

НПФ "МЕТА-ХРОМ"

25 ЛЕТ – ЭТО ТОЛЬКО НАЧАЛО



Рассказывают директор НПФ "Мета-хром" Владимир Авангардович Лапин и заместитель директора по науке Александр Викторович Астахов

Истории успеха всегда интересны. История НПФ "Мета-хром", одного из ведущих российских производителей газовых хроматографов (ГХ), интересна вдвойне. Она не просто о 25-летнем пути превращения небольшой компании-разработчика в серьезное промышленное предприятие. Это повесть о том, как в изначально неблагоприятных условиях, при соседстве сильного и также успешного конкурента, на рынке, где действуют практически все ведущие мировые вендоры, можно с нуля создать компанию и превратить ее в одного из лидеров отечественного аналитического приборостроения.

Бренд газовых хроматографов "Кристаллюкс-4000М" сегодня хорошо узнаваем. Приборы "Мета-хром" успешно эксплуатируются в лабораториях множества предприятий страны, среди них – "Нижнекамскнефтехим", "Салаватнефтеоргсинтез", "Татнефть", "Башнефть", "Химпром", "Каустик", "Сибур", "Тобольскнефтехим", "Северсталь", "Еврохим", "ГалоПолимер" и др. С недавних пор в компании развивается и новое направление – испытательное стендовое оборудование, в частности – пилотные установки для испытаний катализаторов.

За счет чего были достигнуты столь впечатляющие результаты? Чем живет компания "Мета-хром" спустя четверть века после своего рождения? Чтобы увидеть одно из ведущих отечественных производств хроматографического и испытательного оборудования и получить ответы на эти вопросы, мы приехали в Йошкар-Олу. Наши собеседники – создатели компании – директор Владимир Авангардович Лапин и заместитель директора по науке Александр Викторович Астахов.

НАЧАЛО

Производство хроматографического оборудования в Йошкар-Оле началось более 40 лет назад. В 1978 году в составе НПО "Биопрепарат" в Опытно-конструкторском бюро приборов контроля и автоматики Главного управления микробиологической промышленности при Совете министров СССР был организован отдел хроматографии. Вспоминает **А.В.Астахов**: "Учитывая специфику НПО "Био-

препарат" и микробиологической промышленности СССР в целом, ОКБ создавалось для решения оборонных задач, в т.ч. по контролю химического оружия. Был сформирован отдел по разработке аналитических приборов для контроля окружающей среды, который возглавил Вениамин Федорович Загайнов. Набрали специалистов – в основном молодых, полных энтузиазма, но совсем не погруженных в тематику. Тем не менее в короткие сроки был раз-

работан анализатор для определения состава газовых смесей при мониторинге воздушного бассейна, после чего отдел стал специализироваться на газовой хроматографии.

Надо сказать, до 1978 года слова "хроматография" мы вообще не слышали. Хорошо, что в стране были центры, занимавшиеся этой тематикой, – СКБ АН Эстонской ССР в Таллине, ВНИИХром и ВНИИБП в Москве, ОКБА в Дзержинске. Мы ездили к ним, знакомились с продукцией, старались перенять все лучшее. За основу взяли газовый хроматограф Varian 3700, который по лицензии выпускал московский завод "Хроматограф" как "Модель 3700". Первым нашим газовым хроматографом стал "Кристалл 1". Их даже выпустили штук 10, но это была просто тренировка. В дальнейшем для задач химической и биологической разведки был создан ГХ "Анализатор-110", а позднее, в 1985 году, – "ГЖХ-11-1000".

В конце 1980-х оборонные темы стали сворачиваться. Но мы успели перестроиться и на основе "ГЖХ-11-1000" за два года создали ГХ "Кристалл-2000". Прибор был знаковым. Представленный в 1988 году, он стал первым отечественным автоматизированным газовым хроматографом для гражданских задач. В хроматографе применялись микроконтроллер, электронное управление газовыми потоками, пятиканальный мультidetектор и автосемплер. Не случайно он был награжден золотой и серебряной медалями ВДНХ. Успешно пройдя государственные испытания, прибор серийно выпускался с 1989 года девять лет, причем не только на заводе ОКБ в Йошкар-Оле, но и на Ижевском электромеханическом заводе "Купол". Было изготовлено порядка 3 тыс. хроматографов "Кристалл-2000", их и сегодня еще можно встретить в некоторых лабораториях.

Последней разработкой нашего отдела ОКБ стал ГХ "Кристалл-3000". Он получился удачным и в 1992 году успешно прошел все приемочные испытания, но к тому

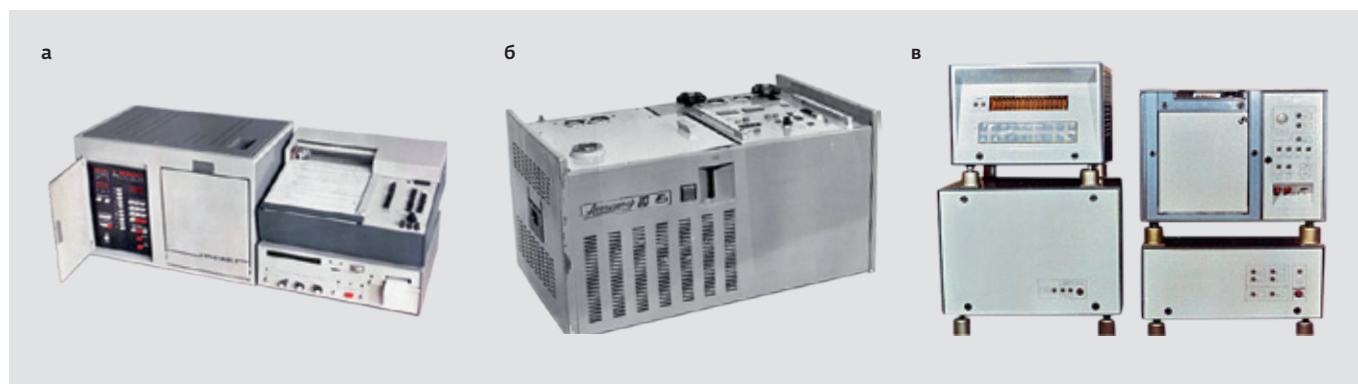
времени в стране произошли большие перемены. Сотрудники ОКБ оказались предоставленными сами себе. В 1991 году на основе нашего отдела была организована компания СКБ "Хроматэк". Сначала ее возглавил Александр Михайлович Шадрин, затем – Вениамин Федорович Загайнов. Какое-то время мы работали в СКБ "Хроматэк", но в 1994 году наши пути разошлись".

ДОМ БЫТА КАК БИЗНЕС-ИНКУБАТОР

"Мета-хром" организовали четыре ведущих специалиста бывшего отдела хроматографического приборостроения ОКБ приборов контроля и автоматики – Владимир Авангардович Лапин, главный конструктор, ставший директором новой компании, Александр Викторович Астахов, занявший позицию заместителя директора по науке, Евгений Михайлович Глазырин, ведущий программист, и Александр Михайлович Шадрин, ведущий разработчик электроники.

Вспоминает **В.А.Лапин**: "Наша история достаточно типична. Меня не устраивала политика руководства СКБ "Хроматэк", и я покинул это предприятие. Поначалу вообще думал уйти из отрасли – было чем заняться. Но мою позицию разделяли и другие ведущие специалисты. Мы решили – чем бросать эту тему, лучше создать свое дело. Ведь бывший завод при ОКБ продолжал работать, он только переименовался в ОАО "Биомашприбор". Но там не было сотрудников, способных заниматься разработками и технической поддержкой производства хроматографов. Мы договорились с руководством "Биомашприбор", что в рамках самостоятельной компании будем выполнять НИОКРы для завода, разрабатывать и поддерживать продукцию".

А.В.Астахов: "Фактически работа началась в 1994 году, в рамках компании "Мета", которой руководил А.М.Шадрин. О том периоде до сих пор напоминает первая часть названия нашего предприятия – "Мета-хром",



Первые газовые хроматографы ОКБ приборов контроля и автоматики НПО "Биопрепарат": а) "Кристалл 1"; б) "Анализатор-110"; в) "ГЖХ-11-1000"



ГХ "Кристалл-2000"



ГХ "Кристаллюкс-4000"

зарегистрированного годом позже. Поначалу обосновались в Доме быта – сегодня его назвали бы бизнес-центром. Там были мастерские разного профиля, магазины, даже ресторан, и можно было арендовать офис, обеспеченный всем необходимым. Мы располагались в небольшой комнате на третьем этаже. Полноценно заниматься разработкой хроматографов в ней было сложно, тем не менее, на энтузиазме в короткие сроки мы создали новый прибор – "Кристаллюкс-4000" и внедрили его в производство. По договору с заводом за разработку нам передавалась часть изготовленных приборов. Мы их продавали и на это жили. В 1998 году "Кристаллюкс-4000" мы демонстрировали на самой известной в мире выставке аналитического оборудования Pittcon в Новом Орлеане.

Так продолжалось до 2003 года, когда на "Биомашприборе" все начало разваливаться – сменилось руководство, практически прекратилась производственная деятельность. Но мы были к этому готовы. Еще в Доме быта мы

начали заниматься собственным производством. Купили станки, затащили их на 3-й этаж, точили уникальные детали, которые не могли изготовить на стороне. На территории бывших складов приобрели земельный участок и здания общей площадью около 10 000 м². Постепенно приводили их в порядок и оснащали технологическим оборудованием. Часть станков приобрели на "Биомашприборе", когда эта компания начала все распродавать. В 2005 году "Биомашприбор" как завод перестал существовать, но мы уже располагали собственным производством. Офис в Доме быта, который к тому времени занимал 300 м², остался в прошлом".

ХОЧЕШЬ СДЕЛАТЬ ХОРОШО – СДЕЛАЙ САМ

Сегодня "Мета-хром" – это полномасштабное промышленное предприятие, поддерживающее все необходимые технологические операции – от металлообработки до порошковой окраски, от монтажа печатных плат до изготовления транспортной тары, от подготовки сор-



а) Заготовительный участок; б) участок мехобработки. Ручные станки используются для задач НИОКР; в) автоматические обрабатывающие центры с ЧПУ. Один оператор управляет двумя такими центрами



Установки электроэрозионной обработки

бентов до изготовления необходимых шильдов и фальшпанелей с лазерной маркировкой. Но это – сегодня. А 15 лет назад все только начиналось.

А.В.Астахов: "Поначалу мы позиционировались как организация, занятая разработками оборудования и его внедрением. Не хотели обременять себя производственными мощностями. В Йошкар-Оле с советских времен развито машиностроение, теоретически приборостроительная компания здесь может работать, полагаясь на аутсорсинг. Однако вскоре поняли, что без своего производства не обойтись. Оно создавалось постепенно, в течение нескольких лет. Вначале большинство деталей заказывали на стороне. Но по мере оснащения технологическим оборудованием доля внешних заказов сокращалась. Теперь 80–90% всех операций мы выполняем самостоятельно. Изготавливаем все – от детекторов и регуляторов расхода газов до тарной упаковки".

В.А.Лапин: "Сегодня на предприятии организован полный производственный цикл. По сути, единственная

технологическая операция, которую не можем выполнить сами, – нанесение гальванических покрытий. Но мы в основном имеем дело с нержавеющей сталью. Гальваника используется только при покрытии никелем латунных деталей, прежде всего – мембран регуляторов расхода газа, для придания им химической стойкости. К счастью, в Йошкар-Оле гальванические участки действуют на нескольких предприятиях, и никто не отказывается от сторонних заказов.

Аналитическое приборостроение не может похвастаться очень большими объемами. Тем не менее мы производим наши приборы – хроматографы, генераторы газов и т.п. – именно как серийную продукцию. Скажем, ежемесячно мы выпускаем порядка 30 газовых хроматографов. Несмотря на то что каждый из них создается под конкретную задачу, с различной конфигурацией, на 80% они одинаковы. Фактически мы изготавливаем базовые заготовки – модули термостатов, регуляторы расхода газа, регуляторы давления, испарители, краны-доза-



Установка лазерной резки



Листогибочный пресс. Изготовление деталей корпусов



Сборка корпусов

торы, детекторы и т.п. – и отгружаем их на внутренний склад. После согласования спецификации с заказчиком хроматограф собирают из уже готовых узлов и покупных комплектующих. Этому в немалой степени способствует удобная модульная конструкция прибора.

Подчеркну, требования к некоторым узлам хроматографов настолько специфичны, что даже типовые, казалось бы, элементы приходится изготавливать самостоятельно либо существенно дорабатывать. Например, даже электродвигатель вентилятора термостата мы делаем сами. Используем трехфазный асинхронный двигатель, в котором устанавливаем новые бесшумные высокотемпературные подшипники, охлаждающую крыльчатку, в роторе запрессован новый вал. Только в этом случае электродвигатель будет эффек-

тивно работать при температурах в термостате порядка 450°C. Крыльчатку вентилятора термостата также нигде не закажешь – она должна выдерживать высокие температуры и вращаться достаточно быстро, особенно в режиме охлаждения. Собственно, так поступают практически все производители хроматографов – купить подобные узлы невозможно.

Самые тонкие изделия – регуляторы расхода газа и давления. Мы не просто их собираем, но изготавливаем все необходимые компоненты – электронные модули, систему регулирования, клапаны, датчики расхода (до 1000 мл/мин), исполнительный механизм. Это весьма прецизионное устройство. Достаточно сказать, что общий ход регулирующего органа (мембраны) в исполнительном механизме составляет 15 мкм. Элек-



Разварка вольфрам-рениевых спиралей для датчиков по теплопроводности

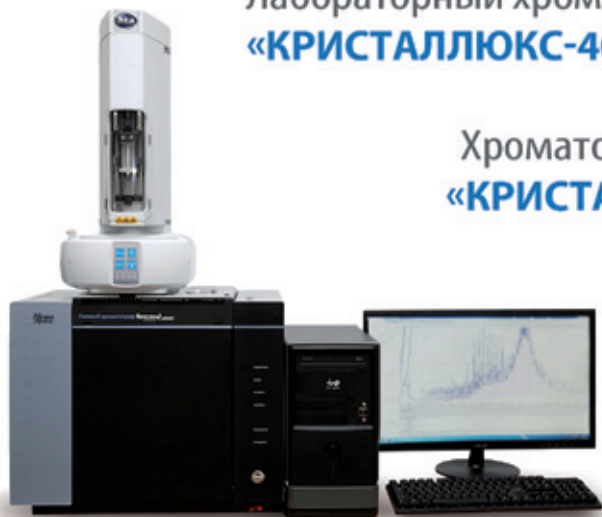


Лазерная сварка

НПФ «МЕТА-ХРОМ»

ГАЗОВЫЕ ХРОМАТОГРАФЫ

Лабораторный хроматограф
«КРИСТАЛЛЮКС-4000М»



Хромато-масс-спектрометр
«КРИСТАЛЛЮКС-4000М»/
«МАЭСТРО-αМС»



Промышленный хроматограф
«ПЕТРОХРОМ-4000»



ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ХРОМАТОГРАФОВ НПФ «МЕТА-ХРОМ»

Высокая чувствительность
и точность измерений
Полная автоматизация
Адаптация под любые задачи заказчика
Надежность и простота эксплуатации

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Нефтегазодобыча и переработка
Химическая промышленность
Энергетика
Экология
Медицина
Сельское хозяйство
Пищевая промышленность
Криминалистика

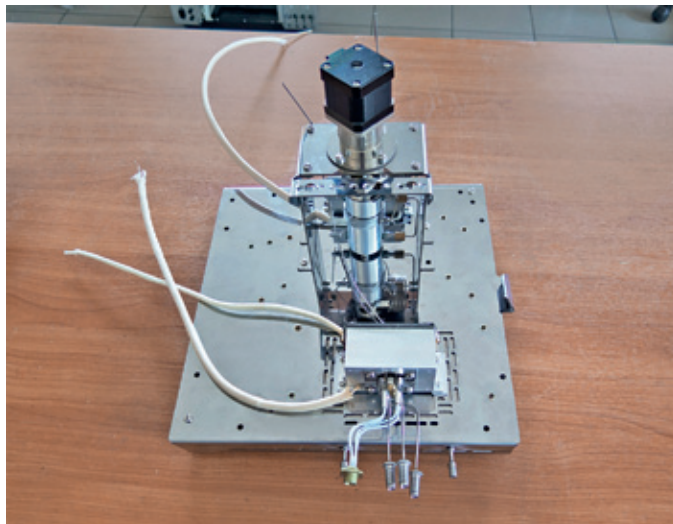
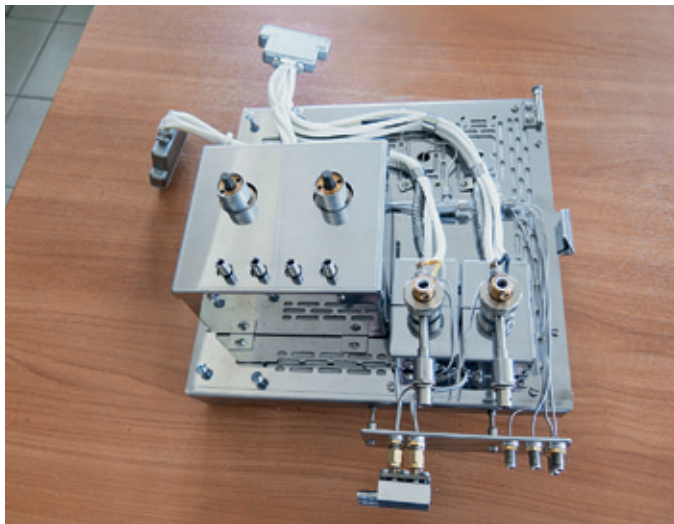


ООО «НПФ «Мета-Хром»

424000, Россия, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Баумана, 100

www.meta-chrom.ru

(8362) 42-49-97, 73-45-24, 42-22-66
m_chrom@mari-el.ru



Модули в сборе с детекторами и испарителями (нагреваемая зона)

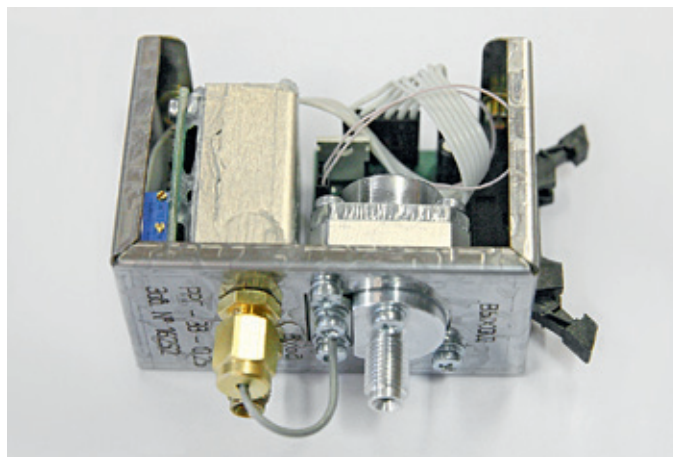
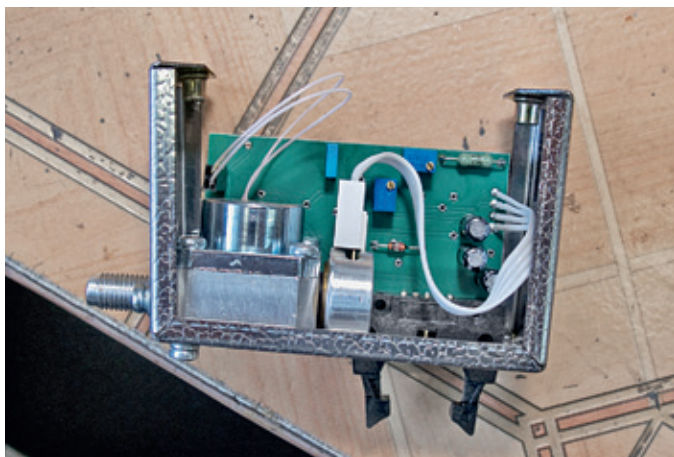
тронный регулятор давления аналогичен регулятору расхода, только вместо датчика расхода используется датчик давления.

Как видите, в серийных изделиях нам необходимо сочетать высокую повторяемость и точность обработки. Поэтому, если поначалу мы приобретали станки с ручным управлением, то вскоре потребовалось высокопроизводительное автоматическое оборудование с ЧПУ – системы лазерной резки, токарно-фрезеральные центры, установки электроэрозионной обработки. Тем самым мы обеспечиваем повторяемость, в значительной мере исключая возможность человеческой ошибки. Что немаловажно, у нас один оператор обслуживает два обрабатывающих центра с ЧПУ. Даже листогибочный пресс для изготовления деталей корпусов – полуавтоматический, оператор просто подает заготовки, не имея возможности что-то сделать не так.

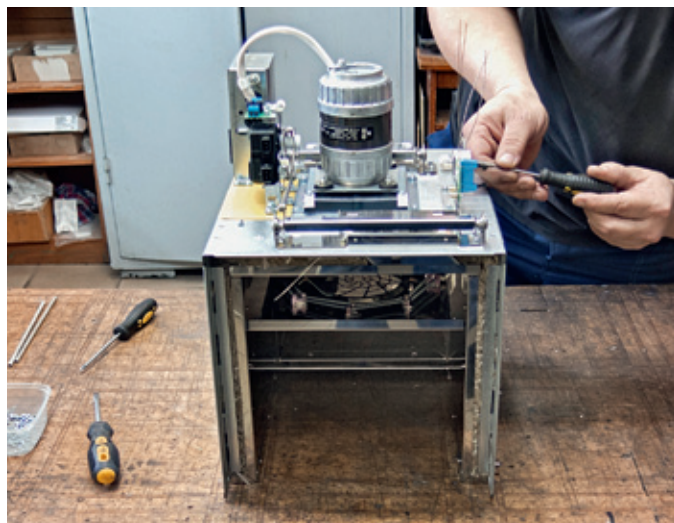
На предприятии освоены практически все виды сварок – в среде аргона, CO₂, варим нержавейку, алюминий, никель, титан. Широко применяем лазерную сварку. Есть и специальная установка для наваривания двойных вольфрам-рениевых спиралей на коваровые стержни в детекторах по теплопроводности. Мы сами монтируем электронные модули. Для этого используются автоматический установщик SMD-компонентов и конвекционная печь для пайки оплавлением. Есть отдельный участок для выводного монтажа, сборки электрических кабелей.

Таким образом, мы выполняем все операции, вплоть до порошковой окраски, лазерной маркировки, изготовления фальшпанелей и шильдов.

Сегодня производственные мощности предприятия существенно превышают реальную потребность, что говорит как о большом потенциале, так и о гарантии выполнения обязательств перед заказчиками. Зная



Сборка регулятора давления и расхода газа



Монтаж модуля термостата. Двигатель вентилятора также изготавливает НПФ "Мета-хром"

потребности рынка, мы работаем в равномерном цикле, но при необходимости можем резко увеличить объемы выпуска. Кроме того, резерв мощностей позволяет заниматься заказными работами, выполнять НИОКРы, создавать уникальное оборудование".

А.В.Астахов: "Мы не только решаем свои задачи, но и охотно беремся за сторонние заказы. Как правило, к нам обращаются коллеги из смежных областей. Для них мы изготавливаем, например, фильтры из нержавеющей стали, корпуса для приборов и др. Но были даже заказы на специализированную сантехнику для РЖД. В целом к нам обращаются со всего Среднего Поволжья".

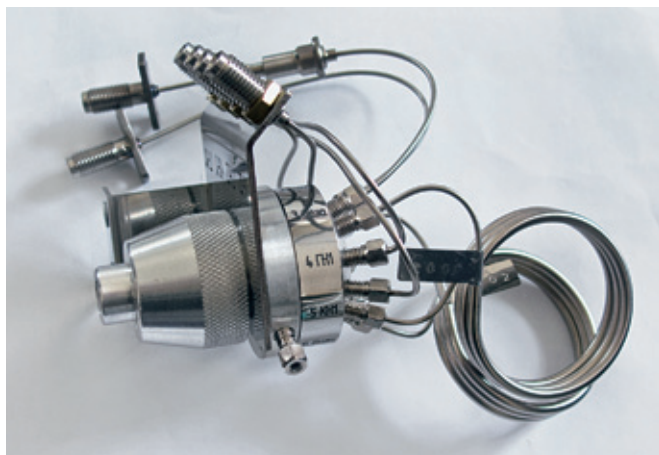
Важнейшая задача любого производства – обеспечить качество продукции. Как оно решается в НПФ "Мета-хром"?

В.А.Лапин: "На предприятии действует ОТК. Вся комплектация проходит входной контроль. Детали перед

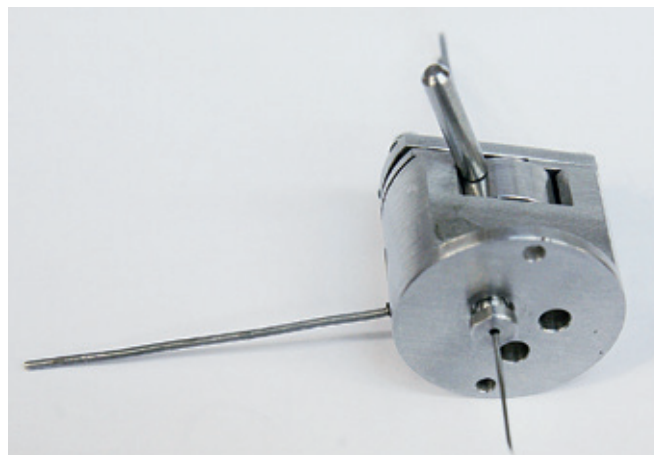
сборкой тоже проверяются ОТК. Однако, поскольку вся серийная продукция производится на станках с ЧПУ, повторяемость гарантирована. Поэтому достаточно выборочно проконтролировать одну деталь из партии.

Но что самое важное – когда все делаешь сам, работает известный лозунг "Совесть – лучший контролер". Наши работники понимают: что-то сделал плохо – все потеряли в зарплате. Сотрудников у нас немного, сразу видно, кто напортачил, поэтому проблем с качеством работы не возникает".

А.В.Астахов: "Сегодня, по крайней мере в нашем сегменте рынка, практически сошла на нет тенденция, когда хроматографы покупали как некий конструктор. Наши потребители – это крупные заводы, им нужен прибор, который будет решать конкретную задачу сразу после получения. Поэтому монтаж и сборка прибора из заранее подготовленных узлов начинаются только после



10-ходовой кран с дозирующей петлей



Кран-дозатор сжиженных газов

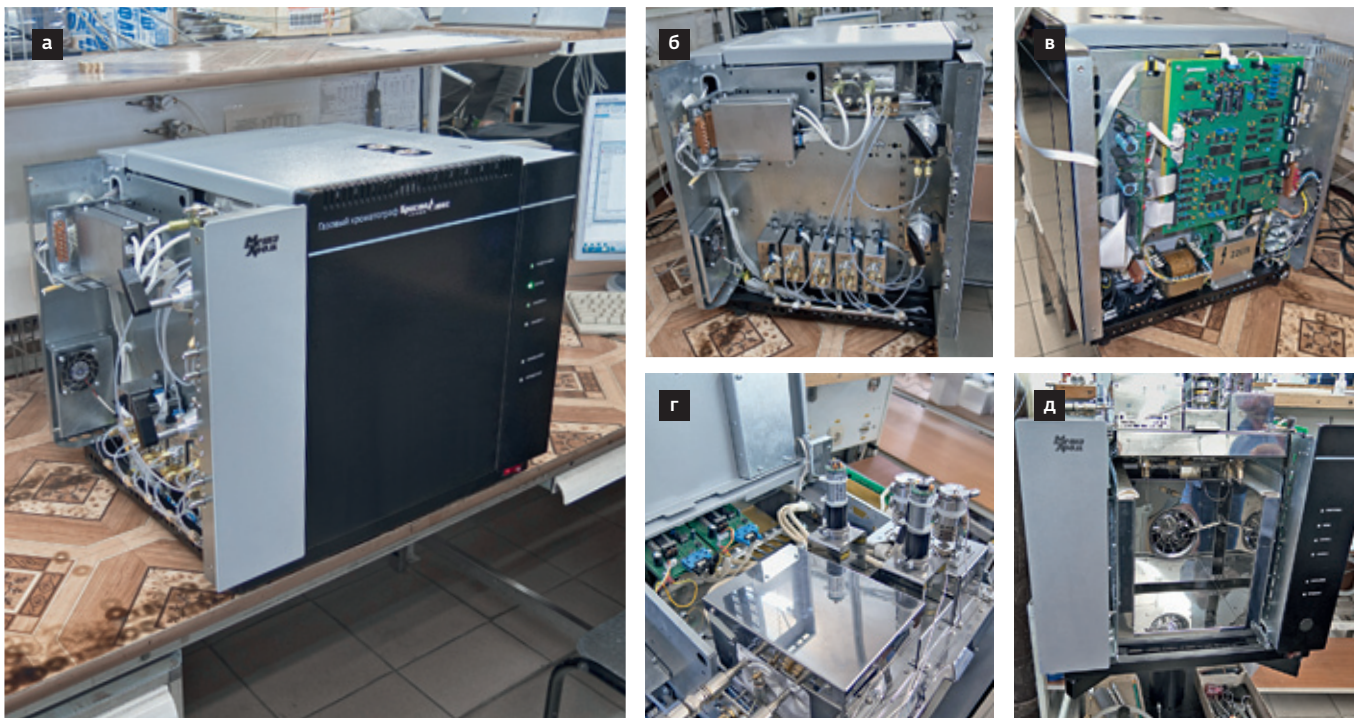


Лаборатория. Здесь происходят финальная сборка, калибровка, проверка и ремонт выпускаемой продукции

согласования спецификации. Настройка, отладка и проверка газовых хроматографов выполняются в лаборатории хроматографии. Она укомплектована всем необходимым, на каждое рабочее место подаются азот, гелий, аргон, водород, чистый воздух. В ходе проверки имитируются именно те задачи, для решения которых предназначена конкретный прибор. В этой же лаборатории проводятся техобслуживание, ремонт и модернизация оборудования. И только после всесторонних проверок изделия покидают завод".

**ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ:
РАЗВИТИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ**

В 2003 году, к 100-летию юбилею открытия хроматографии М.С.Цветом, НПФ "Мета-хром" представила новую модель хроматографа "Кристаллюкс-4000М". Несмотря на схожесть названия с предшественником ("Кристаллюкс-4000"), хроматограф стал качественно иным. Претерпели изменения и программное обеспечение, и конструкция, включая регуляторы расхода газов – слабое место предыдущей модели. Пределы детектирования в новом



ГХ "Кристаллюкс-4000М" (а). Конструкция модульная. Слева от термостата колонок размещаются регуляторы расхода газов и датчики давления (б), справа – блок управляющей электроники (в). Над термостатом располагается обогреваемый модуль с детекторами (он же формирует верхнюю крышку термостата колонок), испарителями и кранами (г). Каждый может быть оснащен своим термостатом, всего в верхней зоне можно разместить до 9 термостатов. Верхний модуль откидывается в сервисное положение – удобно монтировать и заменять колонки (д)

приборе были существенно улучшены, для некоторых типов детекторов – на порядок. Линейка хроматографов "Кристаллюкс-4000М" выпускается до сих пор, что отнюдь не свидетельствует об отсутствии технического прогресса. За прошедшие годы прибор приобрел множество опций автоматизации, усовершенствовано программное обеспечение, прибор укомплектован новыми сервисными устройствами для ввода и подготовки проб. Немало внимания уделили внешнему дизайну – его разработала "Студия Артемия Лебедева". Сегодня в серию газовых хроматографов "Кристаллюкс-4000М" входит более 30 основных моделей.

На базе "Кристаллюкс-4000М" создана модульная система ГХ-МС, укомплектованная масс-спектрометром "Маэстро-аМС" российской компании "Интерлаб". Такие комплексы уже успешно поставляются заказчикам. Они хорошо зарекомендовали себя при разработке ряда новых методов анализа, в частности – для оценки параметров биодизельного топлива по заказу научного центра из Тбилиси. Ведутся работы по созданию единого управляющего программного обеспечения для хроматографа и масс-спектрометра. Постоянно разрабатываются новые методики хроматографического анализа.

НПФ "Мета-хром" освоила и промышленный хроматограф. Вспоминает **А.В.Астахов**: "В 2010 компания "Росшельф", дочернее предприятие АО "Газпром", намеревалась производить промышленные газовые хроматографы под своей торговой маркой. Нам предложили разработать такой прибор. В результате появился "Петрохром-4000" – автоматический хроматограф поточного типа для анализа природного газа. Однако в то время эпоха импортозамещения еще не наступила, в "Газпроме" косо смотрели на отечественную разработку, предпочитая приобретать зарубежное оборудование, проект для "Росшельфа" не состоялся, но сегодня этот прибор мы производим и поставляем сами".

В 2021 году "Мета-хром" планирует приступить к серийному выпуску газовых хроматографов серии "Кристаллюкс-6000". Приборы нового поколения отличаются от предшественников полностью цифровым управлением. Каждый блок имеет свой управляющий микроконтроллер, подключенный к общей цифровой шине, что обеспечивает максимальную гибкость архитектуры. Число таких блоков – детекторов, регуляторов расхода и т.п. на практике ограничено только размерами корпуса прибора. Поэтому с началом выпуска "Кристаллюкс-6000" пользователи получат еще большую свободу в выборе конфигурации хроматографа.

В.А.Лапин: "Газовый хроматограф практически всегда имеет уникальную конфигурацию. У хроматографов одной модели только база общая – термостат колонок и формирователь газовых потоков, но в остальном они могут кар-



Система ГХ/МС в составе ГХ "Кристаллюкс-4000М" и масс-спектрометра "Маэстро-аМС" компании "Интерлаб". Используется автосемплер компании НТА

динально отличаться. Поэтому принципиально важна простота конфигурирования прибора под задачи конкретного заказчика. Это и снижение сроков поставки, и удешевление изделия. В "Кристаллюкс-6000" достаточно установить все необходимые элементы – детекторы, регуляторы расхода, вентили и т.п. – после чего система настраивается на программном уровне, быстро и максимально просто.

Более того, упрощаются полная диагностика и настройки прибора, даже в дистанционном режиме. В "Кристаллюкс-4000М" функции удаленной диагностики также реализованы, но они имеют естественные для аналогового управления ограничения. В цифровой же системе можно удаленно получить исчерпывающую информацию о работе каждого узла, при необходимости изменить настройки. В случае неисправности вышедший из строя блок легко идентифицировать и заменить. В результате значительно упрощаются техническое обслуживание и ремонт, сокращается время простоев оборудования из-за технических неисправностей, уменьшаются затраты пользователей.

В новом хроматографе улучшились и метрологические характеристики. Ведь особенность цифровой системы – высокая помехозащищенность. Цифровые

тракты передачи данных не вносят дополнительных искажений в транслируемую информацию. Они практически не подвержены влиянию температуры, неизбежных электрических помех и т.п.

Сегодня резко изменились требования к лабораторному оборудованию в направлении ИТ-технологий. Учитывая это, в "Кристаллюкс-6000" мы существенно расширили возможности интеграции с различными автоматизированными системами управления и мониторинга. Такая интеграция может преследовать разные цели – от контроля из головного офиса за работой оборудования в региональных лабораториях до автоматического мониторинга состояния окружающей среды или технологических процессов в географически удаленных точках".

Помимо собственно газовых хроматографов, "Мета-хром" выпускает широкий спектр дополнительного оборудования – генераторы газов, фильтры каталитической очистки, воздушные компрессоры, устройства ввода проб, сервисные устройства и т.п. В частности, компания производит линейку генераторов чистого водорода с многоступенчатой системой очистки. В линейку входят модели производительностью от 7 до 75 л/ч. Один генератор может обслуживать несколько хроматографов, позволяя полностью отказаться от баллонов со сжатым водородом.

Производятся и генераторы чистого воздуха (ГЧВ), очищающие воздух от примесей углеводородов и водяных паров. В приборе используются два попеременно подключаемых фильтра осушки воздуха: пока один работает, другой автоматически регенерируется. Это обеспечивает непрерывный режим работы ГЧВ. Такие генераторы эффективны для питания чистым воздухом газоанализаторов и пламенно-ионизационных детекторов хроматографов.

НПФ "Мета-хром" производит две модификации каталитических газовых фильтров – для очистки азота от кислорода и для удаления органических примесей из воздуха. Фильтр азота можно использовать и для очистки от кислорода других газов, в том числе водорода, аргона, гелия. Есть и совмещенная модель для очистки и азота, и воздуха.

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ КОМПАНИИ – РАЗРАБОТКА СЛОЖНОЙ ПРОДУКЦИИ

Сегодня НПФ "Мета-хром" занимает устойчивое положение как изготовитель газовых хроматографов и сопутствующего оборудования. Однако "Мета-хром" – это не только серийный завод. Что выделяет компанию среди других производителей?

В.А.Лапин: "Исторически мы немало времени затратили на создание научно-технического задела. Мы же начинали

именно с разработки, и до сих пор остаемся компанией-разработчиком. Достаточно сказать, что в общем объеме прибыли поступления от серийной продукции и от выполнения заказных НИОКР примерно равны.

Если говорить про хроматографию, сегодня мы в основном специализируемся на сложных модификациях приборов. По специальным заказам, за которые мало кто берется. Конечно, мы выпускаем и более простые, "стандартные" решения, но их доля в общем объеме ощутимо ниже, чем у других производителей. В этом специфика НПФ "Мета-хром".

Как результат, именно наши решения используются на всех трех российских космодромах. Там нужны очень специфические, очень непростые приборы. Прежде всего они служат для анализа топлив, технологических жидкостей и газов – всего, чем заполняется космический аппарат – на наличие примесей, в т.ч. растворенных газов. В условиях открытого пространства такие примеси могут привести к очень нежелательным последствиям. Тот же кислород в гелии просто замерзает, что чревато серьезными отказами. Задач много, но мы разработали аналитические комплексы для их решения. Они успешно эксплуатируются на космодромах Байконур и Восточный. Сейчас работаем над оснащением космодрома Плесецк. Причем мы создаем новый, более совершенный измерительный комплекс. Он охватывает все – горючее, окислитель, технологические газы и т.д. Это яркая, наукоемкая задача. Но далеко не единственная.

Пример из другой области – анализ трансформаторного масла на наличие растворенных газов. Хорошо известно, что минеральное масло в высоковольтных трансформаторах – это не только электрический изолятор и охлаждающая жидкость, но и диагностическая среда. В случае возникновения локальных дуговых разрядов, искрений из масла выделяется водород. По его концентрации судят о техническом состоянии трансформатора, прежде всего – изоляции его обмоток. Для более точной диагностики анализируют содержание в масле других газов. Эти подходы хорошо известны. Однако сейчас мы работаем над созданием принципиально нового, прорывного метода на основе анализа содержания спиртов в трансформаторном масле. Он позволяет оценить степень повреждения бумажной изоляции – при ее термическом разложении в масло выделяются метанол и этанол. Их количество пропорционально времени жизни трансформатора и резко возрастает при интенсивном разрушении изоляции, но концентрация остается очень низкой. Нам совместно с АО "Техническая инспекция ЕЭС" удалось найти стабильный и точный метод определения количества этих спиртов. Разработана и аппаратно реализована методика, ведутся государственные испытания. И сам метод, и соответствующее устройство запатентованы.

Достоверность нашего метода уже продемонстрирована на практике. В Москве, Саратове, Ярославле из трансформаторов отбирались пробы масла, мы их анализировали на содержание спиртов. Анализ одной из проб в Саратове показал, что трансформатор находится в плачевном состоянии, нужен срочный ремонт. Однако эксплуатирующая организация не поверила, тем более, что анализ на растворенные газы говорил, что оборудование вполне исправно. К сожалению, через месяц трансформатор сгорел. В Москве же, напротив, выявленный по нашему анализу трансформатор разобрали – и действительно, состояние его оказалось критическим, аварию удалось предотвратить.

Другой проект в области энергетики также связан с контролем состояния маслозаполненных замыкателей в трансформаторных подстанциях. Цель – создать аналитический комплекс для удаленной диагностики. В рамках этой работы мы выполнили НИР и завершаем ОКР”.

НЕ ХРОМАТОГРАФИЕЙ ЕДИНОЙ. ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Помимо собственно хроматографии, НПФ "Мета-хром" успешно занимается созданием измерительного оборудования, лабораторных и пилотных испытательных комплексов.

А.В.Астахов: "По мере развития компании мы начали искать новые области приложения знаний. Рынок газовых хроматографов в России был достаточно нестабильным, поэтому задумались о диверсификации. Разработали измерительные системы для анализа порохов. Первым стал измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) "Вулкан-2005М" для испытания порохов и взрывчатых веществ. Прибор в автоматическом режиме измеряет давление газов в замкнутой реакционной камере в изотермическом режиме. Этим комплексом оснащены едва ли не все пороховые заводы в России, а также некоторые предприятия в ближнем и дальнем зарубежье, включая Кубу, Индию, КНР.

За "Вулканом" последовал ИВК "Гейзер-2А". Он также предназначен для анализа динамических характеристик и энергетической эффективности порохов и взрывчатых веществ. Возможно определение их химической стойкости по задержке времени воспламенения. Измерения в реакторе выполняются как в изотермическом режиме, так и в режиме программирования температуры.

Однако важнейшими направлениями диверсификации стали разработка и производство лабораторных и пилотных установок для нефтехимии, в основном – для изучения и моделирования каталитических процессов. Здесь мы – ведущий в стране разработчик. И что самое главное, в этой области у нас нет такой конкуренции, как в газовой хроматографии”.



Система для анализа трансформаторного масла на содержание спиртов

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПИЛОТНЫЕ РЕАКТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

В.А.Лапин: "Почему мы решили развиваться в направлении лабораторных и пилотных установок? С одной стороны, один из важнейших элементов практически всех этих комплексов – хроматографические анализаторы, причем автоматические. А здесь наши компетенции достаточно велики. У нас весьма квалифицированный штат конструкторов, которые могут быстро разработать установку под требования заказчика. Наконец, мы располагаем достаточно мощным и гибким производством, позволяющим быстро воплощать самые разнообразные конструкции. Так что мы обладаем всей совокупностью необходимых знаний и технологических возможностей.

С другой стороны, сегодня на государственном уровне все больше внимания уделяется повышению эффективности переработки углеводородного сырья. Эти задачи решаются в первую очередь путем совершенствования каталитических процессов. В том числе – за счет внедрения новых катализаторов и совершенствования уже используемых. Для отработки новых технологий требуется специальное оборудование – лабораторные и пилотные реакторные установки.

Лабораторные установки применяются на стадии НИОКР. Они необходимы учебным и научным учреждениям, где ни одно серьезное исследование не может обойтись без экспериментальной части. За рубежом такие установки принято собирать как конструктор из отдельных доступных на рынке узлов – реакторов, нагревателей и т.п. В России стоимость подобных модулей зачастую просто неподъемна для исследователей. Кроме того, у любого нормального ученого всегда свое собственное представление о том, как должна выглядеть экспериментальная установка. И как показывает опыт, в большинстве случаев оно не вписывается в ряд



Пилотная установка тестирования каталитической активности готовится к отгрузке заказчику. Она предназначена для исследований и испытаний каталитической активности железнокалиевых катализаторов в реакции дегидрирования этилбензола

стандартных решений. Тут появляется наше преимущество – мы можем изготовить установку по индивидуальному заказу, что называется, исполним любой каприз. Причем с полным пониманием процессов, для которых она создается.

Пилотные установки – это мини-завод, они позволяют смоделировать весь технологический процесс, подобрать параметры, прежде чем внедрять его в полномасштабное производство. Если эту стадию игнорировать, цена ошибки может быть очень велика. Например, в промышленности широко используются каталитические процессы. Но катализатор – это как кот в мешке. Он может работать хорошо, посредственно или плохо, может сохранять каталитические свойства месяцами или утратить их через несколько дней. На больших предприятиях одна загрузка содержит несколько тонн катализатора стоимостью в десятки миллионов рублей, не считая затрат из-за вынужденной приостановки производства. Поэтому катализаторы обязательно тестируют, что бы ни было написано в сопроводительной документации. Соответственно, фактически на каждом перерабатывающем заводе необходима собственная испытательная база. Именно эту потребность мы и стремимся удовлетворить.

Например, мы уже изготовили ряд установок для работы с катализаторами в неподвижном слое. В частности, это такие процессы, как гидрирование или гидроочистка, дегидрирование, алкилирование и др. Так, для Казанского государственного технологического университета создали пилотную установку для моделирования процесса дегидрирования этилбензола при производстве стирола – задача оказалась очень непростой.

Большой работы потребовало и создание систем для испытаний микросферических алюмохромовых катализаторов дегидрирования изоамиленов (КДИ-М) в кипящем слое. Такие катализаторы используются в процессе дегидрирования изобутана в изобутилене в производстве изопренового каучука. Сейчас эта установка успешно эксплуатируется компанией "Нижнекамскнефтехим".

Однако практически все упомянутые установки изготавливались в единичных экземплярах. Серии же выпускать выгоднее. Поэтому мы начали разрабатывать и сертифицировать установки для типовых испытаний в соответствии с действующей нормативной базой. Например, разработаны установки для определения стойкости микросферических катализаторов при истирании согласно методике ASTM D 5757-11. В процессе испытания образец катализатора обдувается воздушной струей, частицы трутся друг о друга и о стенки камеры, а затем измеряется массовая доля образовавшейся пыли.

Несколько реализованных проектов были связаны с пилотными установками для переработки природного газа. Интерес к этой области обусловлен развитием зеленой энергетики. Ведь просто сжигать природный газ, как и нефть, расточительно. Это ценное сырье для создания многих полезных продуктов.

Еще одно новое и перспективное направление – экологические исследования. Мы создали установку для изучения процесса пиролиза пластиковых отходов. Побочные продукты пиролиза – горючие газы, в том числе метан и водород. Исследованиями в данной области стали заниматься разные ведомства, в том числе военные. Так, одна из установок заказана Балтийским государственным техническим университетом "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф.Устинова.

Однако самое перспективное направление, которое мы видим сегодня, – разработка установок для исследования свойств катализаторов, применяющихся в технологии каталитического крекинга".

САМЫЙ СЛОЖНЫЙ ОКР В ИСТОРИИ КОМПАНИИ

Энергетическая стратегия России на период до 2035 года предусматривает повышение эффективности нефтепереработки за счет применения передовых технологий. В частности, предполагается рост глубины переработки нефти

НПФ «МЕТА-ХРОМ»

ЛАБОРАТОРНЫЕ РЕАКТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка

ТЕРМОКОНТАКТНОГО КРЕКИНГА

С ПОДВИЖНЫМ ТВЁРДЫМ ТЕПЛОСИТЕЛЕМ

НАЗНАЧЕНИЕ

Моделирование процесса термоконтантного крекинга тяжёлых нефтяных остатков для задач нефтехимических производств.

ФРАКЦИИ

Мазут тяжёлых нефтей, гудрон и полугудрон, асфальт, пек, тяжёлый газойль, природный битум, деасфальтизация высоковязких нефтей и др.

ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НПФ «МЕТА-ХРОМ»

Установка гидроочистки с неподвижным слоем катализатора.

Установка алкилирования бензола.

Установка дегидрирования изобутана в кипящем слое.

Установка селективного гидрирования.

Установка определения стойкости микросферических катализаторов к истиранию.

Установка циклического пропиленового пропаривания.



ООО «НПФ «Мета-хром»

424000, Россия, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Баумана, 100

www.meta-chrom.ru

(8362) 42-49-97, 73-45-24, 42-22-66
m_chrom@mari-el.ru



Установка для определения стойкости микросферических катализаторов при истирании согласно методике ASTM D 5757-11

с 72 до 90% с производством моторных топлив высших экологических классов, а также повышение выхода светлых нефтепродуктов с 58 до 73–74%. Во многом реализация Стратегии зависит от развития технологий каталитического крекинга. Одна из важнейших технологий в данной области – каталитический крекинг в псевдооживленном слое катализатора (FCC – Fluid Catalytic Cracking). НПФ "Мета-хром" разрабатывает комплект оборудования для исследования свойств катализаторов, применяющихся в процессе FCC.

В.А.Лапин: "Метод FCC эффективен для переработки вакуумного газойля, т.е. тяжелых углеводородных фракций с высокой температурой кипения, которые образуются после прямой перегонки сырой нефти при давлении 0,09–0,15 кПа. При каталитическом крекинге из вакуумного газойля получают бензин, олефиновые газы и другие ценные продукты. Однако исходное сырье – нефть – всегда разное, особенно по составу тяжелых фракций. Поэтому не существует ни универсального катализатора, ни единого режима FCC. Их

каждый раз приходится подбирать, для чего необходимо соответствующее пилотное оборудование. Однако в России такое оборудование не производят. Более того, до недавнего времени экспериментальные установки для технологий FCC выпускались только компанией Kayser Technology (США).

Поэтому мы сами разработали установки тестирования микроактивности и селективности катализаторов (ACE – Advanced Cracking Evaluation). Они позволяют подбирать оптимальные катализаторы и режимы крекинга, а также проверять пригодность катализаторов для переработки различных типов сырья. Надо сказать, данный проект – наиболее сложный и наукоемкий за всю историю компании. Конечно, существенно помог опыт создания установок для испытаний катализаторов КДИ-М, но очень многое делалось с нуля.

Для проведения анализа на селективность в реактор ACE помещается катализатор, он разогревается потоком азота, затем в кипящий катализатор подается сырье – вакуумный газойль. Очень важно, что установка позволяет одновременно загружать до шести образцов катализаторов и моделировать разные времена их контакта с сырьем в реакторе. Можно использовать навески разных катализаторов – так подбирается оптимальный для данного сырья. Либо образцы одного катализатора испытывать в различных режимах крекинга или во взаимодействии с разным сырьем. Степени конверсии и селективность катализаторов анализируют на основе исследований жидких и газообразных продуктов реакции методом газовой хроматографии. Выход кокса определяется путем его сжигания и измерения объема выделившегося CO_2 . Что немаловажно, подобная установка радикально сокращает время экспериментов – до 6 минут на один образец и до 40 минут на весь цикл исследований. Альтернативные методы требуют экспериментальной проверки катализаторов в течение нескольких часов. Мы планируем представить действующую установку ACE в начале 2021 года.

Потребность в оборудовании для исследования свойств катализаторов крекинга по технологии FCC на российском рынке носит далеко не единичный характер. Американские коллеги выпускали порядка 20 установок ACE в год. Причем по ценам порядка 1 млн долл. за единицу. Наши предложения в разы дешевле. Неудивительно, что у нас уже есть запросы на системы ACE, поэтому можно говорить о возможности ее серийного выпуска.

Однако мы стремимся решить более глобальную задачу – создать полный комплект пилотного оборудования для испытаний катализаторов для процессов FCC. Он должен включать не только установку ACE, но и оборудование для определения стойкости катализаторов при истирании. Кроме того, катализаторы необходимо готовить к работе (активировать), испытывать на старение. Для этого используют метод циклической пропиленовой пропарки. Он заклю-

чается в имитации циклов реакции-регенерации катализатора в установках каталитического крекинга. Управляя температурой и временем реакции, в лабораторных условиях можно изучать процессы подготовки катализатора и изменение его параметров (старения). Также можно получать образцы равновесных катализаторов для их дальнейшего исследования, например, методом АСЕ. Поэтому наша следующая задача – создание установки циклической пропиленовой пропарки.

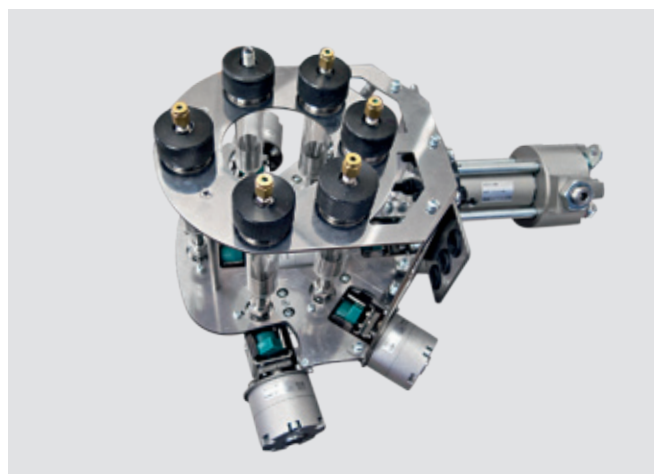
Также мы планируем разработать установку для определения так называемого СО-индекса активности катализатора по окислению СО до СО₂ в процессе FCC. Этот параметр важен при регенерации катализатора – если окисление будет недостаточно быстрым, возможно возгорание смеси СО и воздуха, что приведет к повреждению оборудования и порче катализатора. СО-индекс определяется путем пропускания смеси СО и воздуха через псевдооживленный слой катализатора с анализом содержания СО₂ в отходящих газах.

В России подобным оборудованием располагает только НОЦ при Пермском национальном исследовательском политехническом университете. Но услуги этого центра недешевы, а испытания катализаторов надо проводить часто, причем непосредственно на перерабатывающих предприятиях.

У нас уже есть заказчики на подобные комплекты. Один из них, Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов (ИСХЗК), – крупнейшее отечественное предприятие по производству синтетических цеолитов и адсорбентов. На данном предприятии в рамках первой части контракта уже эксплуатируются три установки для определения стойкости катализаторов при истирании по стандарту ASTM D 5757-II. На очереди – внедрение установок АСЕ. На установки АСЕ есть заявки от "Газпрома". К комплекту оборудования для FCC проявляет интерес "Роснефть", но ее специалисты ждут результатов внедрения в Ишимбае. У этой корпорации множество нефтеперерабатывающих предприятий, от Дальнего Востока до европейской части страны. Так что перспективы внушают оптимизм".

КРАТКИЕ ИТОГИ

Что показал визит в НПФ "Мета-хром"? Первое, что приятно впечатлило, – производственные мощности. Современные, автоматизированные, с большим запасом производительности. После знакомства с ними вопросы о надежности, повторяемости характеристик оборудования отпадают сами собой. Остается только восхищаться мудростью руководителей компании, которые инвестировали очень немалые средства в создание столь мощного производственного комплекса. А значит – в качество выпускаемой продукции.



Автоматический 6-портовый дозатор – один из наиболее ответственных узлов пилотной установки АСЕ

Не менее интересна и бизнес-стратегия предприятия. Пожалуй, самая верная ее характеристика – сбалансированность. У НПФ "Мета-хром" три основных источника средств – в равных долях серийная продукция (хроматография и сопутствующее оборудование) и выполнение НИОКР (к ним относится и создание пилотных реакторных установок), а также сервисные услуги, составляющие порядка 20% в общей структуре доходов. Такой подход гарантирует надежность компании, ее меньшую зависимость от неизбежных флуктуаций рынка.

Очень важно, что предприятие не только не утратило, но и развивает свои изначальные компетенции в области разработок новой продукции. Совершенствуются производимые модели оборудования, появляются новые. В планах руководства – целенаправленное освоение рынков зарубежных стран, для этого есть все необходимые предпосылки.

Еще одна важная составляющая успеха – штат предприятия. Приятно видеть компанию, в которой сочетаются опыт и молодость. Среди 150 сотрудников "Мета-хром" – и специалисты, разрабатывавшие хроматографы еще в советские времена, и молодежь, с интересом перенимающая их опыт. Основной "поставщик" молодых кадров – Поволжский государственный технологический университет. Перспективы долгосрочного развития компаний, работающих в наукоемких отраслях, во многом определяются тем, насколько успешно им удастся привлечь в штат молодых талантливых специалистов. Удачное сочетание молодости и опыта – верный знак того, что 25-летний юбилей обозначает только пролог в истории успеха НПФ "Мета-хром".

Материал подготовили Д.Ю.Гудилин и И.В.Шахнович