

УДК 665

**С.Н. Волгин**, д.т.н. (Россия)  
**В.Л. Лашхи**, д.т.н., проф. (Россия)  
**Н.Н. Гришин**, д.т.н., проф. (Россия)

## ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА ХИММОТОЛОГИИ

*Сформулированы главные задачи химмотологии. Рассмотрены основные технологии решения большинства из указанных задач.*

*Сформульовано основні завдання хіммотології. Розглянуто технології вирішення більшості з поставлених завдань.*

*In the articles formulated main tasks of chemmotology and main technologies of decision of majority are indicated from the put tasks.*

### Постановка проблемы

В 1964 г. К.К. Папок предложил выделить в качестве самостоятельной науки о свойствах и применении топлив и масел, базирующуюся на изучении их эксплуатационных свойств, на исследовании физико-химических процессов, происходящих в топливах и маслах при работе в двигателе и в условиях их хранения, транспортировки и перекачки. Эту науку как новую область профессиональной деятельности он назвал химмотологией.

Одновременно К.К. Папок определил главные задачи химмотологии:

- разработку оптимальных требований к качеству;
- создание новых марок горючего, смазочных материалов и специальных жидкостей (далее ГСМ), их классификацию и принципы унификации;
- разработку мероприятий по сохранению качества и снижению потерь ГСМ при применении;
- разработку квалификационных методов оценки эксплуатационных свойств, методов ускоренных эксплуатационных испытаний в технике и методов контроля качества ГСМ;
- изучение процессов изменения свойств ГСМ в двигателях и механизмах;
- обобщение опыта эксплуатации ГСМ и установление закономерностей, связывающих их качество с надежностью и экономичностью работы двигателей и механизмов;
- решение экологических задач, направленных на снижение загрязнения окружающей среды.

### Решение проблемы

Основы технологии решения большинства из указанных задач были отработаны еще при жизни К.К. Папок, что позволило ему в книге «Химмотология топлив и смазочных материалов», изданной посмертно в 1980 г. [1], дать определение химмотологии как науки, которая изучает топлива и смазочные материалы во взаимосвязи с их производством, техникой, для которой они предназначены, и условиями эксплуатации.

С учетом этой области деятельности и накопленной практики причинно-следственную связь при решении химмотологических задач можно интерпретировать в виде универсальной модифицированной четырехэтапной системы (рис. 1), из которой следует, что для получения максимального эффекта все проблемы в химмотологии должны решаться комплексно с учетом качества ГСМ, особенностей конструкции техники и специфики ее эксплуатации.

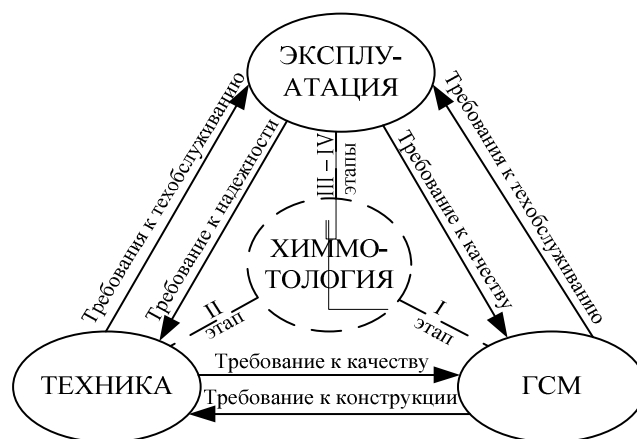


Рис. 1. Универсальная химмотологическая система:

- I этап – оценка качества и экологичности ГСМ;  
 II этап – оценка долговечности, безотказности и экологичности двигателя, агрегата, узла трения и т. д.;  
 III этап – оценка безопасности и сохраняемости техники;  
 IV этап – оценка ремонтпригодности, экономичности и экологичности ситуации

На современном этапе развития химмотологии ее главной задачей является установление устойчивых количественных связей между качеством ГСМ и надежностью техники, в которой они используются в форме оценки степени качества, необходимого для обеспечения требуемой надежности и заданных технических характеристик машин и механизмов путем регламентирования уровня эксплуатационных свойств ГСМ.

Решение главной задачи служит базой для анализа частных химмотологических задач, представляющих собой в той или иной мере ее производные, которые реализуются в виде оптимизационных вариантов.

Не делая каких-либо систематических научно обоснованных попыток решения главной задачи, невозможно продуктивно прорабатывать ни одну частную проблему. Для успешного решения задачи результаты оценки качества ГСМ должны носить не отвлеченный характер, а в том или ином виде давать возможность сопоставлять их с показателями надежности техники. Качество ГСМ должно проецироваться на изменение состояния машин и механизмов.

Выделение главной задачи химмотологии не является искусственной самоцелью, а служит руководством к действию, позволяя сконцентрировать усилия на выбранном направлении исследования. От этого зависит укрепление позиций химмотологии и ее значимость в ряду других прикладных наук аналогичного характера и направленности.

В общем случае ГСМ и сопряженные с ним объекты, находящиеся в неразрывной динамической взаимосвязи с другими элементами конструкции техники и условиями ее эксплуатации, следует рассматривать как химмотологическую систему, состоянием которой определяется результатами процессов, протекающих в ней под воздействием внешних и внутренних факторов, а ее поведение – реакцией на них. Такая постановка задачи дает возможность упорядочить исследования в области химмотологии, сконцентрировав основное внимание не столько на определении в отвлеченной форме уровня качества ГСМ, сколько на оценке степени его достаточности, для обеспечения заданной надежности техники.

Однако в ряде случаев по различным причинам химмотологические исследования строятся в рамках диаграммы «состав ГСМ – их свойства», что по сути относятся к технологическим, физико-химическим и другим областям знаний. Не ставя под сомнение их общую научную значимость, необходимо признать, что они позволяют решать только одну из частных задач в области химмотологии.

Таким образом, химмотология – это наука, изучающая вопросы эффективного использования ГСМ на основании углубленного исследования и анализа процессов, протекающих в них в условиях применения.

При этом важно, чтобы результаты анализа процессов носили не декларативный характер, а выражались количественными зависимостями, позволяющими прогнозировать поведение техники по состоянию качества ГСМ (реализация диаграммы «качество ГСМ – надежность техники»). В связи со сложностью состава ГСМ, в химмотологии, предусмотрена четырехэтапная система определения их качества, которая адекватно вписывается в химмотологическую систему, полностью отражая последнюю. Принятая система испытаний ГСМ на практике реализует принцип углубления исследования объектов, постепенно расширяя круг контролируемых показателей качества ГСМ и надежности техники.

Основной идеологический принцип К.К. Папок в методологии химмотологии заключался в перенесении в целях оперативности и экономии средств центра тяжести испытаний со II–IV этапов на I этап, в частности, на модельные установки.

В химмотологии используют преимущественно принципы физического моделирования как технических объектов, так и процессов, протекающих в химмотологических системах. Первые представляют собой модели отдельных узлов и деталей машин и механизмов, вторые – преимущественно модели доминирующих процессов, протекающих в ГСМ в период их работы, результаты которых оказывают непосредственное влияние на надежность техники.

К. К. Папок концентрировал свои усилия, в основном, на создании модельных установок с целью прогнозирования поведения, например, масел в одноцилиндровой установке и в полноразмерном двигателе (как в стендовых условиях, так и в условиях эксплуатации). Однако на сегодняшнем этапе развития химмотологии методология главным образом должна основываться на технике и учитывать проблемы, которые обусловлены особенностями ее конструкции и условиями эксплуатации. Это диктует необходимость отказа от использования малоинформативных методов и методик и концентрации внимания на внедрение в практику исследований в рамках базовой диаграммы «качество ГСМ – надежность техники» посредством моделирования доминирующих процессов, протекающих в ГСМ в условиях их применения.

Однако при моделировании объектов в качестве контрольного, как правило, выступает один и, в редких случаях, два показателя в то время как при моделировании процессов их число может достигать трех–четырёх, а иногда и более.

Существенное различие в количестве контролируемых показателей приводит к тому, что обработка результатов при моделировании объекта оказывается гораздо проще, чем при моделировании процесса.

В первом случае она, как правило, связана с констатацией факта. При этом надежность оценки в целом зависит от физической сути самого метода, т.е. от степени моделирования реальной системы.

Во втором случае при прочих равных условиях обработка результатов практически невозможна без предварительной для этих целей соответствующей научно обоснованной платформы, что позволит объективно сократить до разумных пределов число анализируемых переменных либо комплексированием контрольных показателей, либо выбором из них наиболее информативных. В последнем случае без полноценной теории продуктивно обработать полученные результаты не возможно, поэтому в химмотологии эксперименты проводят либо по первому варианту, либо по упрощенному второму, что в конечном итоге отрицательно сказывается как на конечном результате, так и на перспективах развития науки в целом.

Анализ состояния практически любой прикладной науки показывает, что наиболее «слабым звеном» в ней является полноценная теория. В связи с изложенным основная цель химмотологии в теоретическом плане заключается в представлении состояния качества ГСМ во времени в виде, удобном для различного рода количественных расчетов тех или иных эксплуатационных характеристик, прямо или косвенно связанных с надежностью техники. Одним из возможных путей формирования собственной теории является разумное использование теоретических положений сопредельных наук и их адаптация к решаемым химмотологическим проблемам.

В качестве примера использования базовых теоретических положений классических наук с их последующим развитием применительно к химмотологии можно рассматривать представление о ГСМ как о сложной коллоидной системе. В рамках коллоидно-химических представлений о строении ГСМ установлено, что их устойчивость определяется отношением потенциальной и кинетической энергий частиц системы. При этом избыточная кинетическая энергия может приводить к нарушению как ионных (гетеролитическая диссоциация), так и ковалентных (гомолитическая диссоциация) связей.

Любой переход системы (ГСМ) из одного состояния в другое, например, из молекулярного в мицеллярное или надмицеллярное приводит к изменению отдельных физико-химических показателей или термодинамических характеристик, обуславливающих изменение ее эксплуатационных свойств. В свою очередь, по анализу меняющихся физико-химических или термодинамических показателей гетерогенной системы можно прогнозировать вероятность структурно-фазовых переходов, в частности, переход из связно-дисперсного (гель) в свобододисперсное состояние (золь).

Из коллоидно-химических представлений о качественном и количественном уровнях следует, что образование осадков при окислении топлив происходит в результате взаимодействия активных и инактивных молекул с образованием мономеров, их ассоциации в твердую фазу, мицеллообразование с последующей коагуляцией и седиментацией продуктов реакции.

Базируясь на основных положениях коллоидной химии, образование осадков в топливах или их седиментационную и агрегативную устойчивость, определяющую надежность двигателя, описывают количественными зависимостями, анализ которых позволяет выявить научно обоснованные возможные пути снижения скорости образования дисперсной фазы.

С позиций коллоидной химии можно количественно описать развитие при различных температурах процесса окисления масла, результаты которого в общем виде интерпретируются S-образной кривой.

Так, в общем случае процесс образования отложений при низких температурах протекает вследствие взаимодействия с водой продуктов термолитического превращения масла, накапливаемых при работе двигателей внутреннего сгорания на высокотемпературном режиме.

В то же время с энергетической точки зрения шламообразование можно представить в виде процесса медленной коагуляции, описываемого соответствующими зависимостями.

Описание склонности масел к образованию отложений при высоких температурах высокотемпературных отложений, также можно проводить с учетом развития основных положений коллоидной химии.

Нагарообразование можно рассматривать как процесс быстрой коагуляции, протекающий в зависимости от условий с различной скоростью, влияющей на седиментационную устойчивость системы. Количество отложений в высокотемпературной области зависит от константы скорости коагуляции и фактора седиментационной устойчивости.

На основе анализа динамики первичных изменений структуры пластичных смазок предложена методология прогнозирования продолжительности эксплуатации пластичных смазок по критериям, характеризующим термодинамическое равновесие замкнутой системы. Результаты анализа изменения этих характеристик показывают, что в процессе старения смазки происходит необратимое уменьшение энергии взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой, обусловленное коагуляцией дисперсной фазы, что можно фиксировать на более ранней стадии, чем при исследовании других, например, реологических свойств.

Работоспособность узла трения в широком интервале скоростей, температур и нагрузок обратно пропорциональна скорости изменения состояния дисперсионной среды. При выборе загустителя важнейшим параметром, определяющим работоспособность узла трения, является время релаксации дисперсной фазы, характеризующее, в частности, способность восстанавливать упруго-пластичные характеристики пленки смазки на поверхности трения.

Указанными примерами не ограничивается развитие теории химмотологии, которая отрабатывается исходя из необходимости установления общих взаимосвязей и взаимозависимостей, позволяющих успешно решать конкретные практические задачи с наименьшими затратами и в оптимальном варианте.

Кроме того, помимо коллоидно-химических подходов к количественному описанию системы «качество ГСМ – надежность техники», используют и другие приемы, определяемые целью работы, особенностями постановки и проведения эксперимента. Это позволяет избежать интерпретации результатов преимущественно на качественном уровне и перейти к количественным зависимостям, связывающим качество ГСМ с показателями надежности техники.

В перспективе потребуются целенаправленное и последовательное проведение специально поставленных работ, спроецированных на объективную и надежную оценку эксплуатационных свойств ГСМ и их количественную интерпретацию. Повышение информативности показателей качества при научно обоснованной минимизации их числа позволит сформировать ряд критериев или любых других зависимостей, определяющих влияние качества нефтепродуктов на надежность техники.

В общем случае теория формирует знание основных принципов, которые с успехом должны возместить незнание отдельных фактов. Это применимо к прикладным наукам, для которых характерно обилие фактов, влияющих на поведение исследуемых систем.

Анализ опыта развития химмотологии, накопленного к настоящему времени, показывает, что ей присущи некоторые недостатки, для устранения которых необходимо формировать методологию, стремиться к соответствию проводимых исследований задачам химмотологии, популяризировать науку, при этом правильно использовать терминологию, заимствованную из сопредельных наук, и формировать собственную.

## Выводы

Факт выделения той или иной области профессиональных знаний в самостоятельную науку с исторической точки зрения является неординарным событием. Неоспоримая заслуга К.К. Папок состоит в том, что он заявил о новой науке, определив одновременно основные принципы ее построения и путь развития. Нам важно общими усилиями устранить имеющиеся недостатки и избежать серьезных просчетов, направляя свою деятельность на получение однозначно утвердительного ответа о научной значимости химмотологии [1-3].

## Литература

1. Папок К. К. Химмотология топлив и смазочных масел / науч. ред. А. Б. Виппер. – М.: Воениздат, 1980. – 192 с.
2. Теоретические основы химмотологии / под ред. А.А. Браткова. – М.: Химия, 1985. – 320 с.
3. Химмотология. Словарь. Понятия, термины, определения. – М.: Знание, 2005. – 304 с.