

УДК 343.982.3

**И. Л. Бадзюк**

Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, Иркутск, e-mail: demy@bk.ru

### КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛЕДОВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

**Ключевые слова:** моторные масла, трасологические исследования микрообъектов, физико-химические методы исследования, микроструктура адсорбционного слоя горюче-смазочного материала, оптическая микроскопия.

В статье приведен анализ возможностей комплексных экспертных исследований (трасологических и физико-химических) следов ГСМ, продемонстрирована сложность проведения данных экспертных исследований и ограниченный ряд эффективно применяемых для подобных исследований методов. Известно, что в отдельных каплях рабочих жидкостей автомобилей, в определённом градиенте температур при контакте с какой-либо поверхностью, с которой они проявляют слабые физико-химические взаимодействия, возможно формирование адсорбционного слоя особой структуры, в зависимости от свойств поверхности и состава ГСМ, что может позволить отнести капли рабочих жидкостей ТС к определенной группе ГСМ. В данной работе приведены результаты подготовительного этапа исследований, закономерностей формирования микроструктуры капель ряда автомобильных моторных масел на металлических поверхностях.

**I. L. Badzyuk**

East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Irkutsk, e-mail: demy@bk.ru

### COMPREHENSIVE RESEARCH OF ENGINE OIL TRACKS

**Keywords:** motor oils, trace evidence research of micro-objects, physico-chemical research methods, microstructure of the adsorption layer of fuel and lubricants, optical microscopy.

The article provides an analysis of the possibilities of complex expert research (traceological and physico-chemical) traces of fuels and lubricants. At a certain temperature gradient, when in contact with the surface, individual drops of working fluids of cars exhibit weak physicochemical interactions. Depending on the surface properties and composition of fuels and lubricants, the formation of an adsorption layer of a special structure is possible. This allows the droplets of working fluids to be attributed to a certain group of fuels and lubricants. This paper presents the results of the preparatory stage of research, the regularity of the formation of the microstructure of droplets of automobile oils on various metal surfaces.

#### Введение

Рост автомобильного парка в России приводит к соответствующему росту нарушений и преступлений, совершенных с применением автотранспорта, следовательно, интерес в сфере деятельности правоохранительных органов к возможностям методов исследования различных следов транспортных средств (ТС) возрастает.

Так, при дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) нередко фиксируются случаи оставления места происшествия предполагаемыми виновниками, при этом ни свидетелей, ни камер, зафиксировавших событие нет. По данным ГИБДД МВД России за 2020 г. в России количество ДТП, с места совершения которых ТС скрывались, составило 8,7% от всех зафиксированных ДТП,

по Иркутской области такая категория ДТП составила 10,5% [1]. Выяснить обстоятельства подобных происшествий следователи и эксперты будут по следам, оставленным транспортными средствами, в том числе по следам рабочих жидкостей транспортного средства. Так, следы рабочих жидкостей ТС (бензин, дизельное топливо, масло, тормозная жидкость, тосол) могут находиться на различных частях самого транспортного средства, дорожном покрытии, почве, на обочине дороги, одежде потерпевшего, различных преградах. Информативность данных следов может быть достаточно высокой. По ряду признаков есть возможность установить давность образования следов, по типу горюче-смазочных материалов (ГСМ) – возможные повреждения на ТС, и возможно

установление тождества жидкостей в следах и рабочих жидкостей конкретного ТС. Для решения указанных задач необходимо прибегать к транспортно-трассологическим, трассологическим исследованиям микрообъектов, физико-химическим методам исследования, то есть необходим комплексный подход.

Судебно-экспертная деятельность жестко регламентируется нормативно-правовыми актами [2-4], экспертные методики базируются на фундаментальных и прикладных исследованиях, имеющих большую эмпирическую основу, собранную за большой промежуток времени [5]. Каждый применяемый в экспертной практике метод должен обладать определенными характеристиками и зарекомендовать себя надежным и эффективным при производстве судебных экспертиз. Соответственно, внедрение новых методов, в том числе физико-химических, и разработка новых подходов, применяемых в экспертной деятельности, требуют значительных временных и ресурсных затрат. Однако, интерес к новым эффективным, простым в техническом оформлении методам не угасает, особенно в условиях современного научно-технического прогресса, когда ранее громоздкие и «медленные» аппараты превращаются в удобные портативные, оснащенные программами обрабатывающие и выдающие результаты исследования в подходящей для эксперта форме. В данной работе будут рассмотрены базовые экспертные методы, а также возможности применения новых подходов.

Актуальность данной работы состоит в том, что для оперативного решения экспертных задач, а далее и оперативно-следственных, требуются простые, но эффективные подходы и методы исследования следов на месте происшествия, в том числе, следов рабочих жидкостей ТС. В данной работе проведен анализ свойств исследуемых объектов, моторных масел, которые являются специфичными характеристиками для данной группы объектов и могут быть базовыми идентификационными признаками моторных масел при разработке новой экспертной методики.

**Целью** данной работы является анализ возможностей физико-химических методов при выполнении экспертных исследований следов моторного масла, в том числе, на примере применения световой (оптической) спектроскопии при установлении закономерностей в формировании микроструктуры адсорбционного слоя моторного масла на различных поверхностях.

## Материалы и методы исследования

В работе проведен анализ традиционных экспертных методик и подходов исследования следов рабочих жидкостей транспортных средств, рассмотрены возможности современных физико-химических методов для проведения экспертных исследований горюче-смазочных материалов. Исследованы системы капель моторного масла с металлическими поверхностями при заданной температуре.

Объектами исследования являются экспертные методы изучения следов горюче-смазочных материалов, а также следы синтетических моторных масел трех разных производителей на различных металлических поверхностях.

Предметом исследования являются современные возможности применения физико-химических методов, в том числе оптической микроскопии, в экспертной практике, а также научно обоснованные закономерности формирования микроструктуры адсорбционного слоя моторного масла на металлических поверхностях.

Методологической основой данной работы послужили методы: диалектический метод, метод структурного анализа, системный метод, наблюдение, моделирование, эксперимент. Микроструктура капель моторных масел исследована посредством метода световой (оптической) микроскопии с применением поляризационного микроскопа МИКРОМЕД ПОЛАР 1.

Выбор указанных методов исследования обусловлен особенностями химического состава и соответствующих физико-химических свойств исследуемых жидкостей, а так же возможностями имеющихся в арсенале экспертов физико-химических методов. Выбор в качестве идентифицируемого признака микроструктуры адсорбционного слоя моторного масла базируется на фундаментальных исследованиях формирования адсорбционного слоя особой микроструктуры нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов на границах раздела фаз [6-8]. Следует отметить, что данная работа представляет собой отдельный подготовительный этап, теоретическая и практическая значимость которого состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы как в научно-исследовательской деятельности по данному направлению, так и в судебно-экспертной деятельности для разработки и совершенствования экспертных методик.

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ основных характеристик горюче-смазочных материалов, в частности моторных масел, дает основание для выбора в качестве исследуемого свойства микроструктуру адсорбционного слоя моторного масла на границе раздела фаз. Специфичность данного признака обусловлена химическим составом моторных масел, соответственно, особенностями физико-химических взаимодействий с различными поверхностями и условиями формирования исследуемых следов.

Следы НП и ГСМ на предмете-носителе, а также их воздействие на предмет-носитель можно установить при визуальном осмотре объектов, в том числе с помощью луп. Различие в отражательной способности в местах наслоения (воздействия) НП и ГСМ может быть выявлено при освещении объектов под различными углами. Большую помощь при поиске может оказать специфический запах НП и ГСМ.

Особое значение при поиске следов ГСМ уделяется их способности люминесцировать под воздействием УФ-излучения. Наиболее интенсивная люминесценция проявляется для ГСМ, имеющих температуру кипения выше 200 °С. К последним относят большинство товарных ГСМ, в том числе моторные масла. Поэтому поиск следов НП и ГСМ ведут, как правило, с использованием УФ-осветителей. При этом следует принимать во внимание массу факторов, влияющих на цвет и интенсивность люминесценции, которая зависит от чистоты, компонентного состава и толщины слоя ГСМ, от физико-химических взаимодействий с контактной поверхностью и ГСМ [9-10].

Методы, применяемые в экспертном исследовании НП и ГСМ, должны позволять либо непосредственно проводить изучение различных видов состава НП и ГСМ, либо физических и химических свойств исследуемых веществ, обусловленных данным составом. Часть таких свойств является важнейшими техническими характеристиками, стандартизированными в ГОСТ и определяющими эксплуатационные качества моторных масел как товарных продуктов. К ним относятся плотность, показатель преломления, пределы выкипания объема НП или его части (что характеризует фракционный состав НП), температуры плавления и кристаллизации (для твердых нефтепродуктов),

воспламенения, вспышки (для легковоспламеняемых нефтепродуктов), вязкость (основной показатель смазочных материалов), содержание различных примесей и т.д. Технические требования к моторным маслам и методы их определения установлены в ГОСТ 17479.1-85, ГОСТ 17479.1-2015, ГОСТ 10541-2020 и др. [11-13].

Исследования свойств моторных масел по ГОСТ требует определенного объема жидкости и не пригодно для следовых количеств. В большинстве случаев поступающие на экспертное исследование вещества оказываются измененными под влиянием разнообразных факторов. Поэтому в процессе экспертных исследований выявляют наиболее устойчивые признаки состава, связанные с первоначальным видом моторных масел и их эксплуатационными свойствами, для чего используют следующие инструментальные аналитические методы: «микроскопические – оптическая микроскопия в различных вариантах (в том числе анализ в поляризованном свете), наблюдение люминесценции в ультрафиолетовых лучах, просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ); хроматография – газожидкостная (ГЖХ), тонкослойная (ТСХ); спектральные – спектроскопия в инфракрасной, ультрафиолетовой и видимой областях спектра, эмиссионный спектральный анализ (ЭСА), лазерный микроспектральный анализ (ЛМА), метод электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР)» [14].

Для решения вопроса о нефтехимической природе неизвестных веществ исследуется их групповой (структурно-групповой) состав, который характеризуется наличием конкретных классов углеводородов.

Установление родового и группового состава производят методами ТСХ, ГЖХ и инфракрасной микроскопии. Установление фракционного состава производят через определение состава индивидуальных углеводородов с помощью метода ГЖХ. Для определения элементного состава используют методы ЭСА, ЛМА и атомно-абсорбционный анализ (ААА). Кристаллическая микроструктура загустителей, используемых в пластичных смазках, определяется методом ПЭМ. В определенных случаях возникает задача обнаружения, и исследования НП в смеси с другими веществами. Для указанных целей используют оптическую микроскопию в поляризованном свете, а также метод ЭПР.

О полном и всестороннем исследовании моторных масел может свидетельствовать комплекс инструментальных методов исследования из существующего арсенала криминалистической экспертизы веществ, материалов и изделий.

Исследование формирования микроструктуры адсорбционного слоя в следах моторного масла на различных поверхностях возникла при выяснении наличия экспертных методик исследования пятен жидкостей, оставленных транспортными средствами на различных грунтах, при разных температурных режимах в результате повседневной эксплуатации или при ДТП.

Все агрегатные жидкости ТС получают в результате смешивания в определенных пропорциях базовых масел и различных присадок. Химический состав базового масла и присадок определяет назначение и режимы эксплуатации полученных жидкостей.

Большинство используемых присадок в составе моторных масел чувствительны к воде и кислороду воздуха, поэтому, попадая в «неблагоприятную» среду, многие агрегатные жидкости значительно меняют свои свойства химические и физические. И дальнейшей идентификации не подлежат. Это один из факторов, препятствующих получению экспертами ответов на ряд диагностических и идентификационных вопросов при производстве КЭВМИ.

Количества жидкости, потенциального вещественного доказательства, разлитой на грунт, как правило, небольшие. Выливаясь, жидкости контактируют с веществами окружающей среды, при этом происходит механическое смешивание и (или) вступают в химическое взаимодействие. Оба эти процесса затрудняют или вовсе препятствуют определению видовой и групповой принадлежности анализируемых жидкостей.

Химический состав моторных масел (нефтяных и синтетических) имеет одну природу с химическим составом асфальтов, соответственно, моторные масла могут растворять частицы асфальта дорожного покрытия. В этом случае можно было бы сравнивать образцы «чистого» асфальта и образцы асфальта с вытекшей из транспортного средства жидкости, но «чистоту» асфальта на месте происшествия никто не может гарантировать. Все отечественные общепринятые методики определения свойств масел [13] (следовательно, и их идентификация) предполагают первоначальную очистку

анализируемых образцов, что для следовых количеств, просто, невозможно выполнить.

При исследовании качества и критериев работоспособности моторных масел с помощью портативных лабораторий и устройств, по сути, при их идентификации, первоначально определяют их физические свойства, например, плотности и вязкости. Следующим этапом определяют содержание воды и щелочное число исследуемой жидкости, после этого формируется общее представление, базирующееся на установленных характеристиках, о виде моторного масла. Для данных исследований необходимо минимум 50 мл образца, такое количество интересующей жидкости из пятна на грунте на месте происшествия собрать невозможно [15]. И даже, если специалист сможет собрать необходимое количество жидкости для исследования данных свойств, необходимо иметь жидкость для сравнения. Использовать для сравнительной оценки данные, которые определены в ГОСТах или указаны в характеристиках моторного масла добросовестным производителем на этикетках, будет ошибочно. Все перечисленные свойства моторных масел зависят от температуры, влажности окружающей среды, условий эксплуатации и другие [8].

Анализ существующих подходов для предварительного исследования моторных масел дает возможность предположить, что одним из наиболее простых и информативных методов будет метод, который сможет приблизить нас к ответам диагностических и идентификационных экспертиз (или хотя бы указать путь поиска методов для исследования подобных следов), это метод бумажной хроматографии. Для проведения исследования данным методом необходимы бумажные беззольные фильтры и капля исследуемой жидкости. Анализуются характер распределения жидкости на фильтре, цвет пятна и т.п. Данный подход применяется в качестве метода предварительного исследования моторных масел экспертами, а также используется для установления контрафактных моторных масел, в частности, представителями фирмы «Шелл» для выявления поддельного товара. Для решения вопросов видовой и групповой принадлежности автомобильных жидкостей, можно применять анализ микроструктуры образцов жидкостей на беззольном фильтре с помощью метода оптической микроскопии. Для внедрения в экспертную практику дан-

ного подхода необходимо формировать базу образцов сравнения. Создание баз сравнения для экспертных исследований с целью идентификации автомобильных жидкостей, помимо того, что это трудозатратная по объему, времени и финансам процедура, данная работа усложняется еще тем, что кроме оригинальных жидкостей широко используются контрафактные. При этом состав оригинальных жидкостей каждый год меняется, начиная с присадок и заканчивая композицией базовых масел.

Так, метод «испытаний моторных масел на фильтровальной бумаге» или «метод капельной пробы» был разработан в 50-х годах прошлого столетия. Это один из самых старых методов, используемых для определения концентрации сажи в моторном масле, оценки диспергирующих свойств масла и обнаружения присутствия в масле охлаждающей жидкости, дизельного топлива и других загрязнителей. «Данный метод является очень простым и эффективным для быстрой оценки диспергирующих свойств масла и его загрязненности» [8, 16]. Особенности структуры границы колец внутри пятна, индивидуальность их микроструктуры является «отпечатком пальца» данного масла, отработанного в определенном двигателе. Упомянутый метод может быть применен в качестве предварительного исследования рабочих жидкостей автомобилей для дальнейшего установления групповой и индивидуальной идентификации. Кроме того, «метод капельной пробы» может дать информацию об особенностях работы двигателя разыскиваемого автомобиля или технических неполадках. Так, например, особенности сформированного пятна могут указать на утечку охлаждающей жидкости дизельном двигателе, фильтровальная бумага с каплей масла, помещенная под ультрафиолетовое излучение, покажет наличие топлива в моторном масле, что будет свидетельствовать о нарушении работы, по крайней мере, одного цилиндра [15].

Фундаментальные исследования физико-химических свойств нефтей и нефтепродуктов демонстрируют [6-7], что при высоком температурном градиенте из нефтепродуктов на границе раздела поверхностей выделяется твердая фаза, состав и микроструктура которой определяется видом и наличием добавок в данном нефтепродукте. Этот факт дает возможность предположить, что моторные масла на основе углеводородов,

будут иметь различную, индивидуальную для каждого состава, микроструктуру при попадании их на поверхности вне автомобильных агрегатов на месте происшествия.

В момент вытекания разогретых жидкостей из агрегатов транспортного средства на подстилающую поверхность обеспечивается условие высокого градиента температур, особенно это актуально в зимний период времени, в том числе в условиях Сибири. Авторами [15] проведено предварительное исследование взаимодействия капель минерального и синтетического моторных масел с полимерной поверхностью. Выбор полимерного материала в качестве контактирующей поверхности обусловлен широким применением полимеров во всех сферах нашей жизни. Так, например, на месте происшествия капли рабочих жидкостей автомобилей могут быть обнаружены на обломках бамперов и панелей разбитых авто. Формирование микрорисунка контактирующего слоя при одинаковых температурах поверхности и капель масла не наблюдается. При попадании капель масла (+30°C) на охлажденную до -15°C поверхность наблюдались небольшие изменения в формировании «микрорисунка» адсорбционного слоя моторного масла, для минерального и синтетического масел были отмечены отличия. Закономерен или случаен характер наблюдаемых отличий на полимерной поверхности подвергается проверке. Работы авторов [6] и других позволяют предположить, что исследования закономерностей формирования «микрорисунка» адсорбционного слоя моторного масла на металлической поверхности будет наиболее результативны.

Для исследований формирования «микрорисунка» моторных масел на металлической поверхности выбраны синтетические моторные масла трех разных производителей, широко применяемых для легковых транспортных средств в нашем регионе. Также, синтетические моторные масла являются самыми популярными и оптимальными при сезонных климатических температурных перепадах. Первоначально были исследованы возможности формирования микроструктуры адсорбционных слоев моторных масел при комнатной температуре на металлических поверхностях с помощью поляризационного микроскопа МИКРОМЕД ПОЛАР 1, микрофотографии получены при увеличении окулярами в 10 крат и планхроматическим объективом в 40 крат, видимое увеличение

в 400 крат. В качестве образцов синтетических моторных масел выбраны были масла фирм производителей «Субару», «Мобил» «Шелл», имеющие одинаковые эксплуатационные характеристики, являющиеся все-сезонными, для которых маркировка в системе SAE соответствует «5W-40».

В качестве металлических поверхностей выбраны отличающиеся по морфологии поверхности и химическому составу образцы (рис. 1).

Следует отметить особое распределение слоя моторного масла на металлической поверхности, которая определяется и особенностью поверхности металла, и особенностью химического состава самого моторного масла, особенную для каждого производителя (рис. 2). Представленный образец металла имеет собственный «микрорисунок» поверхности, на которой при выбранных условиях не наблюдается формирования особенных адсорбционных слоев капель моторных масел, но наблюдается для каждого образца масла особенности в заполнении микрорельефа поверхности.

Для оценки идентификационного периода следов синтетического моторного масла капли исследуемых образцов нанесенные на металлическую поверхность при начальном температурном режиме  $+25^{\circ}\text{C}$  были оставлены на период один месяц в закрытом контейнере в морозильной камере при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$ , имитируя условия зимнего периода. По пришествию указанного времени на поверхностях металла при визуальном осмотре видны края нанесенных капель масла. Изучение микрофотографий сформированных таким образом следов моторного масла получили следующие изображения на металлической поверхности (рис. 3).

Полученные результаты демонстрируют отсутствие формирования особенного «микрорисунка» в каплях моторного масла во всех образцах при продолжительном воздействии отрицательной температуры. Вид самих следов моторных масел исключает возможность идентификации каким-либо методом даже при хранении полученных следов в «стерильных» условиях без воздействия агрессивных факторов среды.

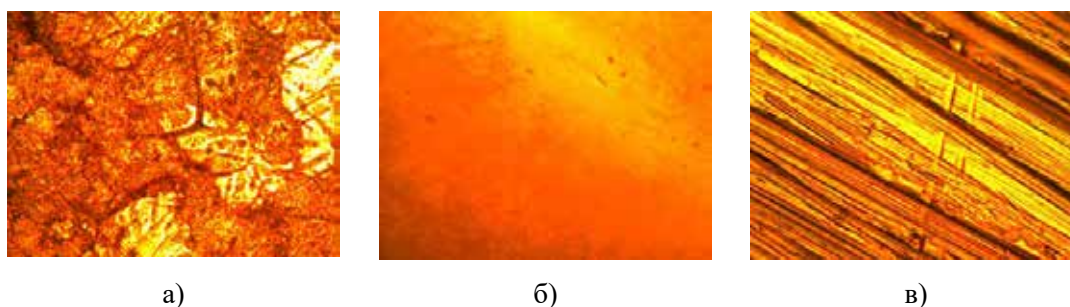


Рис. 1. Микрофотография металлической поверхности при отсутствии на ней следов моторного масла при увеличении в 400 раз: а) оцинкованная сталь; б) медицинская сталь; в) хромированная сталь

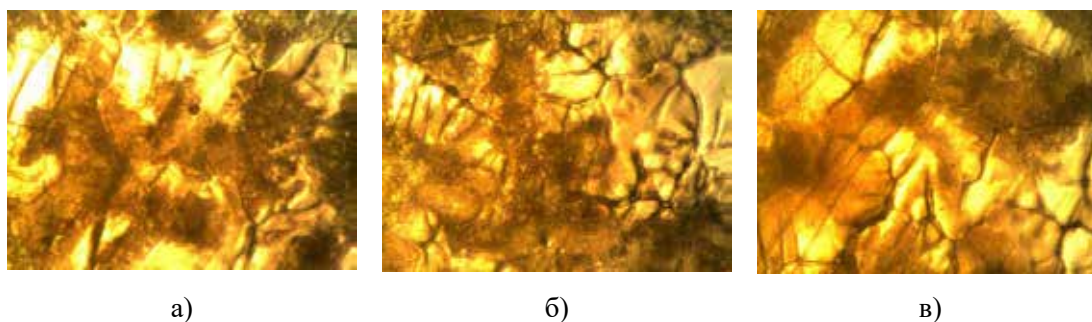
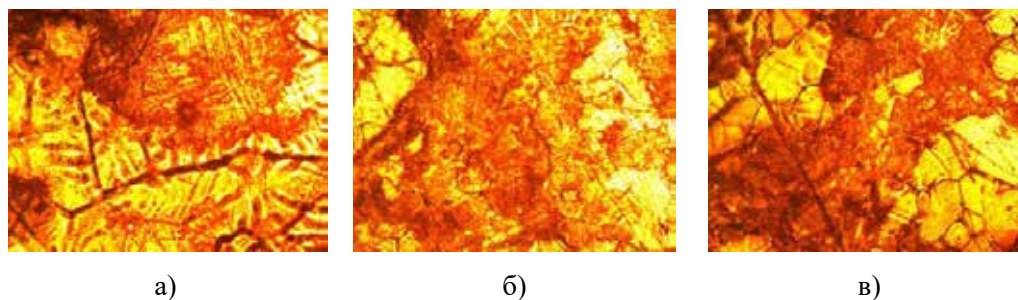
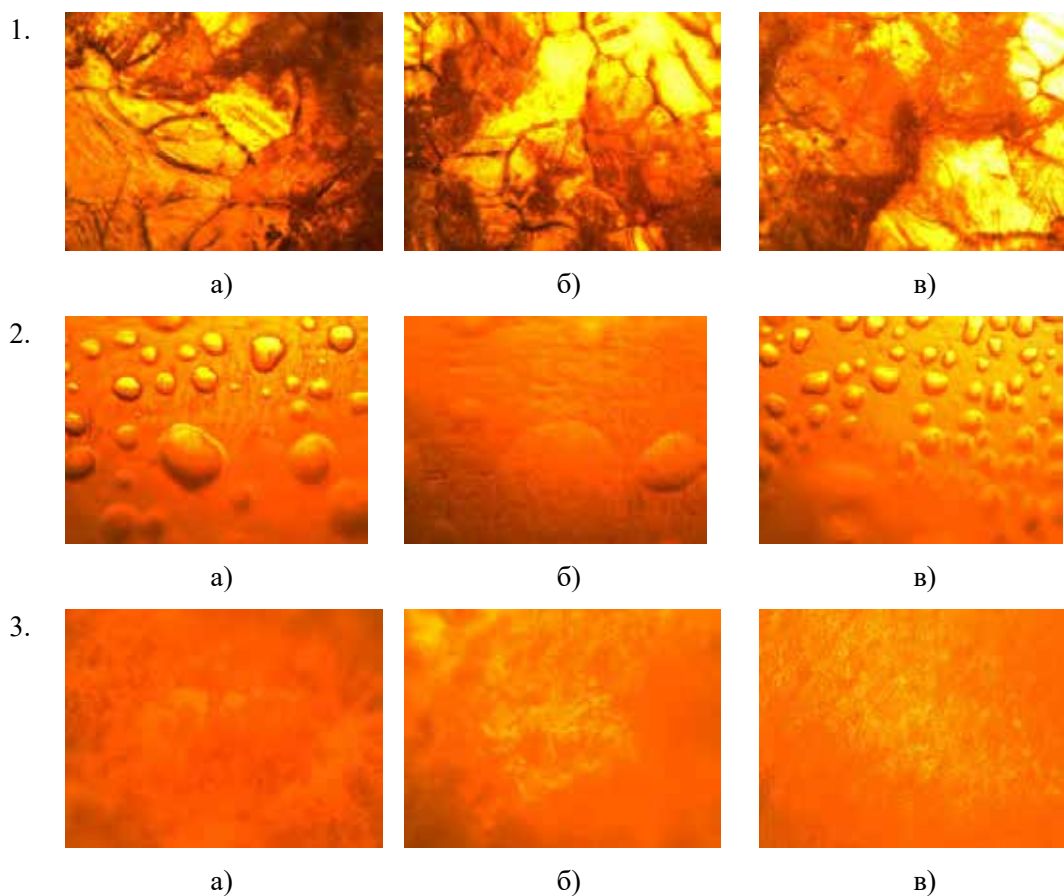


Рис. 2. Микрофотографии синтетического моторного масла на поверхности оцинкованной стали (температура поверхностей  $+25^{\circ}\text{C}$ ). Производители: а) «Субару»; б) «Мобил»; в) «Шелл» (увеличение в 400 раз)





*Рис. 3. Микрофотографии синтетического моторного масла на поверхности оцинкованной стали, температура поверхностей  $-15^{\circ}\text{C}$ . Производители: а) «Субару»; б) «Мобил»; в) «Шелл» (увеличение в 400 раз)*



*Рис. 4. Микрофотографии синтетического моторного масла на поверхности оцинкованной стали (1), медицинской стали (2), хромированной стали (3) (температура масла  $50^{\circ}\text{C}$ , поверхности  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Производители: а) «Субару»; б) «Мобил»; в) «Шелл». Ув.  $\times 400$*

Результаты моделирования расплескивания нагретого масла на металлические поверхности представлены на рисунке 4.

При температурном перепаде  $60^{\circ}\text{C}$ , моделирующие условия попадания нагретого синтетического моторного масла на металлические поверхности, наблюдается опре-

деленная структура микрорисунка в случае хромированной стали и масла «Шелл» (рис. 4.3). Наблюдаемый микрорисунок сформирован, вероятно, кристаллами воды, что подтверждается микрофотографиями моторных масел на гладкой поверхности медицинской стали (рис. 4.2).

Данный факт определяет еще один параметр, который необходимо учитывать при дальнейшем планировании исследований, это влажность.

### Заключение

Анализ основных характеристик горюче-смазочных материалов, в частности моторных масел, дает основание для выбора в качестве исследуемого свойства – микроструктура адсорбционного слоя моторного масла на границе раздела фаз. Специфичность данного признака обусловлена химическим составом моторных масел, соответственно особенностями физико-химических взаимодействиями с различными поверхностями и условиями формирования исследуемых следов.

Полученный эмпирический материал дает основание проведению дальнейших исследований для формулирования общих выводов о закономерностях в формировании адсорбционного слоя моторных масел на определенной поверхности, для чего требуется анализ более широкого ряда экспериментальных данных. Необходимо увеличить ряд исследуемых моторных масел по видам, маркам. Кроме того, представленные исследования позволяют ожидать, что эксперимент,

проведенный при соблюдении различных градиентов температур, в том числе, моделирующий формирования следов моторных масел на металлической поверхностях на месте происшествия, например, ДТП с распылением нагретого моторного масла из поврежденных агрегатов скрывшегося с места происшествия автомобиля, даст возможность исследовать закономерности формирования «микрорисунка» в каплях масла в зависимости от производителя даже на рассмотренном ряде фирм производителей. Далее необходимо в качестве контактной поверхности исследовать разные металлы и сплавы, а также полимерные поверхности с лакокрасочным покрытием. Только тогда данные исследования могут стать экспериментальной базой для групповой идентификации микроколичеств рабочих жидкостей транспортных средств, в том числе моторных масел, в экспертной деятельности. Данный этап является хорошим заделом для проведения научно-исследовательской работы, установления закономерностей формирования микроструктуры адсорбционного слоя моторных масел на различных поверхностях и для формирования идентификационной базы образцов следов микроструктуры адсорбционного слоя моторных масел.

### Библиографический список

1. Статистика. Сайт ГИБДД МВД России: официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: [www.gibdd.ru/stat/](http://www.gibdd.ru/stat/) (дата обращения: 20.01.2021).
2. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 01.07.2020 № 11-ФКЗ). Собрание законодательства Российской Федерации. 2020. № 31. Ст. 4398.
3. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (в редакции федерального закона от 26 июля 2019 г. № 224-ФЗ). Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 23. Ст. 2291.
4. Приказ МВД России от 29 июня 2005 г. № 511-ФЗ «Вопросы организации производства судебных экспертиз в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации» (в редакции от 27.06.2019) [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс»: справочно правовая система.
5. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. Ч. II / под ред. А.Ю. Семёнова; общая редакция канд. техн. наук В.В. Мартынова. М.: ЭКЦ МВД России, 2012. 800 с.
6. Бешагина Е.В., Юдина Н.В., Лоскутова Ю.В. Кристаллизация нефтяных парафинов в присутствии ПАВ // Нефтегазовое дело. 2007. № 2. С. 53-55.
7. Богомолов А.И., Абрютин Н.Н. Современные методы исследования нефтей. Л.: Недра, 1984. 431 с.
8. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Прохоренков В.Д., Курочкин И.М., Хренников А.О., Доровских Д.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 304 с.



9. Кайргалиев Д.В., Васильев Д.В., Гудзенко Ю.В., Беченков А.А. Особенности поиска, обнаружения, фиксации, изъятия, предварительного исследования и упаковки следов нефтепродуктов, горюче-смазочных материалов на месте происшествия *Фундаментальные исследования*. 2014. № 6 (2). С. 430-434.
10. Хрусталев В.Н. *Криминалистическое исследование веществ, материалов и изделий: учебник*. Иркутск: Типография «На Чехова», 2017. 444 с.
11. ГОСТ 17479.1-85. Масла моторные. Классификация и обозначение (с Изменениями № 1, 2, 3). Смазочные материалы, промышленные масла и родственные продукты. Технические условия: сб. ГОСТов. М.: Стандартинформ, 2006 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003561> (дата обращения: 20.12.2020).
12. ГОСТ 17479.1-2015. Масла моторные. Классификация и обозначение (Переиздание) Технические условия: сб. ГОСТов. М.: Стандартинформ, 2019 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128312> (дата обращения: 20.12.2020).
13. ГОСТ 10541-2020. Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей. Технические условия. Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 сентября 2020 г. № 133-П: дата введения 01.07.2021. М.: Стандартинформ, 2020 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2021. URL: <http://docs.cntd.ru/document/566422803/> (дата обращения: 15.01.2021).
14. Салимов А. А., Ибрагимов В. А. Схема экспертного исследования НП и ГСМ / Исследование этилированных бензинов методом хроматографии в тонких слоях // *Экспертная техника*. М., 1975. Вып. 47. URL: <https://www.freepapers.ru/94/vozmozhnosti-kriminalisticheskogo-issledovani> (дата обращения: 22.12.2020).
15. Бадзюк И.Л., Чепурных Н.К. Экспертные исследования микроструктуры следов горюче-смазочных материалов с целью идентификации транспортного средства скрывшегося с места происшествия // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2019. № 3. С. 109-111. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_40928351\\_59749886.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_40928351_59749886.pdf).
16. Метод определения концентрации сажи в моторном масле. URL: <http://www.zamena-masla-oilcity.ru/metod-opredeleniya-konzentratsii-sazhi-v-motornom-masle/> (дата обращения: 14.05.2020).