О развитии методов определения серы и хлорорганических соединений в газовом конденсате

Тюменцев Михаил Сергеевич,
к.х.н., заведующий лабораторией методик
tyumentsev.m@spectronxray.ru

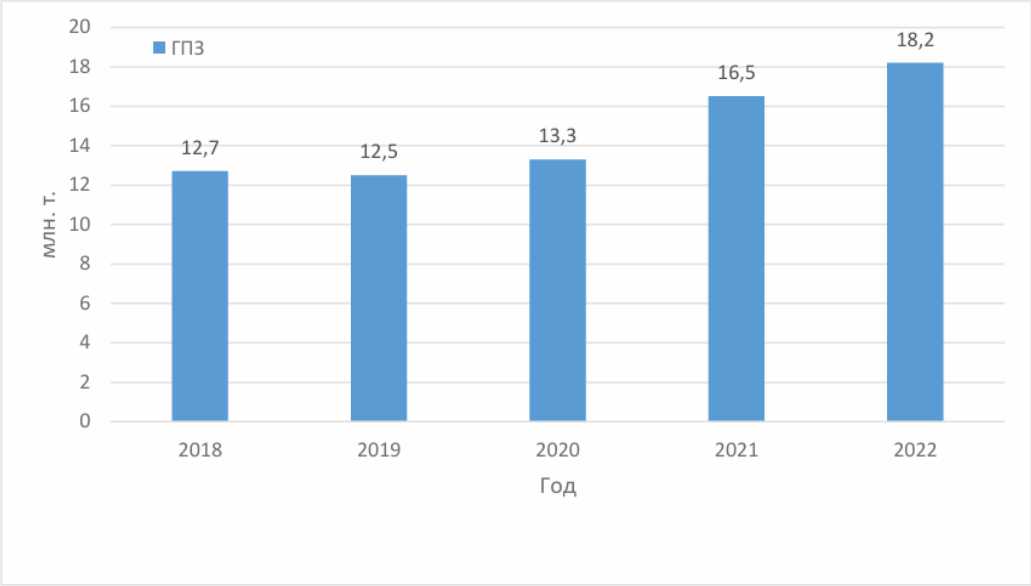
22 октября 2026 г.
г. Санкт-Петербург

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение «СПЕКТРОН» (ООО «НПО «СПЕКТРОН»)

РФ, 190020, г. Санкт-Петербург,
ул. Циолковского, д. 10, лит. А, пом. 203
тел: +7(812) 325-81-83, факс: +7(812) 325-85-03,
e-mail: info@spectronxray.ru, www.spectronxray.ru

Конденсат газовый стабильный (КГС)

Конденсат газовый стабильный (**КГС**) – один из основных видов продукции (ОКПД 19.20.32.115), выпускаемой на объектах переработки природного и попутного нефтяного газа в Российской Федерации. В 2022 г объём производства КГС в РФ составлял **18,2 млн т**.



Производство конденсата газового стабильного в РФ в 2018 – 2022 гг, млн т (*)

КГС используется для переработки в нефтепродукты (бензин, лигроин, керосин, масло) и для получения ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола).

** ИТС 50-2025 «Переработка природного и попутного нефтяного газа»*

Конденсат газовый. Технические требования

Конденсат газовый стабильный получают в результате переработки газового конденсата нестабильного (КГН).

КГН – это газовый конденсат, содержащий в растворенном виде газообразные углеводороды, направляемый на переработку с целью очистки от примесей и выделения углеводородов C_1 – C_4, отвечающий требованиям соответствующего нормативного документа (*).

Конденсат газовый стабильный, подготовленный на установках первичной переработки к транспортированию и/или к применению в качестве сырья для дальнейшей переработки, должен соответствовать техническим требованиям, приведенным в **ГОСТ Р 54389-2011** «Конденсат газовый стабильный. Технические условия»

Конденсат газовый нестабильный, получаемый дочерними обществами и организациями ПАО «Газпром» на установках промысловой подготовки в технологическом процессе разделения газоконденсатной смеси и используемый в качестве сырья для переработки, должен соответствовать техническим требованиям, приведенным в **СТО Газпром 5.11-2008** «Конденсат газовый нестабильный. Общие технические условия»

**ГОСТ Р 53521-2009 Переработка природного газа. Термины и определения*

Конденсат газовый. Технические требования

Технические требования к КГС (ГОСТ Р 54389-2011)

Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
Массовая доля серы, %	Не нормируют. Определение по требованию потребителя	**ГОСТ Р 51947** ГОСТ 19121 **ИСО 8754:2003** **АСТМ Д 4294-10**
Массовая доля хлорорганических соединений, млн$^{-1}$ (ppm)	Не нормируют. Определение по требованию потребителя	ГОСТ Р 52247 АСТМ Д 4929-07

Технические требования к КГН (СТО Газпром 5.11-2008)

Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
Массовая доля серы, %	Для группы 1 – не более 0,01 % Для группы 2 - не нормируют, определение обязательно	*СТО Газпром 5.6-2007
		для газа дегазации КГН: ГОСТ 26374 для жидкого остатка дегазации КГН: **ГОСТ Р 51947** ГОСТ 19121 **ГОСТ Р 50442**

*СТО Газпром 5.6-2007. Конденсат газовый нестабильный. Определение сероводорода и меркаптанов методом газовой хроматографии (*арбитражный метод)*

Конденсат газовый.
Методы определения общей серы (ОС)

- **СТО Газпром 5.6-2007.** Конденсат газовый нестабильный. Определение сероводорода и меркаптанов методом газовой хроматографии (*арбитражный метод): расчётно-экспериментальный метод, основанный на определении **индивидуальных соединений серы** и расчёту суммарного содержания серы. При наличии других соединений серы (например, дисульфидов, тетрагидротиофена, тиофена и т.д.) в пробе КГН результат определения общей серы данным методом будет занижен. Также требуются дорогие многокомпонентные калибровочные смеси. Метод газовой хроматографии не включен в методы определения ОС в КГС (ГОСТ Р 54389-2011).
- **ГОСТ 19121** «Нефтепродукты. Метод определения содержания серы сжиганием в лампе» - трудоемкий и устаревший (введен в 1974 г.)
- **ГОСТ Р 51947, ГОСТ Р 50442, ИСО 8754:2003, АСТМ Д 4294-10** – методы энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного определения общей серы. Позволяют определять ОС в КГС и в жидком остатке дегазации КГН. Отличаются простотой и высокой скоростью (в среднем 5 мин на измерение). Методы реализованы в том числе на спектрометрах российского производства (например, СПЕКТРОСКАН SE).
- **ГОСТ 26374 (метод сжигания пробы и титрования хлоридом бария)** – трудоемкий метод, предполагающий использование громоздкого стеклянного оборудования. Применим только к КГН.
- **ГОСТ 26374 (метод окислительной микрокулонометрии)** – оборудование российского производства отсутствует. Применим только к КГН.

Вывод:
в технических требованиях к показателю «массовая доля серы» в КГС и КГН **отсутствует единый метод испытаний**, что увеличивает расходы испытательных лабораторий

Конденсат газовый.
Методы определения общей серы (ОС)

Оптимальным методом определения общей серы в КГН и в КГС является **метод ультрафиолетовой флуоресценции**:

- метод имеет высокую точность благодаря применяемому физико-химическому принципу анализа (переводу всех соединений серы в пробе независимо от их строения и свойств в форму диоксида серы путем сжигания), в отличие от газовой хроматографии
- метод позволяет **на одном анализаторе** выполнять измерения ОС как в образцах стабильных жидкостей (КГС), так и в образцах газов (газ дегазации КГН)
- метод стандартизован: проводить определение ОС в КГС и жидком остатке дегазации КГН можно в соответствии с **ГОСТ 34237-2017**, а определять ОС в газе дегазации КГН – по **ГОСТ Р 56866-2016**
- метод реализован в анализаторах российского производства (СПЕКТРОСКАН МЕТА)



Анализатор элементный
СПЕКТРОСКАН МЕТА
ФИФ ОЕИ №76508-2019

Конденсат газовый стабильный. Методы определения хлорорганических соединений (ХОС)

Согласно **ГОСТ Р 54389-2011** определение ХОС в КГС проводят по **ГОСТ Р 52247** или **АСТМ Д 4929-07** (области применения стандартов - нефть).

1 – **ГОСТ Р 52247 *Метод А*** — восстановление дифенилом (бифенилом) натрия с последующим потенциометрическим титрованием / **ASTM D4929 *Method A*** (введен с 1999)

2 – **ГОСТ Р 52247 *Метод Б*** — сжигание в среде инертного газа и кислорода с последующим микрокулонометрическим титрованием / **ASTM D4929 *Method B*** (введен с 1999)

3 – **ГОСТ Р 52247 *Метод В*** — полихроматическая волнодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия с использованием внутреннего стандарта (введен с 2007)

4 – **ГОСТ Р 52247 Метод Г** — монохроматическая волно- или энергодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия, а также полихроматическая энергодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия без использования внутреннего стандарта / **ASTM D4929 *Method C*** (введен с 2017)

Конденсат газовый стабильный. Методы определения хлорорганических соединений (ХОС)

Анализатор рентгеновский флуоресцентный волнодисперсионный СПЕКТРОСКАН CLSW



Рег. № ФИФ по ОЕИ: 56587-14

Внесен в реестры российской промышленной и радиоэлектронной продукции

Реализуемый метод анализа	полихроматическая волнодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия с использованием внутреннего стандарта (**ГОСТ Р 52247 Метод В**)
Пробозагрузочное устройство	боковое, на 2 образца
Кристалл-анализатор	пиролитический углерод С002
Рентгеновская трубка	с титановым или хромовым анодом

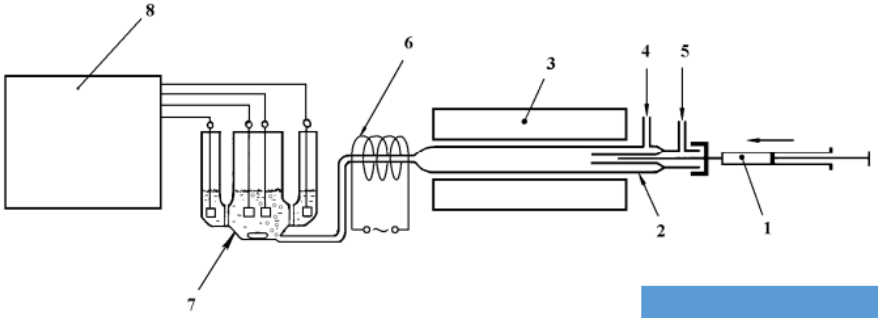
Диапазон измерений хлора по описанию типа СИ: **(0,5 – 10 000) мг/кг**

Конденсат газовый стабильный. Методы определения хлорорганических соединений (ХОС)

ГОСТ Р 52247-2021 Метод Б:

«Сжигание в среде инертного газа и кислорода с последующим микрокулонометрическим титрованием»

Блок-схема анализатора



1 – Шприц для ввода пробы

2 – Кварцевая пиролизная трубка

3 – Печь для сжигания образца

4 – Ввод кислорода

5 – Ввод газа-носителя (аргон, гелий, азот)

6 – Обогреваемая газовая линия (опция)

7 – Ячейка кулонометрическая

8 – Микрокулонометр

Принцип действия метода

	Процесс	Описание
1	$R\text{-}Cl + O_2 \longrightarrow HCl + CO_2 + H_2O$	Сжигание пробы, окисление ХОС (R-Cl) до хлороводорода (HCl)
2	$HCl\ (газ) \longrightarrow H^+ + Cl^-\ (раствор)$	Растворение хлороводорода в электролите измерительной ячейки
3	$Cl^- + Ag^+ \longrightarrow AgCl\downarrow\ (осадок)$	Титрование хлорид-ионов ионами серебра в измерительной ячейке
4	$Ag^0\ (электрод) \rightarrow Ag^+\ (раствор) + \bar{e}$	Генерация ионов серебра до их начальной концентрации, получение аналит. сигнала

Конденсат газовый стабильный. Методы определения хлорорганических соединений (ХОС)



УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «28» сентября 2026 г. № 1970

Регистрационный № 76508-19

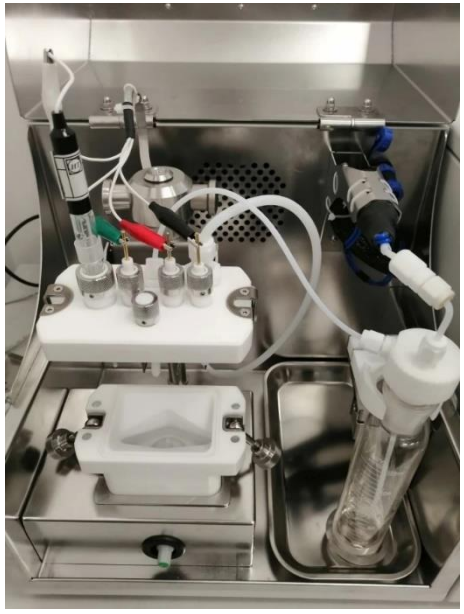
Лист № 1
Всего листов 9

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы элементные СПЕКТРОСКАН МЕТА

Назначение средства измерений

Анализаторы элементные СПЕКТРОСКАН МЕТА (далее – анализаторы) предназначены для измерений содержания общего азота, общей серы и органически связанного хлора в нефти, в жидких нефтепродуктах, продуктах химического синтеза, биологических материалах, в углеводородных газах, включая сжиженные газы.



Анализатор элементный
СПЕКТРОСКАН МЕТА-CL-01

Габаритные размеры анализатора В х Ш х Д, мм, не более: 340 × 1235 × 531

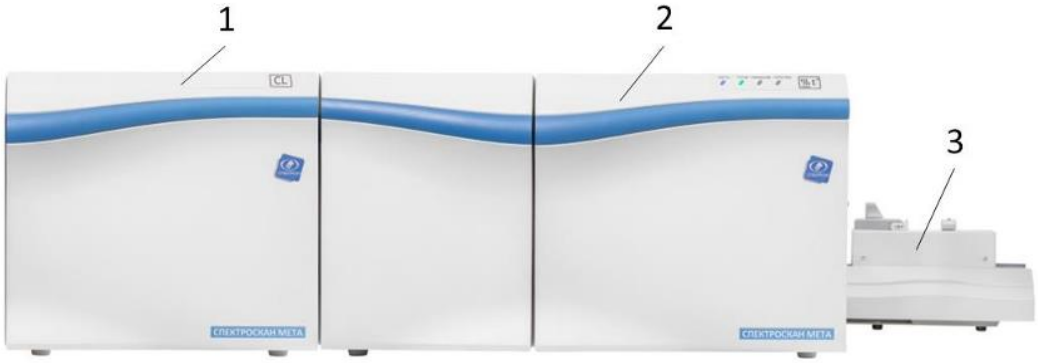
Масса анализатора, кг, не более: 59

Конденсат газовый стабильный. Методы определения хлорорганических соединений (ХОС)

НПО «СПЕКТРОН» выражает благодарность начальнику ЦЗЛ ООО «Газпром СПГ Портовая» **Напольских Анастасии Владимировне** за помощь в организации и проведении опытной эксплуатации анализатора хлора СПЕКТРОСКАН МЕТА-CL-01



ООО «Газпром СПГ Портовая»



Анализатор элементный СПЕКТРОСКАН МЕТА-CL-01:

1 – блок измерения хлора, 2 – блок печи, 3 – модуль ввода проб

Определение ХОС в газах методом кулонометрии

Метод UOP 910-07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРА В СЖИЖЖЕННОМ НЕФТЯНОМ ГАЗЕ И ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДАХ МЕТОДОМ МИКРОКУЛОНОМЕТРИИ

TOTAL CHLORIDE IN LPG AND GASEOUS HYDROCARBONS BY MICROCOULOMETRY



Метод окислительной микрокулонометрии позволяет проводить определение ХОС не только в пробах жидких нефтепродуктов (например, КГС), но и в газах и СУГ

Предложения ООО «НПО «СПЕКТРОН»

1. Провести опрос предприятий об актуальности установления показателя «массовая концентрация / массовая доля хлорорганических соединений» в углеводородных и сжиженных углеводородных газах (СУГ). При подтверждении важности данного показателя рассмотреть возможность разработки национальных стандартов по определению хлорорганических соединений в природном газе и СУГ методом окислительной кулонометрии с учётом требований законодательства РФ к оценке метрологических характеристик результатов измерений (взамен стандарту UOP910).

2. Рассмотреть возможность разработки национального стандарта по определению общего (органически связанного) азота в СУГ методом хемилюминесценции с учётом требований законодательства РФ к оценке метрологических характеристик результатов измерений (взамен стандарту UOP936).

ООО «НПО «СПЕКТРОН»







Благодарю за внимание!



