

OIL & GAS MAGAZINE

www.S-NG.ru

СФЕРА 

# НЕФТЕГАЗ



®

ГКС

www.nppgks.com

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ**  
Научно-производственное предприятие ГКС

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ

*«НПП «ГКС» было создано коллективом профессионалов-единомышленников, как предприятие, ориентированное на выполнение всего комплекса инженеринговых работ в области промышленной автоматизации, разработке систем учета и метрологического обеспечения для предприятий нефтегазовой отрасли.*



**Н**аше предприятие занимается инженерингом, включая проектирование, изготовление и поставку оборудования, пусконаладочные работы для предприятий нефтегазовой отрасли промышленности по направлениям:

- Системы коммерческого и оперативного учета жидкости и газа;
- Системы определения параметров качества жидкости и газа;
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами и системы противоаварийной защиты (АСУТП и ПАЗ);
- Системы телемеханики;
- Системы автоматического пожаротушения и контроля загазованности (САПКЗ);
- Автоматизированные системы управления энергообеспечением (АСУЭ).

Для ведения своей деятельности, «НПП «ГКС» имеет все разрешительные документы Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству и Государственной противопожарной службы;

Предприятие аккредитовано Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии на право ремонта средств измерения и их поверки, имеет соответствующую лицензию, что позволяет выполнять работы, по созданию измерительных систем, «под ключ» в любом районе страны в сжатые сроки.

Система менеджмента «НПП «ГКС» соответствует требованиям ИСО 9000 и ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

«НПП «ГКС» располагает собственной производственной базой, организованной на базе дочернего предприятия «ГКС-Производство». Дочернее предприятие выполняет весь комплекс работ по изготовлению систем измерения расхода, количества и контроля качества жидких и газообразных углеводородов.

«НПП «ГКС» является разработчиком и изготовителем шаровой запорной и регулирующей трубопроводной арматуры и фильтров жидкостных. Одна из специализаций «НПП «ГКС» – производство и поставка модульных зданий типа блок-бокс различных видов с широким спектром применения.



Численность, квалификация персонала и оснащенность современным техническим оборудованием позволяет изготавливать и реконструировать оборудование с гарантией высоких технических и эксплуатационных характеристик. С появлением собственной производственной базы значительно сократилось время изготовления систем учета, поскольку весь комплекс работ – от проектирования системы до ее изготовления – производится в рамках одной компании.

Сотрудники предприятия постоянно совершенствуют свои профессиональные знания и навыки, проходят различные курсы по повышению квалификации. Они регулярно участвуют в научно-технических конференциях и совещаниях, выступают с докладами, публикуют свои статьи в профильных журналах, изучают и перенимают положительный опыт других фирм.

Среди наших заказчиков следует отметить, таких грандов нефтегазовой и химических отраслей как ОАО «ГАЗПРОМ», ЗАО «Нортгаз», ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ», ОАО «Казаньоргсинтез», ОАО «Роснефть», ЗАО «Ачимгаз», ОАО «Татнефть», «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» (Казахстан) и другие.

Предприятие развивает свою деятельность по нескольким направлениям – в апреле 2007 года было образовано дочернее предприятие НОУ «ГКС-Наука». Основными задачами «ГКС-Наука» являются обучение и переподготовка специалистов, обслуживающих автоматизированные системы – инженеров, операторов и метрологов. На сегодняшний день «ГКС-Наука» ведет образовательную деятельность по четырем основным направлениям. Это метрологическое и техническое обслуживание поточных газовых хроматографов, конфигурирование автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами, поверка и калибровка систем измерений количества и показателей качества газообразных и жидких углеводородов, а также эксплуатация автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами.

Предприятие активно сотрудничает с российскими представительствами компаний Emerson Process Management, Siemens AG, Yokogawa Electric, Schneider Electric, Rittal, что позволяет оперативно решать вопросы при проектировании и поставке оборудования данных фирм, а также вести гибкую ценовую политику.

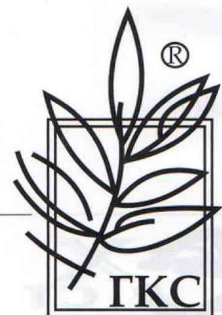
Используя инновационные идеи и технологии, мы делаем Ваш бизнес эффективнее, а окружающий мир – совершеннее, предоставляя первоклассные решения в области инженеринговых работ. ■



**ООО «Научно-производственное предприятие «ГКС»**

420107, РТ, г. Казань,  
ул. Петербургская, 50  
тел. (843) 570-39-46

факс (843) 570-39-47  
e-mail: mail@nppgks.com  
www.nppgks.com



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ, НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МНОГОЛУЧЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА

Для выполнения достоверных учетных операций необходимо правильное измерение параметров потока продукта, таких как температура, давление, расход, плотность, влагосодержание, количество механических примесей. Но не менее важным является процедура приведения значений измеренной в потоке плотности продукта (нефти, нефтепродуктов, газового конденсата) к стандартным условиям.

В этой статье содержится краткое изложение результатов работ, выполненных авторами по данной тематике.

1. С целью корректировки объема и плотности разрабатываются специальные методики пересчета и таблицы коэффициентов. Таблицы получили название «Таблицы измерения нефти». Первые такие таблицы были опубликованы в 1916 году и с тех пор регулярно пересматриваются. В частности, когда выяснилось, что таблицы опубликованные до 1972 года не совсем применимы ко многим видам сырой нефти, имеющим значение для экономики США на тот момент, API (Американский институт нефти) и NBS (Национальное бюро стандартов) организовали совместное предприятие для создания базы данных по плотности как неочищенной нефти, так и продуктов ее переработки.

Результаты работы были приняты API (Американским нефтяным институтом), IP (Институтом нефти, Великобритания), ASTM (Американским Обществом по Испытаниям и Материалам), ISO (Международной организацией по стандартизации) и в 1980 году выпущены в виде стандартов API S2540, ASTM D 1250, IP Standard 200, ISO DIS 91.

Стандарты содержат поправочные коэффициенты, являющиеся результатом обработки экспериментальных данных статистическими методами и решения ряда уравнений выведенных на основе эмпирических данных, относящихся к объемному изменению углеводородов в диапазоне температур и давлений (Рис.1). Все продукты в этих таблицах разбиты на следующие пять товарных групп:

- 1 – сырая нефть;
- 2 – светлые нефтепродукты бензины;
- 3 – реактивное топливо;
- 4 – нефтяное топливо – дизельное, печное, нефтяное;
- 5 – смазочные масла;

и продукты специального применения. В последнюю группу отнесены парафинированные сырые нефтепродукты, газоконденсатный бензин и бензин, получаемый сепарацией из природного газа.

В Российской нормативной базе по данной теме имеется документ, разработанный ОАО «ИМС» (г.Москва) и ГНМЦ ВНИИМ (г.Санкт-Петербург).

Для сжиженных нефтяных газов (LPG) и газовых конденсатов (NGL), сжиженного природного газа (LNG), имеющих меньшую плотность, чем жидкости, на которые распространяются указанные таблицы, рекомен-

дуется использовать документ TP-25 «Поправка на температуру для объема легких углеводородов», разработанную Американской Ассоциацией по переработке газа (GPA).

В контроллерах, используемых в составе систем измерений количества и показателей качества продукта, как правило, заложены эти таблицы. Пользователю необходимо только правильно выбрать необходимую группу продукта и ввести соответствующие коэффициенты.

Следует отметить, что в этих таблицах отсутствует группа соответствующая нестабильному газовому конденсату, важность учета которого в настоящее время постоянно возрастает.

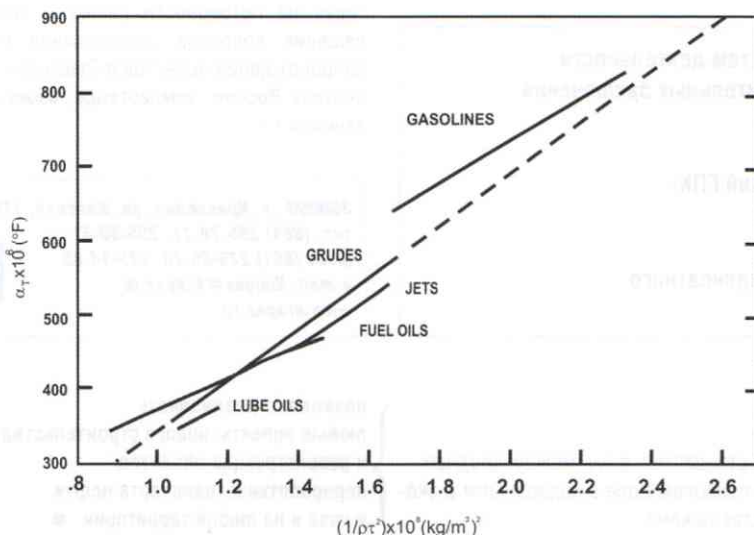
Нестабильные жидкие углеводороды представляют собой сложную многокомпонентную систему, основными компонентами которой являются различные углеводороды метанового, ароматического и наftenового рядов. Расчет плотности, объемных свойств и вязкости для нестабильных углеводородов – сложная задача, но без ее решения невозможно проведение учетных операций.

Методика косвенного определения плотности коэффициентов сжимаемости и объемного расширения по измеренным методами хроматографии значениям компонентов и фракций в смеси нестабильных жидких углеводородов с давлением насыщенных паров не более 5,0МПа и диапазона плотности 400–900 кг/м<sup>3</sup> при стандартных условиях (давлении 101,32 кПа, температуре 20°C) приведена в методике определения физико-химических характеристик нестабильных жидких углеводородов.

В настоящее время ООО «НПП «ГКС», совместно с отраслевым институтом ОАО «Газпром», запланирована работа по созданию программы, реализующей эту методику в промышленном контроллере.

2. Как уже было отмечено выше, в настоящее время большое внимание уделяется созданию и применению для измерения расхода жидкости,

Рис. 1





газа, многофазных сред, новых средств измерения, в числе которых заметное место занимают средства измерений, основанные на использовании ультразвукового излучения. Принцип работы ультразвукового расходомера хорошо известен. Измерение основано на том факте, что акустический импульс, распространяющийся под углом к продольной оси трубы по направлению движения жидкости (вниз по потоку) распространяется за меньшее время, чем импульс, распространяющийся в обратном направлении (вверх по потоку). Разница во времени между акустическими импульсами пропорциональна средней скорости потока вдоль акустического пути.

С целью получения большей информации о распределении скоростей потока (профиле скорости потока), используются несколько пар излучателей – приемников, для обеспечения, в конечном счете, большей точности измерения расхода.

В настоящее время на Российский рынок поставляются ультразвуковые преобразователи расхода, предназначенные для использования в коммерческом учете нефти и нефтепродуктов, производства предприятий ряда стран: США – «Controlotron», «Caldon», «FMC»; «Emerson Process Management/Daniel»; Нидерландов – «Krohne»; Франции – «Faure Herman»; России – «Центросоник», Украины – «Энергоучет» и т.д.

Приборы различных фирм отличаются друг от друга прежде всего числом измерительных лучей, но все имеют пределы допускаемой относительной погрешности не хуже  $\pm 0,15\%$  в определенном, обычно ограниченном, диапазоне расходов, что отражено в описании к сертификату об утверждении типа. Это обстоятельство позволяет рассматривать возможность их применения в системах измерения количества и показателей качества нефти, нефтепродуктов, газовых конденсатов т.к. формально они соответствуют требованиям нормативных документов.

При расширении диапазона расходов значение погрешности у этих приборов, как правило, увеличивается. Последнее замечание существенно, поскольку преобразователи данного типа имеют большой диапазон расходов.

В нашей системе использованы счетчики «Altosonic-V» выпускаемые фирмой «Krohne». Фирма выпускает счетчики, обеспечивающие расходы жидкости до  $18\,000\text{ м}^3/\text{час}$ , и имеющие диаметры до  $800\text{ мм}$ .

Пределы допускаемой относительной погрешности счетчиков этой фирмы в соответствии с «Описанием типа средства измерения» следующие. В диапазоне расходов 2:1 значение пределов допускаемой относительной погрешности равно ( $\pm 0,15\%$ ), в диапазоне расходов 10:1 ( $\pm 0,2\%$ ), в диапазоне расходов 20:1 ( $\pm 0,25\%$ ). Кроме того, в «Описании типа» имеется примечание, что «по заказу» могут поставляться счетчики, с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,15\%$  практически, для всего диапазона расходов.

Последнее, на наш взгляд, не соответствует требованиям нормативного документа, так как не указано, какие конструктивные или технологические изменения вносятся при изготовлении прибора «по заказу», по сравнению с обычным исполнением, что обеспечивает ему повышенные метрологические характеристики. Так же не указано, как идентифицируются приборы с такими метрологическими характеристиками.

Принципиально важным моментом для практической расходомерии явилось появление «Сертификата об утверждении типа» (№18589/1 от 05.10.2004г.), выданного Ростехрегулированием фирме «Krohne». В нем узаконены метрологические характеристики счетчиков «ALTOSONIC-V» на уровне эталонов второго разряда, а именно, пределы допускаемой относительной погрешности были определены равными  $\pm 0,07\%$  практически во всем диапазоне расходов.

Назначение этих счетчиков в соответствии с «Описанием типа» – по-

верка рабочих средств т.е. вместо трубопоршневых установок и компакт – прuverов. Калибровка и поверка самих этих эталонных счетчиков должны производиться только в Голландии на стенде завода-изготовителя т.к. в России нужное поверочное оборудование отсутствует.

Отметим, что данный сертификат противоречит требованиям нашего национального стандарта и не соответствует рекомендациям стандарта API.

У авторов данной работы имеется собственный опыт применения этих счетчиков в системе коммерческого учета нефти, который показал, что метрологические характеристики счетчиков на месте их эксплуатации в реальных условиях не соответствуют результатам, полученным на стенде завода изготовителя. Счетчики приходится перекалибровывать на месте их эксплуатации.

Мнение о том, что отличие структуры потока в реальной измерительной системе от структуры в калибровочной установке завода – изготовителя, может привести к значительным ошибкам в измерениях количества продукта, и ранее высказывалось ведущими специалистами в области практической расходомерии.

Вся перечисленная информация была доведена до ГНМЦ ВНИИР, ГНМЦ ВНИИМС, Управления метрологии «Ростехрегулирования», однако, во внимание ими принята не была. Сертификат остается действующим. Хотя, на наш взгляд, этот спорный вопрос является весьма важным т.к. данная измерительная технология начинает использоваться, в том числе, в учетных операциях при поставках нефти за рубеж.

Рассмотрим результаты наших исследований влияния реальных условий работы на метрологические характеристики ультразвуковых преобразователей расхода.

В составе рассматриваемой измерительной системы имеются две измерительные линии, в качестве пре-



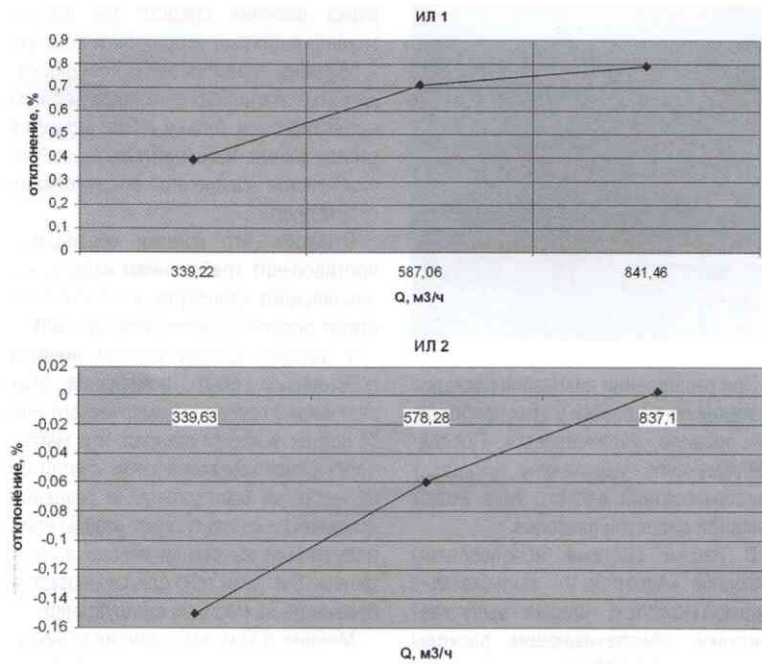


Рис. 2

образователей расхода используются многолучевые ультразвуковые преобразователи. «ALTOSONIC-V» Ду300. Была применена так называемая Z-схема, рекомендуемая фирмой «Krohne». Ее использование позволяет подключать эталонный преобразователь последовательно с рабочим и использовать его для калибровки и поверки. В качестве эталонного счетчика (вместо ТПУ), на основании упомянутого сертификата, первоначально предполагалось использовать также ультразвуковой счетчик типа «ALTOSONIC-VR».

Очень важным, общепринятым как в мировой практике, так и практике нашей страны, условием является требование о наличии в составе измерительной системы рабочего эталона расхода. Обычно это или стационарная или передвижная трубопоршневая установка (ТПУ) или компакт – прuver.

Нам удалось убедить заказчика в необходимости укомплектования системы прuverом. В результате, рассматриваемая система дополнительно была оснащена ТПУ-4000 фирмы «Daniel» со значениями пределов относительной погрешности  $\pm 0,05\%$ , тем самым обеспечивалось дублирование эталонов.

Калибровка и поверка, как рабочего преобразователя расхода, так и эталонного предварительно были проведены на стенде завода изготовителя. И эталонный и рабочий счетчики поступили на монтаж со свидетельствами о

поверке выданными ГНМЦ ВНИИМС. Представленный фирмой «Krohne», комплект документов свидетельствовал, что счетчики полностью соответствуют требованиям «Описания типа».

Измерительная система была спроектирована и изготовлена в полном соответствии с действующими в РФ нормативными документами, рекомендациями фирмы «Krohne». Проект прошел все требуемые экспертизы.

Система была спроектирована на минимальный расход продукта – 270 т/ч, (соответствует объемному расходу 430 м³/час), максимальный расход – 1100 т/ч: (соответствует объемному расходу 1800 м³/час). Она обеспечивает измерение массового расхода, массы, объемного расхода, объема, плотности, влагосодержания, компонентного состава, температуры, давления. Система имеет следующие метрологические характеристики:

- пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема по рабочей линии в рабочем диапазоне расхода и вязкости  $\pm 0,15\%$ ;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения массы в рабочем диапазоне расхода и вязкости  $\pm 0,25\%$ .

В первой серии экспериментов по испытаниям системы измерялся один и тот же фиксированный расход продукта двумя последовательно включенными по Z-схеме рабочим и эталонным счетчиками. Ожидалось, что результаты измерений обоими счетчиками будут одинаковыми т.к. у них имелись действующие свидетельства о поверке, о чем уже было сказано выше.

Однако результаты оказались различными, и различие показаний счет-

чиков оказалось значительным. После консультаций со специалистами фирмы-производителя и перенастройки системы, это расхождение удалось уменьшить, но полностью исключить не удалось.

Стала очевидной необходимость калибровки счетчиков на месте эксплуатации по ТПУ. Такая калибровка, с использованием ТПУ, была проведена для обоих счетчиков и были установлены новые значения коэффициентов. Естественно, эталонный счетчик пришлось переводить в разряд рабочих.

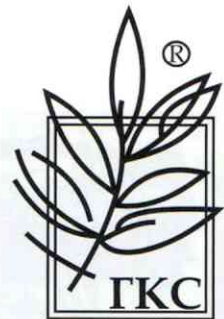
Метрологические характеристики рабочего и эталонного счетчиков в исследованном диапазоне расходов представлены на рис. 2. Видим, что значения коэффициентов преобразования не остаются постоянными в диапазоне, а изменяются и изменение составляет: для рабочего счетчика (измерительная линия ИЛ1) 0,35%, для эталонного (ИЛ2) 0,2%.

После калибровки каждого счетчика отдельно с помощью ТПУ и установки новых коэффициентов преобразования для каждого счетчика был проведен следующий эксперимент. Счетчики опять соединили последовательно друг с другом по Z-схеме и подали через них расход продукта. Если дополнительные погрешности при этом не возникают, то оба счетчика должны показывать одно значение расхода. К сожалению этого не происходит. Различия в показаниях счетчиков составляет примерно 1,5%.

Это свидетельствует о том, что на результаты измерений существенно влияют дополнительные погрешности, возникающие в условиях реальной эксплуатации из-за отличия структуры потока в измерительной системе от структуры на заводском стенде. Поэтому стало очевидным, что использование ультразвукового счетчика в качестве эталона является неправильным.

Результаты, полученные в данной работе, показывают, что калибровку и поверку ультразвуковых многолучевых преобразователей расхода следует проводить на месте их эксплуатации, на реальном продукте, в составе конкретной измерительной системы. В противном случае, возможно возникновение ошибки, величину которой оценить, не имея рабочего эталона на месте эксплуатации (ТПУ, компакт-прувер или счетчика камерного типа), априори не представляется возможным.

В качестве эталонов при поверке и калибровке ультразвуковых преобразователей на месте их эксплуатации, необходимо использовать ТПУ или компакт – прuver. ■



ООО «Научно-производственное предприятие «ГКС»  
420107, РТ, г. Казань, ул. Петербургская, 50  
тел. (843) 570-39-46  
факс (843) 570-39-47  
e-mail: mail@nppgks.com  
www.nppgks.com

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОКОВЫХ ХРОМАТОГРАФОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ БИСФЕНОЛА-А ДЛЯ ОАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»

**А. И. САБИРОВ**

Генеральный директор  
ООО «НПП «ГКС»

**И. А. ЮМАНКИН**

Главный инженер  
ООО «НПП «ГКС»

**А. Г. СТРОЕВ**

Гл. метролог завода  
«Бисфенол-А»  
ОАО «Казаньоргсинтез»

**В. В. ЧАРДЫМОВ**

Главный инженер  
проектов  
ООО «НПП «ГКС»

**А. К. ФАХРЕЕВ**

Инженер  
ООО «НПП «ГКС»

Контроль качества товарного ацетона при производстве Бисфенола-А.  
Контроль остаточного количества ацетона и фенола в сточной воде.

Производство Бисфенола-А (Рис.1) самое молодое из действующих на территории ОАО «Казаньоргсинтез» на сегодняшний день. Его строительство осуществлялось в течение двух лет. В начале октября 2004 года ОАО «Казаньоргсинтез» совместно с ОАО «ТАИФ» подписал контракты на закупку лицензий и базового проектирования для производства БФА с японской фирмой «Идэмицу Косан Корпорейшн» (Idemitsu Kosan Co., Ltd), а 27-го октября 2007 года завод приступил к промышленному выпуску целевого продукта Бисфенола-А в гранулированном виде.

Бисфенол-А по данному методу получают путем конденсации фенола и ацетона в присутствии катализатора - катионообменной смолы.

Полученный по такой технологии Бисфенол-А отличается высокой чистотой и предназначен для производства поликарбонатов, полисульфонов, эпоксидных смол, лаков, клеев и других продуктов.



Рис.1.

Производство Бисфенола-А

Для контроля качественного и количественного состава ацетона, метанола, воды и фенола на

ОАО «Казаньоргсинтез» Научно-производственным предприятием «ГКС» поставлены и запущены в промышленную эксплуатацию два потоковых аналитических хроматографических комплекса «Maxum Edition II» производства фирмы «Siemens», Германия. Методы анализа, реализованные с помощью этих хроматографов, являются уникальными в своем роде и применяются на сегодняшний день только на ОАО «Казаньоргсинтез».

Хроматографические комплексы установленные в аналитической (Рис.2), включают в себя систему пробоподготовки и аналитический блок (хроматограф), который позволяет с высокой точностью, каждые 10 минут, без участия оператора определять:



Рис.2.

Аналитическая на производственной площадке Бисфенола-А

1. Концентрацию ацетона (0–100 об.%) и примесей в нем воды (0–10 об.%), бензола (0–10 об.%) (хроматограмма №1) и метанола (0–0,2 об.%) (Хроматограмма №2), необходимую для контроля качества, непрерывно поступающего ацетона на производство Бисфенола-А.
2. Концентрацию остаточных количеств ацетона (0–0,02 об.%) и фенола (0–0.1 об.%) (хроматограмма №3) в сточной воде для оценки работы установки по производству Бисфенола-А и повышения эффективности контроля качества сточных вод, направляемых на очистные сооружения предприятия. Данная задача является очень ответственной т.к. фенол является сильнейшим ядом, который вызывает нарушение функций нервной системы (ПДК в водоемах не более 0,001 мг/л).

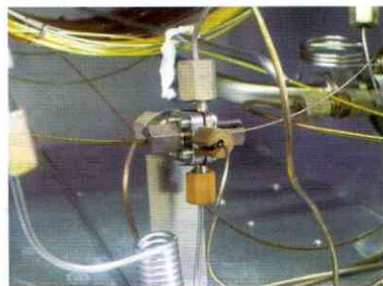


Рис.3. Тройник T-life

В хроматографических комплексах применены инновационные технологии:

1. Бесклапанного переключения направления потока с помощью тройника T-life, запатентованного фирмой «Siemens» (Рис.3). Рабочий тройник (Рис.4) представляет собой бесклапанный переключатель, который может использоваться вместо мембранного клапана для переключения колонок.

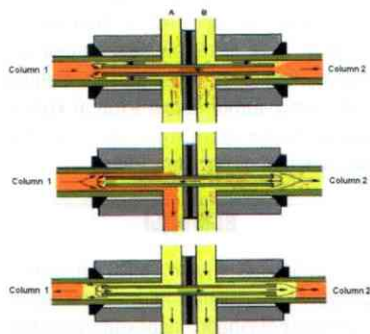


Рис.4  
Принцип работы тройника T-life

2. Фильтрации воды. В пробоподготовке применена технология отделения этилбензола от воды с помощью специального фильтрующего устройства, производства канадской компании «CUNO» (Рис.5).

Данное решение позволяет отделять присутствующий в воде этилбензол (Рис.6).

В настоящее время специалистами компании НПП «ГКС» ведутся научно-исследовательские работы по разработке технологии пробоподготовки для количественного определения более 0,014г этилбензола в 100г воды при прямом вводе пробы в хроматограф, решая тем самым проблему равномерного распределения двухфазных жидкостей перед вводом пробы и последующего хроматографического разделения компонентов в потоковых хроматографах.

Сегодня новые технологии химических производств, ставят задачи разработки и внедрения современных технологий и методик хроматографического анализа. С решением таких задач успешно справляются специалисты научно-производственного предприятия «ГКС» г. Казань. ■

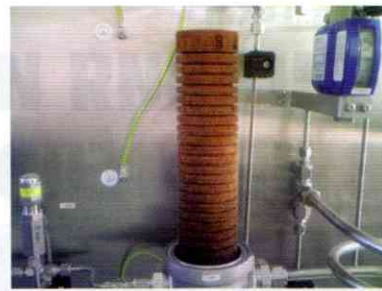


Рис.5. Фильтроэлемент

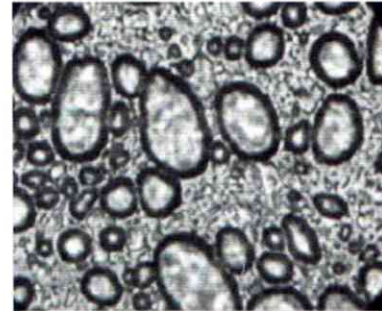
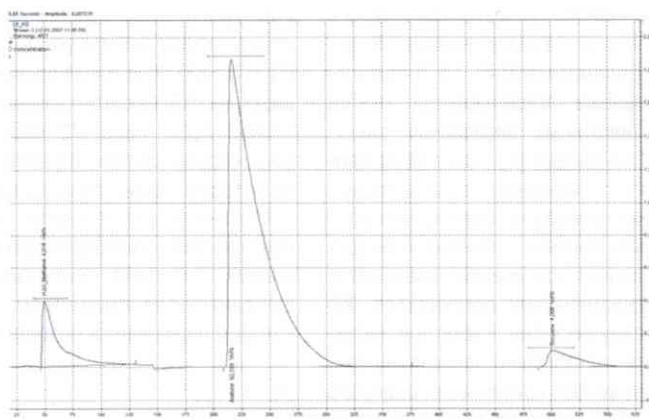
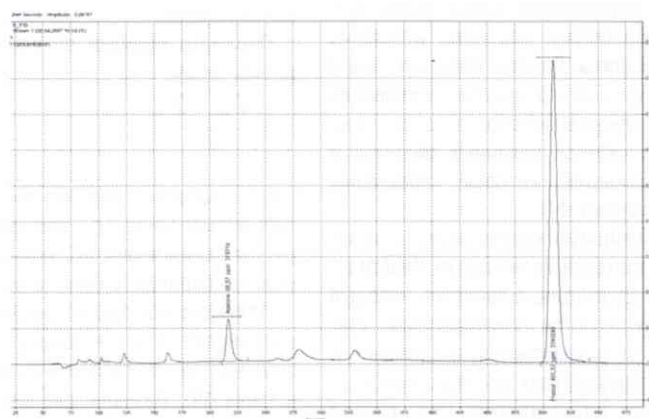


Рис.6. Этилбензол до обработки



Хроматограмма №1.  
Анализ воды, ацетона и бензола на детекторе по теплопроводности



Хроматограмма №2.  
Анализ ацетона и фенола на детекторе пламенной ионизации

**ООО «Научно-производственное предприятие «ГКС»**  
420107, РТ, г. Казань,  
ул. Петербургская, 50  
тел. (843) 570-39-46

факс (843) 570-39-47  
e-mail: mail@nppgks.com  
www.nppgks.com

