

УДК 543.544; 665.632

*Столяров В.Е.*

*научный сотрудник,*

*Институт проблем нефти и газа РАН*

*РФ, г. Москва*

*Пахомов А. Л.*

*директор*

*Компания ООО «Хромос Инжиниринг»*

*РФ, г. Дзержинск*

*Чудин Е. А.*

*главный инженер*

*Компания ООО «Хромос Инжиниринг»*

*РФ, г. Дзержинск*

**ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПОТОКОВОГО МОНИТОРИНГА  
КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПРОДУКЦИИ  
НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

*Аннотация:*

*В нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслях до настоящего времени отсутствуют методики и оборудование для оперативного измерения концентрации хлорорганических соединений (ХОС) продукции. Для определения компонентного состава продукции обычно применяются методы лабораторного анализа путем отбора проб и проведения исследований. В материалах приведен инновационный отечественный метод основе промышленного отечественного анализатора с расширением функциональных возможностей за счет применения селективного к хлорорганическим соединениям детектора и автоматического пробоотборника. Методика использует отечественную нормативную и научную базу и реализована на базе разрешенного метода равновесной парофазной экстракции веществ с последующим*

*хроматографическим разделением на высокоэффективных капиллярных колонках. Проведенные испытания подтвердили высокую эффективность и точность измерений и обеспечили возможность организации отраслевых и национальных систем качества продукции при низкой стоимости анализов продукции.*

*Ключевые слова: хроматография, анализ, мониторинг, хлорорганические соединения, качество*

*Stolyarov V.E.*

*Research associate*

*Oil and Gas Research Institute RAS*

*Russian Federation, Moscow*

*Pakhomov A. L.*

*Director*

*The company LLC "Chromos Engineering"*

*Russian Federation, Dzerzhinsk*

*Chudin E. A.*

*Chief Engineer*

*The company LLC "Chromos Engineering"*

*Russian Federation, Dzerzhinsk*

**DIGITAL SYSTEM OF STREAMING MONITORING OF THE  
COMPONENT COMPOSITION OF OIL AND GAS PRODUCTION  
PRODUCTS**

*Annotation:*

*In the oil and gas production and processing industries, there are still no methods and equipment for operational measurement of the concentration of organochlorine compounds (COC) of products. To determine the component composition of products, laboratory analysis methods are usually used by sampling and conducting studies.*

*The materials present an innovative domestic method based on an industrial domestic analyzer with expanded functionality through the use of a detector selective to organochlorine compounds and an automatic sampler. The technique uses the domestic regulatory and scientific base and is implemented on the basis of the permitted method of equilibrium vapor-phase extraction of substances with subsequent chromatographic separation on highly efficient capillary columns. The tests carried out confirmed the high efficiency and accuracy of measurements and provided the possibility of organizing industry and national product quality systems at a low cost of product analyses.*

*Keywords: chromatography, analysis, monitoring, organochlorine compounds, quality*

Цифровая модернизация является возможностью сохранения и развития отечественного нефтегазового комплекса в условиях принятых санкций и политической конкуренции для сохранения и расширения объемов рынков, производственных активов и кадрового потенциала, снижения себестоимости продукции. Формируемый сегодня в стране подход в короткое время обеспечит возможность трансформации бизнес-процессов добычи в современную высокотехнологическую отрасль промышленности, будет способствовать трансформации топливно-энергетического комплекса из экспортно-сырьевой направленности в ресурсно-инновационное развитие всей национальной экономики.

На заключительной стадии эксплуатации большинства освоенных ранее нефтяных месторождений широко используют хлорсодержащие реагенты, которые добавляют в скважины для поддержания уровня добычи, что обеспечивает повышение нефтеотдачи. Хлорорганические составы (ХОС) также попадают в нефть для решения текущих технологических проблем (промывка и глушение скважин, растворение парафино-смолистых отложений, оптимизации скоростей и режимов потоков, ввода ингибиторов коррозии и т. п.). Все это требует проведения

своевременных предупредительных мероприятий для снижения скорости коррозии до нормативных значений (для скважин 0,1 мм/ год), выявления фактического коррозионного разрушения нефтепромыслового оборудования, трубопроводной системы и технологического комплекса нефтепереработки.

Однако, до настоящего времени в нефтедобывающей и перерабатывающей отраслях отсутствуют эффективные методики и оборудование для оперативного измерения концентрации и состава ХОС в продукции. Для определения компонентного состава продукции традиционно применяются методы лабораторного анализа путем систематического отбора проб и проведения исследований в специализированных пунктах, оборудованных необходимым для этого приборным парком и персоналом. В лабораториях проводятся приемосдаточные испытания нефти, поступающей в нефтепровод от различных производителей. Механизм обеспечения качества продукции и оплаты объемов поставки предполагает открытость, оперативность и честность в работе как поставляющей, так и принимающей сырьё различных сторон. Согласно протоколам, контроль проводится по десятку и более показателям качества: определяются плотность, температура застывания, массовая доля воды, парафинов и серы, концентрация хлористых солей и т. д.

При лабораторных анализах нефти обычно проводятся определения нормальных парафинов и фракционного состава, воды, хлоридов, серы, плотности и вязкости, а также другим показателям. Действующие стандарты по определению загрязнений и составу сырья в основе своей реализованы на методе отгона фракций нефти. Отсутствие оперативности при оценке качества добычи и транспортировке продукции, поступающей на переработку, негативно отражается в дальнейшем на технологическом процессе, особенно когда вместо заявленных нефтепродуктов с одного

месторождения в трубопроводную систему и перерабатывающий завод начинают поступать нефтепродукты с отличающимися от заявленных ранее характеристик, а технологические процессы переработки при этом настроены на переработку с ранее заявленными и согласованными протоколами паспортными характеристиками. Действующие в настоящее время регламенты и соглашения по поставкам продукции для протяженных территориально-распределенных систем с большим количеством поставщиков и точек врезки, какими является система нефтедобычи, предполагают и гарантируют качество компонентного состава продукции только на основании регламентируемого и декларируемого самими поставщиками составе и качестве сырья.

Предлагаемая схема автоматизированной цифровой системы мониторинга компонентного состава нефтегазодобычи (выявления ХОС) для процессов приемки и транспортировки нефти предполагает контроль аппаратный контроль по ключевым почкам отгрузки и приведена на Рис. 1.

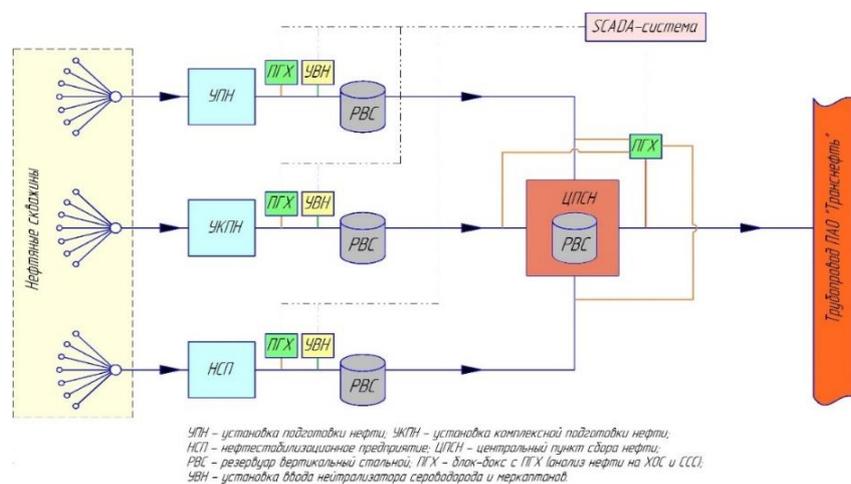


Рис. 1. Схема потокового мониторинга

Основное требование по обеспечению качества до реализации автоматизированной системы – все учетные операции, проводимые между сдающей и принимающей сторонами, осуществляются только на основе показателей лабораторий станций нефтеперекачки продукции (НПС), оснащенных системами измерения количества и показателей качества

нефти (СИКН), по которым производится отгрузка (сдача) нефти. Замеры количества и определение показателей качества сдаваемой партии нефти при этом проводятся согласно фактическим значениям и заносятся в соответствующий акт приема-сдачи и паспорт качества. Для стоимостной оценки поставляемых в систему и отгружаемой на переработку нефтепродуктов существующая модель позволяет ограничиться практически двумя основными показателями качества - плотностью и удельным содержанием серы в продукте.

С учетом высокой заинтересованности отечественных предприятий в создании приборного парка и современных методик для оперативного (поточкового) анализа добываемой продукции на наличие хлорорганических соединений и обеспечении гарантированной качественной продукции в настоящее время завершаются работы по аттестации и методологии оборудования на основе метода равновесной парофазной экстракции веществ с последующим хроматографическим разделением на высокоэффективных капиллярных колонках. Организация непрерывного контроля качества по всему производственному циклу (добыча, транспорт, переработка) приведена на Рис. 2.

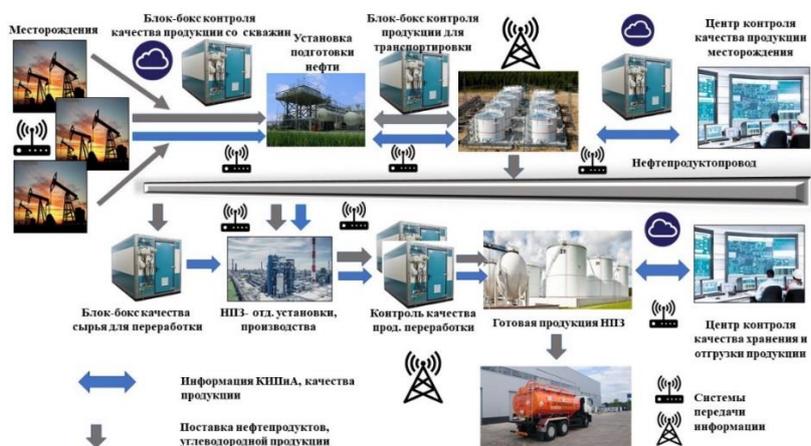


Рис.2. Организация непрерывного контроля качества продукции

Особенности хроматографии позволяют обеспечить идентификацию каждого компонента хлорорганических соединений в нефти и химреагентов на промышленном хроматографе в непрерывном (онлайн) режиме, а также выявить место загрязнения при соответствующей аппаратной подготовке измерений. В оборудовании применен разрешенный и широко описанный в научной литературе метод равновесной парофазной экстракции веществ с последующим хроматографическим разделением на высокоэффективных капиллярных колонках. Для оценки результатов измерения ХОС отбирались различные образцы нефти, в том числе с повышенным содержанием нафтенов, парафинов, смол, асфальтенов. Согласно полученных результатов, диапазон измерений концентраций ХОС в нефти может изменяться от 0,1 до 100 ppm. Применяемая система пробоподготовки совместно с анализатором позволяет в автоматическом режиме обеспечить:

- ÷ Редуцирование пробы и автоматический слив пробы;
- ÷ Автоматический налив в парофазное устройство и его очистку;
- ÷ Калибровку анализатора по баллону со смесями ПГС;
- ÷ Передачу данных на верхний уровень (4–20 мА, MODBUS);
- ÷ Дистанционный контроль работоспособности анализатора.

Потоковая системы контроля качества, позволяет в режиме реального времени осуществлять оперативный контроль хлорорганических и серосодержащих соединений и с учетом своевременного выявления нарушений принять управленческие решения и значительно снизить негативные последствия поставки некачественного сырья, коррозионные разрушения оборудования для обеспечения безопасности объектов. Особенности непрерывной потоковой хроматографии приведены на Рис.3.



Рис.3. Особенности непрерывной потоковой хроматографии

ООО «ХРОМОС Инжиниринг» предлагает простое решение селективного определения расширенного компонентного состава с помощью интеграции потоковых анализаторов в технологический процесс управления месторождениями и объектами нефтегазовой отрасли, где необходимо обеспечить удаленный контроль, анализ и корректирующее управление для сложных углеводородных смесей, а также учет материальных потоков на объекте. На предприятии серийно выпускаются проектно-компоуемые промышленные и лабораторные жидкостные, газовые хроматографы, производятся компактные взрывозащищенные боксы для определения компонентного состава и контроля качества смесей без участия в процессе получения анализов персонала.

Применение потоковых хроматографов и анализаторов позволило обеспечить достоверность измерений за счет объективности анализов, короткого времени анализа проб, возможности передачи данных с применением промышленного интернета, изменения программно-аппаратных настроек для аналитических систем под меняющиеся требования потребителя за счет выбора типа детекторов, возможности дозирования газовых проб и жидкостей, применения различных типов термостатов.

Модульная схема хроматографа и возможность применения в блок-контейнерах позволяет легко создавать, а при необходимости адаптировать и добавлять в конфигурацию прибора детекторы и узлы под конкретную аналитическую задачу заказчика, что снижает итоговую стоимость реализации различных проектов по адаптации метода и применять оборудование на различных объектах.

#### **Использованные источники:**

1. Еремин Н. А., Пахомов А. Л., Лаптев Я. А., Столяров В. Е. Цифровая автоматизированная система контроля качества выпускаемой продукции // Датчики и системы.-2020.-№3(245).-С.52-60.-DOI:10.25728/Datsys.2020.3.7.
2. Пахомов А. Л., Чудин Е. А., Коренев В. В., Винокуров В. А., Еремин Н. А., Столяров В. Е. Парофазный хроматографический метод определения искусственных хлорорганических соединений в нефти // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности.-2021.-№4(573).-С.6–14.-DOI:10.33285/0132-2222-2021-4 (573)-6–15.
3. Пахомов А.Л., Решетов П.С., Столяров В.Е., Чудин Е.А., Еремин Н.А. Теория и практика потокового выявления компонентов хлорорганических соединений в нефтепродуктах // Журнал Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности.-2021.-№11(580).-С.7-18.-DOI:10.33285/0132-2222-2021-11(580)-7–18.