



АЛЕКСАНДР ФРОЛОВ,
разработчик и
генеральный директор
ООО «Ифотоп»



Функциональная химия для производства бензинов высокого экологического класса

Указом Президента Российской Федерации № 7 от 05.01.2016 года 2017 год объявлен годом экологии, и материалы статьи представлены с учетом этой важнейшей составляющей нашей жизни.

Известно, что влияние выхлопных газов на окружающую нас среду велико. Особенно данное влияние заметно в крупных городах и мегаполисах. Поэтому от качества бензинов и работающих на нем двигателей внутреннего сгорания зависит наше здоровье и здоровье будущих поколений.

История нашего продукта началась в 2002 году, когда мы искали актуальные рынки и продукты. У нас уже были успешные работы в области спецхимии для продукции двойного назначения, наше изобретение вошло в 100 лучших изобретений России. Однако объемы рынка были малы, и направление не имело коммерческого успеха из-за многих факторов. Одним из этих факторов являются невероятные трудности при внедрении инноваций в реальное производство. Кроме того, существует проблема, с которой сталкиваются большинство новых продуктов: невозможность обеспечения конкурентной цены без продаж, а продаж — без конкурентной цены.

Одним из перспективных направлений мы выбрали октаноповышающие присадки к бензинам. Данный сектор экономики развивался быстрее других, и на тот момент сложилась благоприятная ситуация:

- запрет применения ТЭС (тетраэтилсвинец);
- наиболее применяемыми стали металлоорганические вещества (ферроцен) и ММА (N-метил-анилин) — сразу отмечу не самые лучшие решения, однако на то время эти вещества решали проблему производства высокооктановых бензинов, правда, в ущерб качеству и безопасности;
- широкое развитие имело и производство МТБЭ (метил-трет-бутиловый эфир), однако его эффективность в вопросах повышения октанового числа была низкая;
- НПЗ только начинали свою модернизацию.

Тогда мы не могли серьезно изучать мировые тенденции, ситуацию в мире — это был серьезный бизнес, причем как легальный, так и не очень.

К идее пришли быстро, потому что одним из полупродуктов для производства нашего антиоксиданта (стабилизатора химической стойкости и антиоксиданта кормов для животных) IFO-6ET был пара-фенетидин (этиловый эфир анилина). Кроме этого, новочебоксарский «Химпром» прекращал производство базового сырья для нашего антиоксиданта IFO-6ET — сантохина (6-этокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина), что также ставило под большой вопрос коммерческий интерес в нашей разработке. Было крайне важно найти рынок применения пара-фенетидина, чтобы сохранить базовое сырье для IFO-6ET. У структуры пара-фенетидина были все шансы быть эффективной в вопросе повышения октанового числа, и она имела существенные отличия от существующих решений — пара-фенетид являлся простым смешанным эфиром, то есть содержал в своем составе как эфирную группу, так и ароматическую аминогруппу, что давало синергетический эффект. Помню свой восторг, когда первый же образец прямогонного бензина с пара-фенетидином (около 2,5 %) дал прирост в 26 единиц. Именно этот эксперимент и стал началом долгого и трудного пути по созданию нашей присадки NMPA (N-метил-пара-анизида).

Сразу стало ясно, что главным недостатком пара-фенетидина и пара-анизида (первичных ароматических аминов) была их плохая растворимость в углеводородах, и мы воспользовались известным подходом — синтезировали вторичный амин N-метил-пара-фенетидин и соответственно N-метил-пара-анизидин путем алкилирования по аминогруппе, получив просто отличные данные. Провели патентование в РФ и оформили заявку РСТ. Второй недостаток почти всех ароматических аминов — это цветность, и мы так же успешно справились с этой задачей, отметив дополнительные интересные свойства продукта. Но мы не успели с разработкой выйти на рынок.

Отсутствие российского сырья, а также наличие более дешёвых и доступных решений на российском рынке (ММА и ферроцен), не давало нам шанс на успешное развитие направления в сложившихся условиях.

Вернуться к активному развитию Проекта позволило решение правительств РФ и Таможенного союза о принятии технического регламента ТР ТС 013/2011 года «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту», где были прописаны экологические требования к бензинам и определен срок перехода на 5 класс. ТР ТС запрещал применение зольных (металлосодержащих) присадок и ММА. Мы решили, что Проект имеет коммерческие перспективы и активизировали работу по поиску инвестиций. Нам повезло, и наш проект был принят к развитию Евгением Ройтманом. С 2012 года мы продолжили работу над Проектом. В команду объединились профессионалы, способные решать полный цикл создания нового продукта — от идеи, разработки, синтеза и исследований до промышленного производства, сертификации и внедрения. Были проведены многочисленные исследования свойств вещества и технологий его получения.

В 2015 году наш Проект практически единогласно был поддержан экспертами фонда «Сколково», и мы получили грант на создание пилотной установки и разработки технологии промышленного производства присадки и её международной сертификации. Последовательно и успешно были отработаны все вопросы, связанные с производством и применением нашей присадки.

Возвращаясь к теме экологии, хотелось бы отметить, что в результате сертификационных исследований мы обнаружили ещё одно свойство присадки — значительное снижение токсичных веществ и продуктов неполного сгорания в составе выхлопных газов. Ниже приведены данные исследований бензина с присадкой NMPA на соответствие экологическому стандарту Евро-6. Испытания выполнены сертификационными центрами SGS Germany GmbH и SGS Czech Republic в соответствии с Европейским циклом NEDC.

Испытуемый автомобиль: Skoda Yeti 1,4 TSI 92kW

Режимы испытаний

- 1x измерение эмиссии при холодном пуске - цикл NEDC
- 2x измерение эмиссии при горячем пуске - цикл NEDC

	ЕВРО 6 нормы	95 СУПЕР + НМПА			95 СУПЕР		
		NEDC холодный	NEDC горячий 1	NEDC горячий 2	NEDC холодный	NEDC горячий 1	NEDC горячий 2
CO [г/км]	1,00	0,18	0,03	0,03	0,34	0,03	0,03
THC [г/км]	0,10	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
NOx [г/км]	0,06	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
CH4 [г/км]	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Результаты соответствуют экологическим требованиям Евро-6, и они лучше, чем результаты качественного европейского бензина.

Следует обратить внимание на результаты эмиссии при холодном цикле. Снижение выбросов CO практически в 2 раза и THC в 2,6 раза. Данные холодного цикла работы автомобиля демонстрируют более высокую полноту сгорания бензина, а следовательно, снижение общей нагрузки на катализатор автомобиля в виде CO, THC и CH4, что особенно актуально при работе автомобилей в режиме «Start-stop» system (Stop&Go), которые популярны в Европе. Учитывая, что катализатор, основной экологический элемент автомобиля, эффективен только при хорошем прогреве, полученные данные говорят в пользу бензинов с присадкой НМПА, так как снижают токсичные выбросы, в то время когда катализатор холодный. Кроме этого, уменьшение твердой фазы в составе газов снижает осмоление его активных центров катализатора.

Важными являются и данные о влиянии присадки на детали двигателя. Приведенные сравнительные исследования SGS на чистоту впускных клапанов по методике CEC F-05-93 также положительны.

Испытуемый двигатель: Mercedes Benz M102.982 100kW

Количественные отклонения в пределах погрешности метода



Визуально НМПА положительно влияет на двигатель



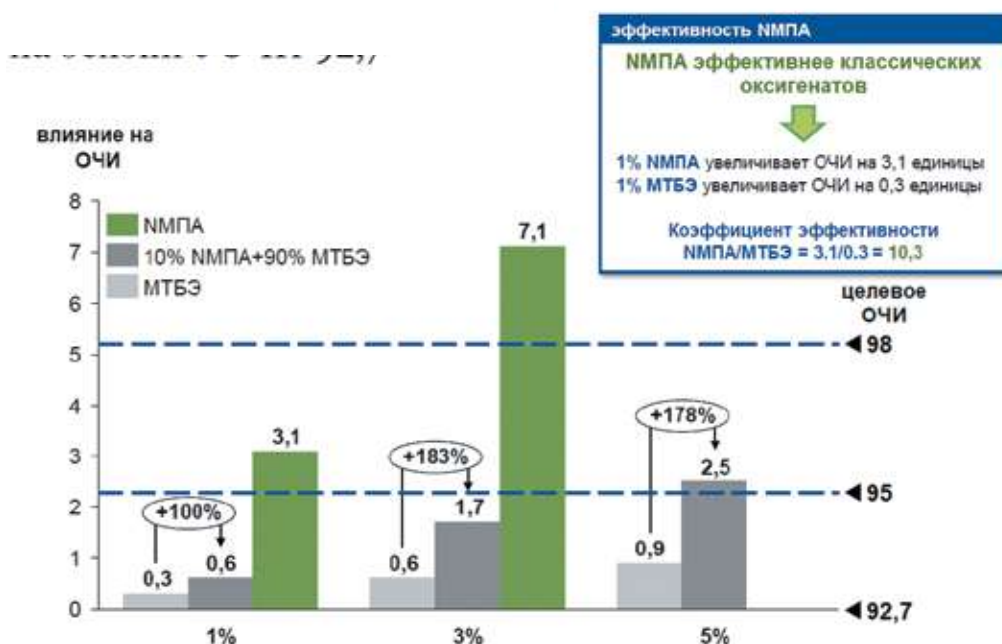
Необходимо учитывать, что исследования проводились в максимально рекомендованных концентрациях присадки — 1,3% масс. В более малых концентрациях НМПА оказывает моющий эффект и снижение абсолютного значения депозита на клапанах, кроме снижения разброса данных по цилиндрам (см. таблицу).

Влияние присадки на детонационные характеристики проводились на высокооктановом бензине АИ-92. Эффективность представлена в сравнении и сочетании с МТБЭ.

Данные демонстрируют очевидные преимущества от применения НМПА и комплексного применения НМПА с МТБЭ (см. диаграмму «Влияние НМПА и оксигенатов на бензин с ОЧИ 92,7»).

Широкому применению НМПА в РФ сегодня мешает общая проблема инновационной продукции — трудности в достижении конкурентной цены на первом этапе. Снижение себестоимости при размещении заказа на производство возможно только при наличии продаж. Цена на продукт в настоящее время, по соотношению цена/эффективность, приблизилась к МТБЭ, но этого явно недостаточно для того, чтобы потребитель принял решение в пользу НМПА. Одним из негативных факторов является зависимость присадки от курса доллара при его производстве за рубежом. Приведу пример из нашей практики. Ввиду отсутствия базового сырья в РФ, мы запустили пилотное производство в Китае последовательно на двух заводах, чтобы определить возможность его производства в про-

Влияние НМПА и оксигенатов на бензин с ОЧИ 92,7



мысленных масштабах, определиться с общими затратами, а также для проведения исследований, которые необходимо вести на промышленных, а не лабораторных образцах присадки. Знакомая многим ситуация 2015 года, когда зарубежная продукция моментально стала в два раза дороже для российского потребителя, явилась «приговором» для быстрой коммерциализации проекта.

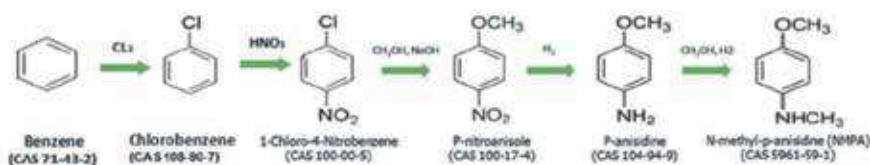
Сегодня, в результате работ над улучшением технологии производства, мы существенно снизили начальную себестоимость производства, решили практически все технические вопросы, однако внедрить продукт на предприятиях РФ пока не удастся. В вопросе инноваций показательна позиция крупных европейских производителей, которые быстро оценили перспективы присадки по двум критериям — экологический (снижение токсичности отработанных газов) и планомерный отказ от применения МТБЭ. Молекула сразу заинтересовала и своей многофункциональностью. Активную работу в этом направлении мы начали только в 2017 году, и уже две крупнейших европейских компании активно тестируют нашу присадку и получают позитивные результаты.

Не секрет, что в представлении российских автомобилистов слово «присадка» сильно дискредитировано. Представленными материалами нам хотелось бы преодолеть существующее мнение, которое сложилось в результате наличия в стране производителей суррогатных топлив, которые, для увеличения октанового числа вводят вещества, «убивающие» двигатель. Такая деятельность незаконна, но как известно, это большой сегмент рынка. Конечно, эти производители совершают преступление по отношению к природе и автомобилистам. В арсенале таких мини-НПЗ, как правило, дешёвые, высокотоксичные, нередко запрещенные вещества, такие как анилин и его гомологи, металлоорганические соединения и всякие отходы производства. Проверка подобных топлив зачастую ведется по минимальному критерию — октановое число.

Пока идет планомерная работа по промышленному внедрению присадки в производство бензинов на НПЗ, мы выпустили модификатор ИФО для розничного рынка. Данным продуктом мы тоже хотим привлечь внимание автомобилистов на заполонившие рынок «волшебные пузырьки с секретными составами», которые рекламируют как эффективные и безопасные. Производители не раскрывают составы этих пузырьков либо по причине использования запрещенных веществ, либо данная информация не совместима с декларациями о качестве и безопасности. Мы честно объявили состав, предоставляем все данные российских и международных исследовательских центров об эффективности и гарантируем безопасность применения.

В год экологии считаю уместным обратить внимание на данный сегмент рынка и проявить ответственность за экологическое настоящее и будущее, которое усугубляется наличием таких суррогатов.

Успех развития нашего проекта присадки в РФ мы связываем с необходимостью развития отечественного производства. Полупродукты, которые необходимы для локализации производства присадки, востребованы и имеют хороший рыночный потенциал.



Полупродукты получения NMPA являются базовыми при производстве

✓ ароматических изоцианатов	✓ арамидных волокон	✓ гербицидов/фунгицидов
✓ полиуретана	✓ красителей	✓ лекарственных препаратов
✓ эпоксидных смол	✓ антиоксидантов/ингибиторов	

Представленный производственный кластер имеет отечественную сырьевую базу. На каждом производственном переделе появляется продукт, имеющий спрос в РФ и мире. Одновременно он является полупродуктом для синтеза как товарного продукта, так и последующих веществ для средней и малой тоннажности.

Локализация производства NMPA обеспечит увеличение внутреннего потребления/производства бензола (Б), хлорбензолов (ХБ), дихлорбензола (ДХБ), нитрохлорбензола (НХБ) и других важных для страны полупродуктов для целого спектра многотоннажной продукции и малотоннажной химии.

Производственный кластер стимулирует развитие нефтегазохимии и требует:

- увеличения мощностей производства бензола (внутренний рынок бензола в РФ в настоящее время сбалансирован, но имеет большой потенциал);
- увеличения мощностей производства хлорбензолов (продукции двойного назначения, существующее малотоннажное производство нерентабельно);
- увеличения потребления метанола в более маргинальную продукцию (задача увеличения объемов переработки природного газа в продукцию массового потребления является актуальной задачей).

Цена, которая будет сформирована при массовом производстве, позволит быстро освоить многие рыночные сегменты, в которых NMPA имеет высокую эффективность (повышение октана, ингибитор коррозии, антиоксидант и др.), и обеспечит объем рынка NMPA выше 100 тыс. тонн в год. Себестоимость NMPA при полной локализации производства в РФ может составить около 130 руб/кг, что обеспечит востребованность NMPA на внутреннем и внешнем рынках.

В настоящее время мы делаем попытки инициировать создание данного химического кластера со специалистами Ростеха и ВПК, учитывая необходимость импортозамещения в обеспечении отечественным сырьем продукцией двойного назначения, среди которой высокомолекулярные волокна (например кевлар). Актуальны данные виды сырья для развития промышленности в востребованных сегментах рынка — например, изоцианаты (МДИ), которые внесены в программу Минпромторга по стратегическому развитию химической отрасли до 2030 года. Учитывая потребности в сырье для производства нашей присадки, производитель полупродуктов может снизить себестоимость за счет увеличения объемов производства и сокращения прочих расходов.

Наличие химического кластера даст импульс крупным предприятиям и, что особенно важно, — средним и мелким химическим компаниям/производствам, которые при его наличии могут обеспечить производство широкой номенклатуры малотоннажной продукции и создать дополнительные рабочие места. Это позволит им быть конкурентными на рынках. Производство таких продуктов, как ароматические изоцианаты, полиуретаны, фенолендиамины, арамидные волокна (кевлар, русар и др.), фунгициды, ингибиторы коррозии, субстанции лекарственных препаратов (акрихин, парацетамол и др.), красители, эпоксидные смолы, гидрохинон, пирока-техин, антиоксиданты и антиозонанты и множество другой функциональной химии, не имеет развития в РФ вследствие отсутствия данного химического сырья.

В завершение хотелось бы обратить внимание специалистов, которые отвечают за качество собственной продукции, на необходимость вашего содействия и поддержки в создании условий для системного развития малотоннажной функциональной химии в РФ. Без этого невозможно обеспечить качество и свойства конечной продукции (простой пример — трудно назвать моторное масло без пакета присадок качественным, а учитывая, что это зарубежные разработки и продукты, то и в полной мере отечественным) активнее рассматривать предложения российских разработчиков, производителей и создавать условия для внедрения.