприятные условия для последующего удаления механических примесей и других загрязняющих веществ. Вместе с тем традиционные методы обезвоживания могут характеризоваться значительными энергетическими затратами и недостаточной эффективностью при переработке устойчивых эмульсий.

Определение содержания воды в исходном и обработанном масле проводили дистилляционным методом в соответствии с требованиями применяемого нормативного документа ГОСТ 21534-76.

При дистилляционном определении навеску масла подвергают нагреванию с растворителем. Вода вместе с растворителем испаряется, конденсируется и собирается в измерительной ловушке. По объему выделившейся воды рассчитывают ее массовую долю.

Массовую долю воды рассчитывают по формуле:

$$W = (m_1 / m) \times 100 \quad (1)$$

где: **W** — содержание воды, %;

m₁ — масса выделившейся воды, г;

m — масса исследуемой пробы, г.

Снижение содержания воды после обработки свидетельствует об эффективности деэмульгатора.

Определение механических примесей [2].

Механические примеси в отработанном масле представлены продуктами износа металлических деталей, пылью, частицами нагара, продуктами окисления и другими нерастворимыми веществами.

Определение механических примесей проводят путем отделения нерастворимого остатка от масляной фазы с последующей промывкой и высушиванием осадка до постоянной массы.

Массовую долю механических примесей рассчитывают по формуле:

$$X = (m_2 - m_0) / m \times 100 \quad (2)$$

где: **X** — содержание механических примесей, %;

m₂ — масса фильтра с высушенным осадком, г;

m₀ — масса чистого высушенного фильтра, г;

m — масса исследуемого образца, г.

Эффективность композиционного деэмульгатора оценивают по уменьшению содержания механических примесей в очищенном масле.

Определение кинематической вязкости [3].

Кинематическая вязкость характеризует сопротивление масла течению и является одним из основных показателей его эксплуатационного состояния. Вязкость определяют при установленной температуре с использованием капиллярного вискозиметра.

Кинематическую вязкость рассчитывают по формуле:

$$\nu = C \times t \quad (3)$$

где: **ν** — кинематическая вязкость, мм²/с;

C — постоянная вискозиметра;

t — время истечения исследуемой жидкости, с.

Определение вязкости проводят для исходного и очищенного масла при одинаковой температуре. Сопоставление полученных значений позволяет установить влияние процесса деэмульгирования и удаления загрязнений на реологические свойства масла.

Определение плотности [4]. Плотность является важной характеристикой очищенного масла и может использоваться для оценки изменения его состава после удаления воды и механических примесей.

Определение плотности проводят при установленной температуре с использованием ареометра, пикнометра или другого аттестованного средства измерений. Плотность рассчитывают с учетом массы и объема исследуемого образца:

$$\rho = m / V \quad (4)$$

где: **ρ** — плотность, г/см³; **m** — масса образца, г; **V** — объем образца, см³.

Плотность определяют до и после обработки композиционным деэмульгатором.

Определение кислотного числа [5].

Кислотное число характеризует содержание кислых соединений в масле, образующихся преимущественно в результате окислительных процессов.

Метод основан на титровании кислотных компонентов масла раствором щелочи в присутствии соответствующего индикатора. Кислотное число рассчитывают с учетом объема раствора титранта, его концентрации и массы исследуемой пробы. Сравнение кислотного числа до и после обработки позволяет оценить изменение химического состояния масляной фазы в процессе очистки.

При проведении исследований необходимо соблюдать одинаковые условия испытаний: массу образца, дозировку деэмульгатора, интенсивность и продолжительность перемешивания, температуру обработки и время отстаивания [6].

В результате обработки композиционным деэмульгатором в отработанном масле происходит разрушение устойчивой водомасляной эмульсии. Введение деэмульгатора способствует снижению

устойчивости межфазной пленки, укрупнению диспергированных капель воды и их коалесценции. Одновременно часть механических примесей, участвующих в стабилизации эмульсии, переходит в осадок.

Таблица 1

Физико-химические показатели отработанного масла после обработки композиционным деэмульгатором

Показатели	Исходное масло	После обработки	Характеристика показателя
Содержание воды, %	42,4	3,6	Оценивает эффективность обезвоживания
Механические примеси, %	8,2	1,4	Оценивает эффективность удаления механических загрязнений
Кинематическая вязкость, мм ² /с	336,15	216,9	Оценивает изменение реологических свойств масла
Плотность, г/см ³	0,925	0,897	Оценивает изменение физического состава очищенного масла
Кислотное число, мг КОН/г	4,86	3,72	Оценивает содержание кислых продуктов окисления

Полученные результаты показывают, что обработка отработанного масла композиционным деэмульгатором приводит к существенному улучшению его физико-химических характеристик. Содержание воды снизилось с 42,4 до 3,6 %, что соответствует эффективности обезвоживания 91,5 %. Содержание механических примесей уменьшилось с 8,2 до 1,4 %, при этом степень их удаления составила 82,9 %.

Кинематическая вязкость после обработки снизилась с 336,15 до 216,9 мм²/с, то есть на 35,5 %. Плотность масла уменьшилась с 0,925 до 0,897 г/см³. Кислотное число снизилось с 4,86 до 3,72 мг КОН/г, что соответствует уменьшению на 23,5 %.

Таким образом, применение композиционного деэмульгатора обеспечивает эффективное разрушение водомасляной эмульсии, удаление значительной части воды и механических примесей, а также способствует улучшению основных физико-химических характеристик отработанного масла

Заключение. Исследован комплекс методик для оценки физико-химических характеристик отработанного масла после обработки композиционным химическим деэмульгатором. Предложенный методический подход позволяет комплексно оценивать

эффективность процесса деэмульгирования и очистки по показателям содержания воды и механических примесей, кинематической вязкости, плотности и кислотного числа.

Установлено, что применение композиционного деэмульгатора способствует разрушению устойчивой водомасляной эмульсии, интенсификации процессов коалесценции диспергированных капель воды и их последующему отделению от масляной фазы, а также осаждению механических примесей. В результате обработки наблюдается снижение содержания воды и нерастворимых загрязнений, сопровождающееся изменением основных физико-химических характеристик очищенного масла.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения композиционного деэмульгатора в качестве реагентного метода предварительной подготовки отработанного масла к последующей очистке и переработке. Для достоверной оценки эффективности разработанной технологии необходимо проводить сравнительные исследования исходных и обработанных образцов при идентичных условиях эксперимента с использованием стандартизированных методов определения физико-химических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 2477-2014. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.
- ГОСТ 6370-2018. Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей.
- ГОСТ 33-2016. Нефть и нефтепродукты. Метод определения кинематической и динамической вязкости.
- ГОСТ 3900-2022. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
- ГОСТ 5985-2022. Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа.
- Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х. Разработка эффективных составов композиционных химических реагентов - деэмульгаторов для обезвоживания эксплуатационных масел металлургических предприятий. Композиционные материалы, №1, 2025. С. 211-216.

ОКТАБРЬ

№ 3(108)

2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокмпозитов

Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Исмаилов Р.И., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю. Экспериментальное исследование процесса обезвреживания отработанного масла с применением деэмульгатора «КХД-М-1».....	3
Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Туляганова В.С., Сохобиддинова Ф.Ж., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т., Шамсиева С.С. Научно-технологические принципы создания и применения антиэлектростатических полимерных композитов и покрытий	6
Kucharov A.A., Yusupov F.M., Qurbonov A.R., Xalilov S.U., Toshboboyeva R.A. Sirt faol moddalarning ko'mirni boyitishdagi kolloid-kimyoviy mexanizmlari	11
Sayimova D.Q., Amonov M.R., Ramazonova Z.Y. Sorbentning sorbsion xossasiga kislotalik muhiti va sirt g'ovaklik o'lchamlarini ta'siri	16
Азизова Х.М., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Равновесные и кинетические характеристики сорбции меди(II) гранулированным амидоксимным ионитом	19
Umarova S.R., Ibragimova K.S., Xusenov A.Sh., Kiyamova M.I., Raxmanberdiev G. Monokarboksilinulinning sintezi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganish	22
Berdiqulov B.Sh., Ixtiyarova G.A., Safarov A.R. Kaolin va Apis mellifera xitozan asosidagi kompozit biosorbentni sintez qilish va dastlabki tavsiflash	26
Abdurazakov S.E., Maksumova O.S., Fozilova U.J. Metakril kislotasi asosida antipiren sintezi	30
Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю., Исмаилов Р.И. Методики определения физико-химических свойств отработанного масла после обработки композиционным деэмульгатором.....	33

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С. Теоретические основы контактного взаимодействия антифрикционных композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения с хлопком-сырцом	36
Тухтаев Ф.С., Мусоева Д.Н., Мардонова М.З., Махмудова М.М., Негматов С.С. Исследование физико-механических свойств полимер-полимерных композиционных материалов, наполненных минеральными ингредиентами	41
Каримов Ш.А., Алимбабаева З.Л. Темир кукуни асосли юкори ғовакли материал олиш ва унинг хossalari	44
Yusupova S.Yu., Kamalova D.I. Polipropilen grafit kompozitlarining tuzilishi va mexanik xossalari grafit miqdorining ta'siri	46
Djabarov B.T. Elektrotexnika sanoati uchun polimer kompozit materiallarning elektrofizik xususiyatlari va ularni boshqarish usullari tadqiqoti	49
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Влияние глинистого сланца на физико-механические свойства и пуццолановую активность композиционного портландцемента	51
Тилабов Б.К. Анализ состава, свойств и структуры сталей, чугунов и сплавов и их термическая обработка	53
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini baholash metodikasini takomillashtirish	57
Arabov J.S., Matismailov S.L., Urmanov N.T., Islomova M.S., Ergashova J.J. Qutblangan elektr maydonida sintetik tolalarni emulsiyalashning fizik asoslarini tadqiq etish	59
Karimov K.A., Shaxobutdinov R.E., Karimova A.R., Xo'jamov A. Zoldir prokatlash valogi rebordalariga 35V9X3CF markali kukunli sim qoplama qoplash orqali ish unumdorligini oshirish istiqbollari	63
Абдурахимова М.И., Тухташева М.Н., Сапаров Б.Ж., Рахимов М.Ю. Оптимизация технологических параметров и исследование механических свойств композиционного покрытия ADC12/SiC для поверхностей корпуса редуктора	66