

*Е. В. Бубнова**

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ
ПРОТИВОЗАДИРНОЙ ПРИСАДКИ ДЛЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ
НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ
ЭКСФОЛИАЦИИ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ**

В настоящее время в РФ находится в эксплуатации почти 60 млн единиц транспортных средств, оснащенных двигателями внутреннего сгорания. Подавляющее большинство составляют легковые автомобили (более 45 млн) [1]. Особенность эксплуатации современных тепловых двигателей подразумевает применение большой номенклатуры технологических жидкостей, которые требуют регламентной замены. Наиболее часто обновляемыми являются моторные масла. Это обусловлено тяжелыми условиями их работы и склонностью к окислению. Именно последнее обстоятельство и приводит к такой частой замене. В результате окисления образуются продукты, которые можно разделить на низкомолекулярные и высокомолекулярные продукты окисления. К первым относятся низшие карбоновые кислоты, которые обладают высокой коррозионной активностью, особенно она усиливается в при-

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Рухова.

сутствии воды, которая тоже является продуктом окисления компонентов моторного масла. К высокомолекулярным веществам относятся смолы, асфальтены и другие продукты окислительной полимеризации. В связи с вышесказанным годовая потребность в моторном масле составляет более 240 тыс. т.

Подавляющее большинство современных моторных масел – это сложная композиция, которая кроме базового масла минерального, синтетического или смешанного происхождения содержит большое количество функциональных присадок. Данные вещества отвечают за поддержание вязкостных характеристик во всем диапазоне эксплуатации (вязкостно-загущающие и депрессорные присадки), защиту деталей машин от коррозии и само масло от окисления (антиокислительные и антикоррозионные присадки), удаление продуктов окисления масла с деталей машин (моющие присадки). Наиболее ключевыми присадками, ответственными за экономичность и надежность работы механизмов, являются антифрикционные и противоизносные присадки. К последним относятся фторорганические соединения и вещества, имеющие слоистую структуру. К сожалению, требуется констатировать, что на сегодняшний день в России отсутствует производство современных антифрикционных и противоизносных присадок мирового уровня. В связи с этим является весьма актуальным решение задачи разработки новых отечественных антифрикционных и противоизносных присадок для моторных масел.

Проведенные исследования на кафедре «Химия и химические технологии» Тамбовского государственного технического университета [2] показали возможность улучшения антифрикционных качеств пластичных смазок в результате их модификации коллоидными формами графита. В связи с этим представляется перспективным выполнение исследования применения коллоидного графита для модификации моторного масла. В связи с вышесказанным можно сформулировать цель научного исследования: разработка научно обоснованной технологии получения антифрикционной и противоизносной присадки на основе коллоидного графита для модификации моторного масла. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд научных задач.

В первую очередь необходимо провести всестороннее и критическое литературно-патентное исследование. В рамках него будут рассмотрены вопросы состава моторных масел различного происхождения, строения макромолекул, входящих в состав масел, и методика контроля качественных показателей. На следующем этапе изучению подвергнутся разновидности присадок, используемых для модификации моторных масел, и основные классы веществ, применяемые для этих целей.

Особое внимание будет уделено присадкам, выполняющим противоизносные и антифрикционные свойства. В рамках данного обзора будут выявлены сильные и слабые стороны применяемых соединений, и не только в разрезе их физико-химических параметров, но и опираясь на их стоимость и доступность в текущей ситуации. Акцент будет смещен в сторону слоистых кристаллических веществ и особенно рассмотрены источники, раскрывающие особенности применения графита и графенсодержащих веществ. Тем более, что на сегодняшний момент этому вопросу посвящено большое количество публикаций. В рамках следующего шага будут подробно критически изучены способы и технологии получения коллоидных форм графита, при этом особое внимание будет уделено патентным отечественным и иностранным источникам. Такой подход позволит выявить недостатки в современных подходах модификации моторных масел, установить пробелы в имеющемся знании о физико-химической стороне вопроса и обоснованно выбрать направление дальнейшего научного исследования.

Следующая научная задача, которую предстоит решить, это выбор метода синтеза коллоидного графита и используемое для этой цели исходное сырье. Ранее проведенные исследования показали, что наиболее производительным и при этом экологически чистым способом получения коллоидных форм графита является электрохимическая эксфолиация [3]. В качестве исходного сырья в данных процессах применяют природный или искусственный графит. При том последний не редко может содержать связующие вещества, например фенолформальдегидную смолу. Также научный интерес представляет попытка эксфолиация других графитсодержащих материалов, например природных битумов. Так же природные битумы известны как минерал шунгит, и в зависимости от содержания в нем углерода они подразделяются на пять разновидностей: шунгит I – V. Рассмотрим данные разновидности. Шунгит I обладает смоляно-черным цветом с металлическим блеском, обладает относительно небольшой твердостью. Шунгит трещиноват и склонен к легкому раскалыванию ударом или раздавливанием. Шунгит не прозрачен и не просвечивает в краях. Плотность шунгита 1800...1900 кг/м³. Шунгит отличается высокой электропроводностью и способностью окисляться на воздухе при высоких температурах. Шунгит II способен гореть без пламени после предварительного разогрева, так же и Шунгит I. При горении Шунгит II по энергетическим параметрам приближается к каменным углям. Но горение это быстро прекращается. Шунгит III представляет собой матовую (в отличие от I и II разновидностей) толстослоистую черную породу, более широко распространенную в Карелии, по сравнению с блестящим Шунгитом II. Эта разновидность

шунгитовых сланцев значительно беднее шунгитовым пигментом; среднее содержание в ней шунгитового углерода не превышает 35%, зольность достигает 56...60% и больше. В связи с чем у Шунгита III повышается плотность до 2310...2450 кг/м³. Шунгит IV также относится к матовым черным разновидностям шунгитовых сланцев, имеет плитчатое, а иногда землистое рыхлое строение, обладает небольшой твердостью. Содержание углерода в четвертой разновидности шунгита в среднем около 15%, редко достигает 20...25%. По внешнему виду Шунгит IV напоминает черные глинистые сланцы, хотя первичное глинистое вещество в нем отсутствует. Порода представляет серьезный интерес как каменный строительный материал. Шунгит IV является самой распространенной породой в Карелии. Шунгит V серовато-черная или густо-черного цвета толстослоистая, очень тонкозернистая и очень твердая порода, состоящая в отличие от всех других разновидностей шунгитов на 85...95% из зерен минерала кварца. Шунгит V имеет наиболее высокую плотность – 2350...2650 кг/м³, твердость 5,5...6,5 по шкале Мооса, размер зерен минерала около 0,001 мм. Содержание шунгитового углерода в Шунгите V очень небольшое, не выше 4...6%. Предстоит провести исследование образцов шунгита методами электронной сканирующей микроскопии, ИК-фурье спектроскопии, дифференциальной сканирующей каллометрии и рентгенфлуоресцентного анализа.

На следующем этапе исследования предстоит установить особенности эксфолиации в различных электролитах при варьировании режимных параметров. Отправной точкой исследования будет щелочной электролит, содержащий водный раствор гидроксида натрия (концентрация 0,2 Н). Тип электролита и концентрация установлены в ходе предварительных исследований. Опыт получения коллоидных форм графита методом электрохимической эксфолиации показал, что наиболее важными технологическими параметрами процесса являются температура электролита, плотность электрического тока и частота смены полярности на электродах. На начальном этапе будет проведено исследование влияния только двух перечисленных параметров на характеристики коллоидных графитов.

Далее полученные коллоидные графиты при различных значениях температуры и плотности тока будут подвергнуты исследованиям методами оптической и электронной микроскопии, фотометрии и седиментации. Образец, показавший наименьшие размеры, будет использован для модификации моторного масла. Образцы моторного масла с различным содержанием коллоидного графита будут испытаны на роликовой машине трения.

Список литературы

1. URL : <https://www.autostat.ru/news/49197/>
2. Graphite nanoplates as grease lubricant additive / A. Rukhov, E. Bakunin, T. Dyachkova et al. // Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures. – 2021.
3. Бакунин, Е. С. Современные способы получения малослойных графеновых структур методом электрохимической эксфолиации графита / Е. С. Бакунин, Е. Ю. Образцова, А. В. Рухов // Перспективные материалы. – 2018. – № 7. – С. 5 – 15.

Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»