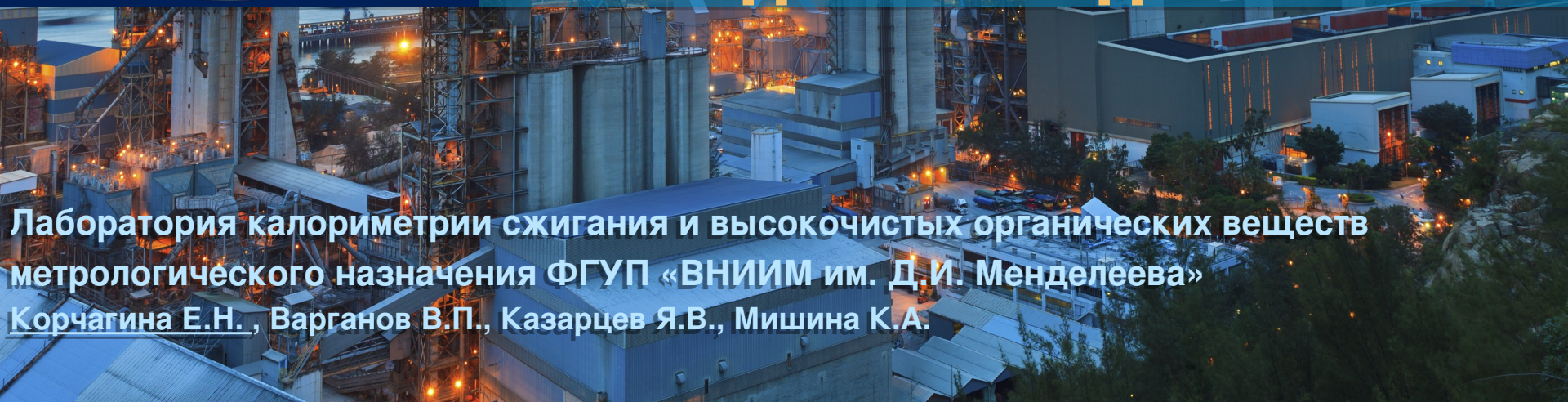


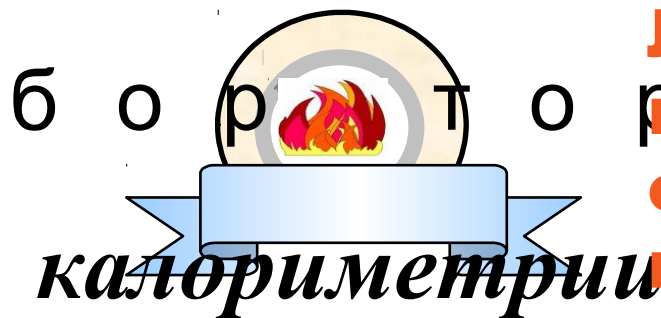
44-е заседание НТКМетр
(сентябрь 2016 г., г. Иркутск)



**О ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ
РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
КАЛОРИЙНОСТИ (ЭНЕРГИИ
СГОРАНИЯ) ГАЗОВОГО ТОПЛИВА В
СФЕРЕ ГАЗОВОЙ КАЛОРИМЕТРИИ,
А ТАКЖЕ ДРУГИХ ВИДОВ ТОПЛИВ**



Лаборатория калориметрии сжигания и высокочистых органических веществ
метрологического назначения ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Корчагина Е.Н., Варганов В.П., Казарцев Я.В., Мишина К.А.

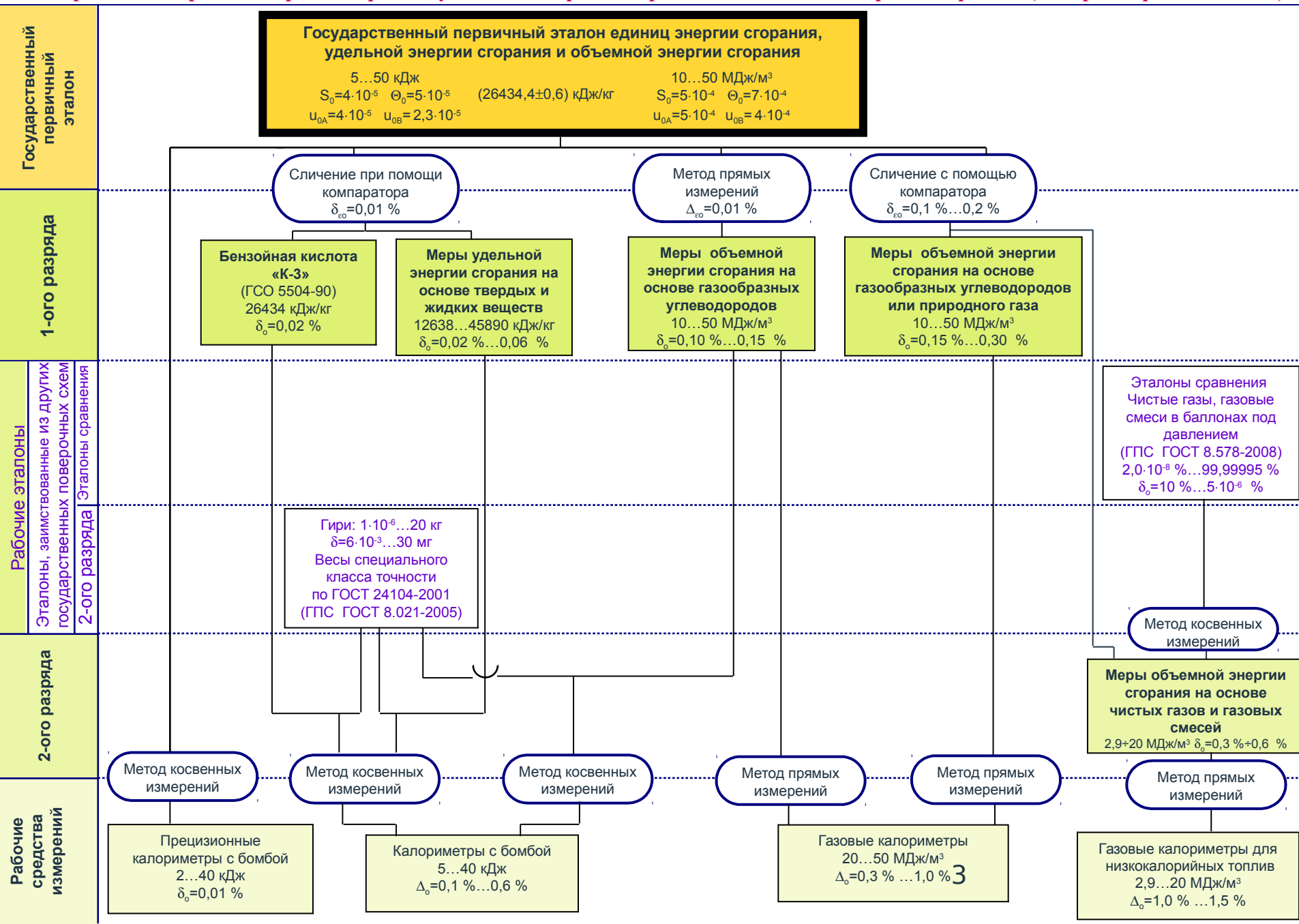


Лаборатория калориметрии и высокочистых органических веществ метрологического назначения



Государственный первичный эталон единиц энергии
сгорания, удельной энергии и объемной энергии
сгорания (ГЭТ 16-2010)

Государственная поверочная схема для средств измерений энергии сгорания, удельной энергии сгорания и объемной энергии сгорания (калориметров сжигания)



СОСТАВ ГЭТ 16

для твердого и жидкого
топлива

для газообразного
топлива

Калориметр
с бомбой
«ВИМ»

Мера удельной
энергии сгорания
бензойная кислота
марки К-1

аппаратура для
получения
высокоочищенной
бензойной кислоты
марки К-1

аппаратура для
определения
суммарной молярной
доли примесей
в бензойной кислоте
марки К-1

Весы Metler Toledo XP 205

Газовый
калориметр
«КАТЕТ»

Разработка
УСВГ, УСНГ
2015-2017

Калориметр
с газовой
горелкой
«В-06АК»-
компаратор








Мера объемной
энергии сгорания
высокоочищенный
метан
(молярная доля
основного компонента,
не менее 99,95%)

входной контроль
чистоты
на ГЭТ 154-2002

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АНАЛОГИ В ОБЛАСТИ ГАЗОВОЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Страна	Россия, ВНИИМ 	LNE, Франция 	PTB, Германия 	KRISS, Корея 
Относительная расширенная неопределенность $U (k = 2)$	$14 \cdot 10^{-4}$	$58 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$36 \cdot 10^{-4}$

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АНАЛОГИ В ОБЛАСТИ БОМБОВОЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Страна	<p>Россия, ВНИИМ</p> 	<p>США, NIST</p> 	<p>Китай, NIM</p> 	<p>Республика а Беларусь,</p> 	<p>Украина, ННЦИМ</p> 	<p>Турция, Tubitak UME</p> 	<p>Румыния, BRML- NIM</p> 
Относительная расширенная неопределенность $U (k = 2)$	$9 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$13 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

**СЛИЧЕНИЯ В РАМКАХ
КООМЕТ
В ОБЛАСТИ БОМБОВОЙ
КАЛОРИМЕТРИИ:**

ТЕМА № 623/RU-A/14

**АНТРАЦИТ, ТОЩИЙ УГОЛЬ,
Н-ДОДЕКАН И МАЗУТ**

**РОССИЯ (ВНИИМ),
БЕЛОРУССИЯ (БЕЛГИМ)**



СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТНИКАХ СЛИЧЕНИЙ

№ участника	Название (сокращенное название) метрологического центра
1	ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (ВНИИМ, Россия)
2	Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ, Республика Беларусь)

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ СЛИЧЕНИЙ

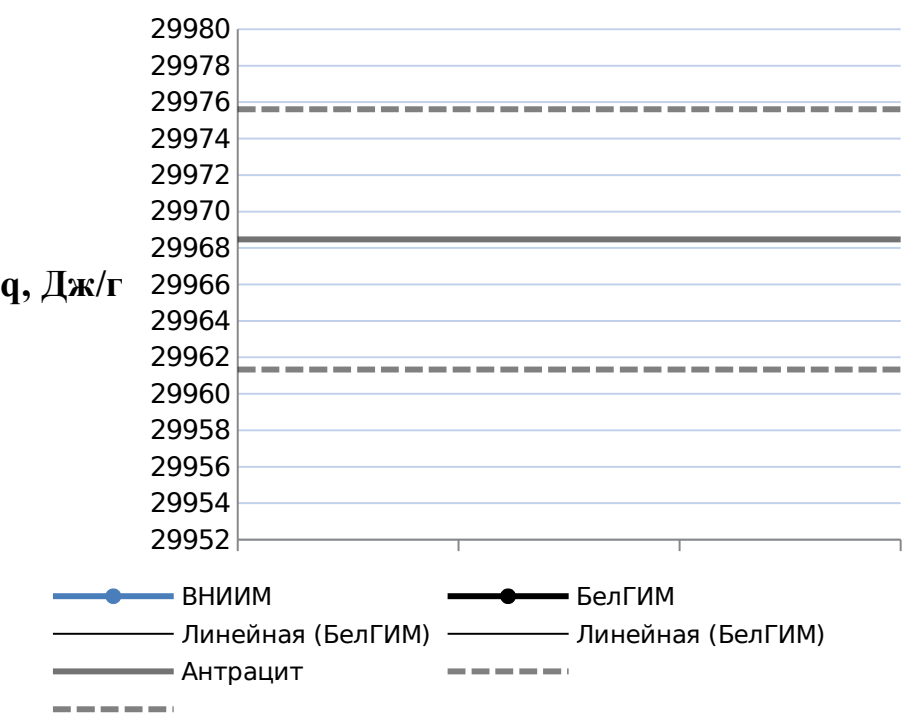
- ☐ В качестве объектов для сличений использованы образцы твердых и жидких топлив: антрацит, тощий уголь, н-додекан и мазут.

Образец для сличений	\bar{x}_{ref}
антрацит	29968,47
тощий уголь	32166,10
н-додекан	47521,02
мазут	43519,40

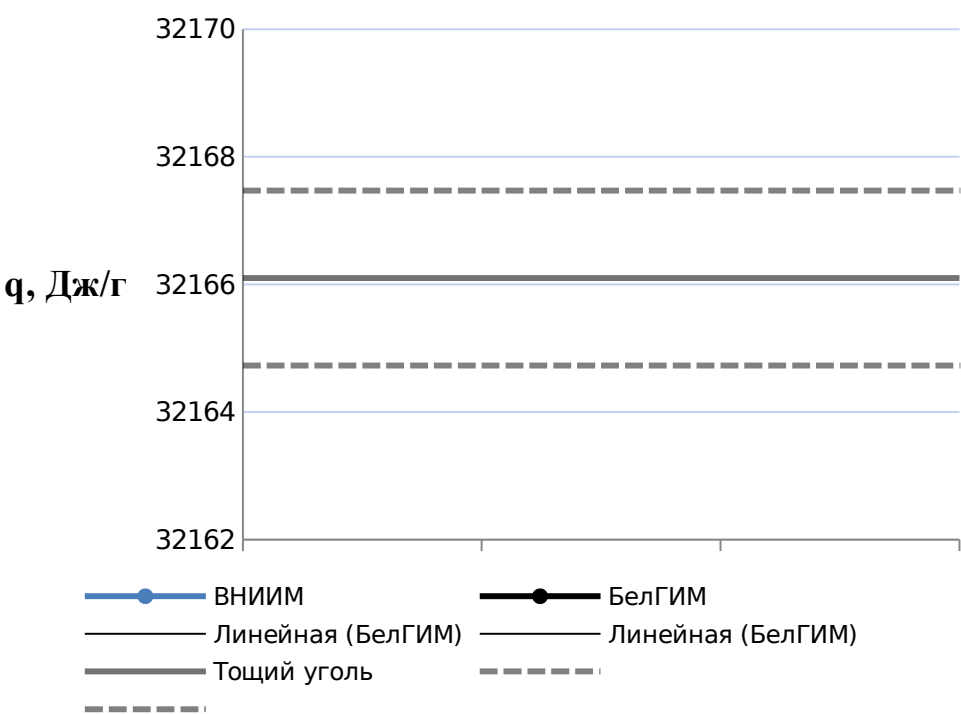
РЕЗУЛЬТАТЫ СЛИЧЕНИЙ КООМЕТ

№ 623/RU-A/14

Удельная энергия сгорания антрацита



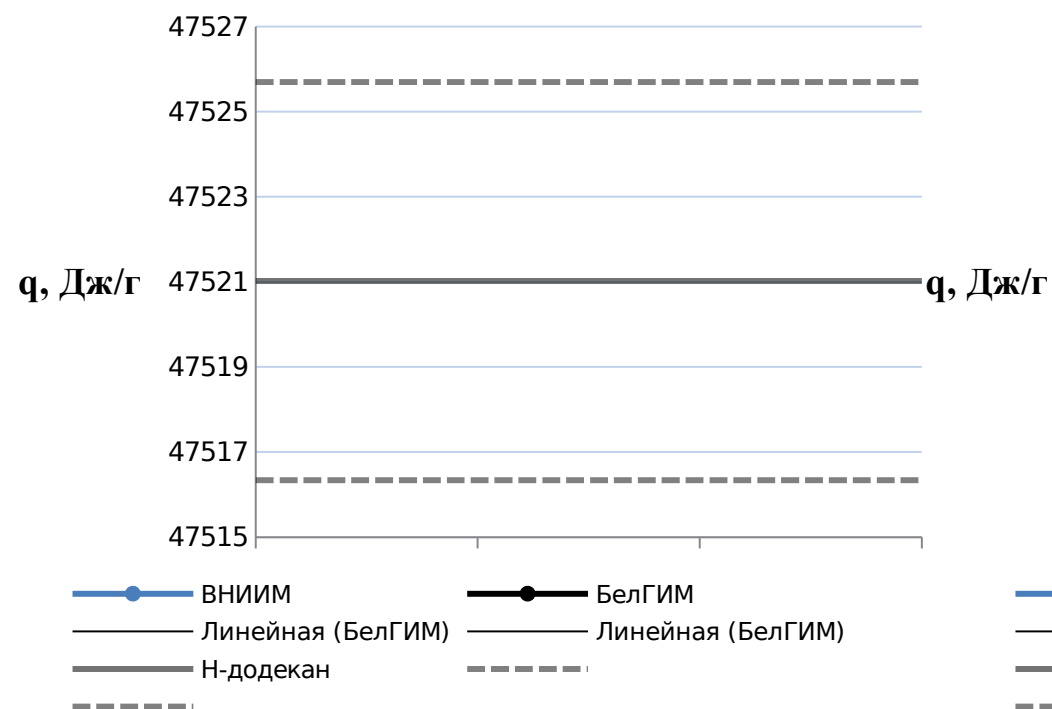
Удельная энергия сгорания тощего угля



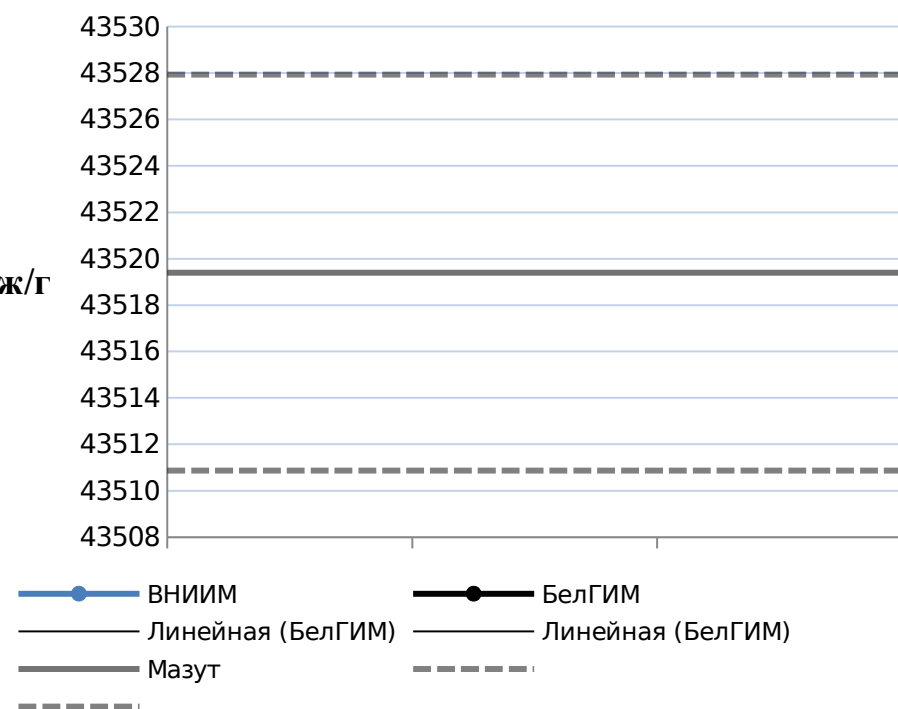
РЕЗУЛЬТАТЫ СЛИЧЕНИЙ КООМЕТ

№ 623/RU-A/14

Удельная энергия сгорания н-додекана

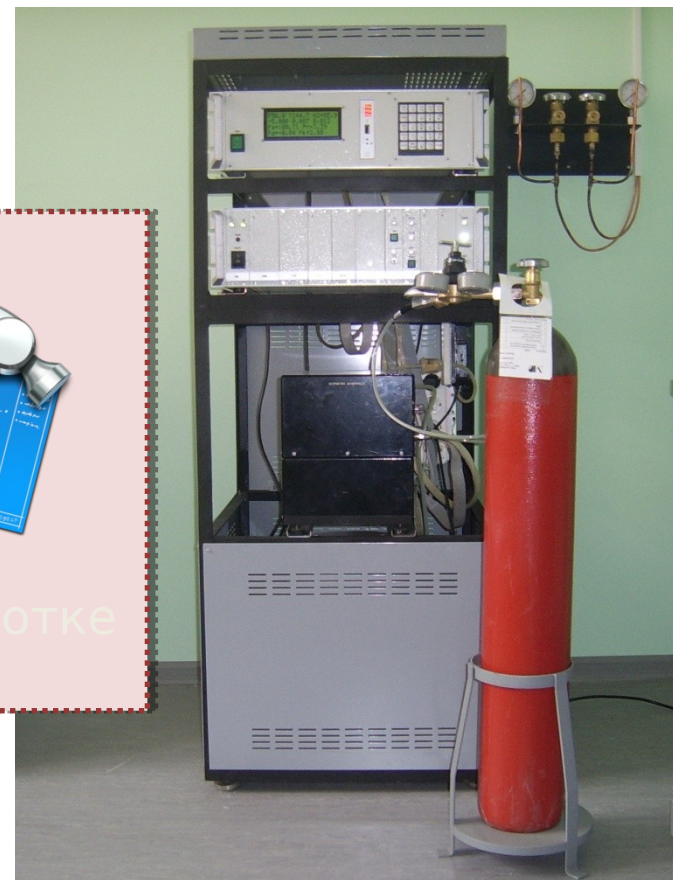


Удельная энергия сгорания мазута



Реализуется новая тема с целью расширения диапазона (3 – 10 и 50 – 90 МДж/м³ измерений объемной энергии сгорания

Изготовлена и исследована калориметрическая установка для сжигания высококалорийного газа предназначенная, в частности, для измерений калорийности нефтяного попутного газа



Попутный нефтяной газ (ПНГ). Постановления Правительства РФ об утилизации ПНГ

Нефтяной газ (попутный): смесь углеводородных и неуглеводородных газов и паров, находящихся как в свободном, так и в растворенном состоянии, выделяющихся из сырой нефти в процессе ее добычи (по ГОСТ Р 8.615-2005 «Измерения количества извлекаемой из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования»).

Поручение Президента РФ № 1461 от 06.08.2007
подготовить комплекс мер по решению проблемы более эффективного использования ПНГ: «довести уровень утилизации ПНГ до среднемирового уровня 95 % к 2011 году».

Постановление правительства РФ от 08.01.2009 № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

В 2015 г. коэффициент полезного использования ПНГ увеличился по сравнению с 2014 г. с 85,5% до 88,2%.

Основной задачей отрасли остается увеличение полезного использования ПНГ до 95%.



Добыча нефти



Нефте-
газовая
смесь

Установка подготовки



НЕФТЬ



ПНГ

95 %



Возможные пути утилизации ПНГ

- Технологический. Закачка в пласт
- Энергетический. Использование на местах для выработки электроэнергии, идущей на нужды нефтепромыслов.
- Нефтехимический. Переработка на ГПЗ с получением:

СОГ - **сухой отбензиненный газ** (состоит в основном из CH_4 , с добавкой C_2H_6 и, в допустимых для транспортировки в трубопроводе количествах, более тяжелых фракций);

ШФЛУ - **широкая фракция лёгких углеводородов** - сырьё для производства: каучуков, пластмасс, компонентов высокооктановых бензинов и др.;

СГБ - **Стабильный газовый бензин** (аналогичный прямогонному бензину в нефтепереработке);

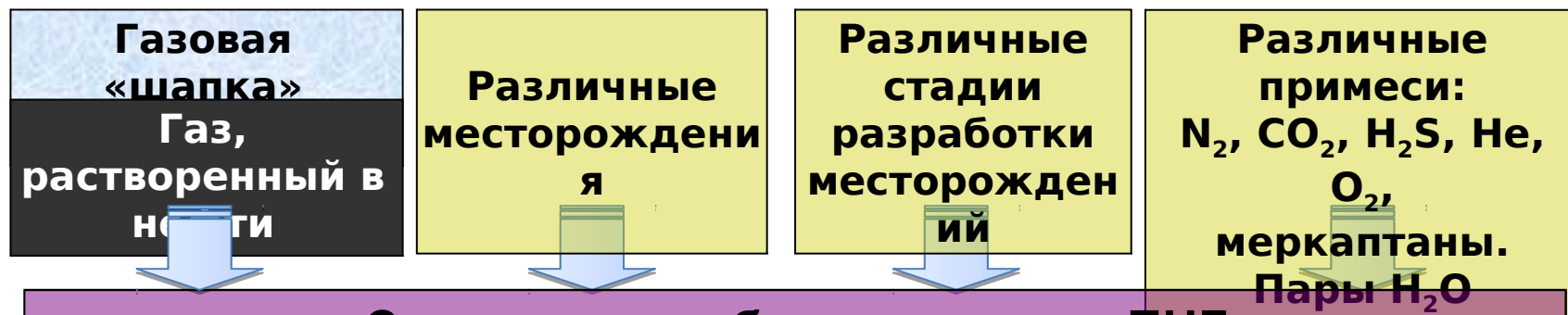
Газового моторного топлива (автомобильный пропан-бутан);

Криогенная переработка. СУГ - **Сжиженный углеводородный газ** для

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНГ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ



Влияние состава ПНГ на его калорийность



Сильное «колебание» состава ПНГ

Компонент	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	N_2	CO_2	Примеси
Ср. содержание, %	40-80	4-20	4-18	2-10	1-5	1,5-2,0	0,2-1,0	до 20 %

Газохроматографический метод определения калорийности?

Использование метода прямого калориметрического измерения теплоты сгорания ПНГ

Теплота сгорания ПНГ и метрологические характеристики газовых калориметров в составе ГПЭ единиц энергии сгорания (ГЭТ 16-2010)

ПНГ имеет высокую теплоту сгорания от 34 до 70 МДж/м³

Метрологические характеристики газовых калориметров в составе ГПЭ единиц энергии сгорания (ГЭТ 16-2010)

Характеристика	«КАТЕТ»	«В-06АК»
Диапазон	10-50 МДж/м ³	
Погрешность воспроизведения единицы абсолютным методом	$14 \cdot 10^{-4}$	—
Погрешность передачи единицы	$16 \cdot 10^{-4}$	$22 \cdot 10^{-4}$

Метрологические задачи, связанные с измерениями объемной теплоты сгорания (ОТС) ПНГ прямым калориметрическим методом

Эталонный уровень

1 этап: Расширение диапазона измерений ОТС

*Создание нового
газового
калориметра в
составе ГЭТ 16-
2010
с диапазоном
измерений ОТС
от 50 до 90
МДж/м³*

Методические вопросы
измерений объемной
теплоты
сгорания ПНГ

*Разработка
новых методик
расчета ОТС ПНГ
в области газовой
хроматографии*

Результаты исследований метрологических и технических характеристик УСВГ

Исследуемый газ/смесь	Опорное значение низшей ОТС* <i>H_{оп.}</i> , МДж/м ³	Измеренное значение низшей ОТС** <i>H_{изм.}</i> , МДж/м ³	$\delta = \frac{ H_{изм.} - H_{оп.} }{H_{изм.}} \cdot 100\%$
1 Газовые смеси средней калорийности (диапазон ПГ):			
1.1 ИПГ (метан - 97,49, этан - 0,98, пропан - 0,29, бутан - 0,14, пентан (и выше) - 0,6, азот - 0,97, углекислый газ - 0,05 мол. %)	33,69	33,68	-0,04
1.2 Газовая смесь (метан + пропан - 12,3 мол. %)	39,83	39,79	-0,09
1.3 Газовая смесь (метан + водород - 2,044 мол. %)	32,95	32,88	-0,21
1.4 Газовая смесь (метан - 95,918 мол. %) + азот) - смесь для внутрилабораторных сличений эталонных калориметрических установок в состве ГЭТ 16-2010	32,06	32,05	-0,03
* - результаты расчета объемной теплоты сгорания газов, полученные по методике, изложенной в ГОСТ 31369-2008 (ISO 6976:1995);			
** - среднее арифметическое значение, полученное путем обработки массива результатов единичных измерений в конкретной серии.			

Результаты исследований метрологических и технических характеристик УСВГ

Исследуемый газ/смесь	Опорное значение низшей ОТС* , МДж/м ³	Измеренное значение низшей ОТС** $H_{изм.}$, МДж/м ³	$\delta = \frac{ H_{изм.} - H_{оп.} }{H_{изм.}} \cdot 100\%$
2 Высококалорийные газовые смеси (диапазон ПНГ):			
2.1 Имитатор ПНГ (метан - 25,55, этан - 54,57, пропан - 10,13, н-бутан - 3,96 мол. %)	59,28	59,34	0,10
2.2 Имитатор ПНГ (метан - 46,37, этан - 40,35, пропан - 10,13, н-бутан - 2,55, н-пентан - 0,6 мол. %)	51,97	51,91	-0,12
2.3 Имитатор ПНГ (метан - 1,57, этан - 75,00, пропан - 18,72, бутан - 4,69 мол. %)	66,82	66,84	0,02
2.4 Имитатор ПНГ (метан - 11,43, этан - 55,0, пропан - 20,0, бутан - 8,0, пентан - 4,05, гексан - 1,5, азот - 0,01, углекислый газ - 0,01 мол. %)	71,03	70,98	-0,08

* - результаты расчета объемной теплоты сгорания газов, полученные по методике, изложенной в ГОСТ 31369-2008 (ISO 6976:1995);

** - среднее арифметическое значение, полученное путем обработки массива результатов единичных измерений в конкретной серии.

Метрологические задачи, связанные с измерениями объемной теплоты сгорания (ОТС) ПНГ прямым калориметрическим методом

Эталонный уровень

2 этап: Сличения 2-х методов с последующей аттестацией методики расчета ОТС ПНГ в области газовой хроматографии



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Лаборатория калориметрии сжигания и
высокоочищенных органических веществ
метрологического назначения
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Руководитель лаб.: Корчагина Елена Николаевна

E-mail: E.N.Korchagina@vniim.ru

Корчагина Е.Н.

Адрес: 190005, Россия, С-Пб., Московский пр., 19

Раб. тел. (812) 323-96-39, факс (812) 713-01-14