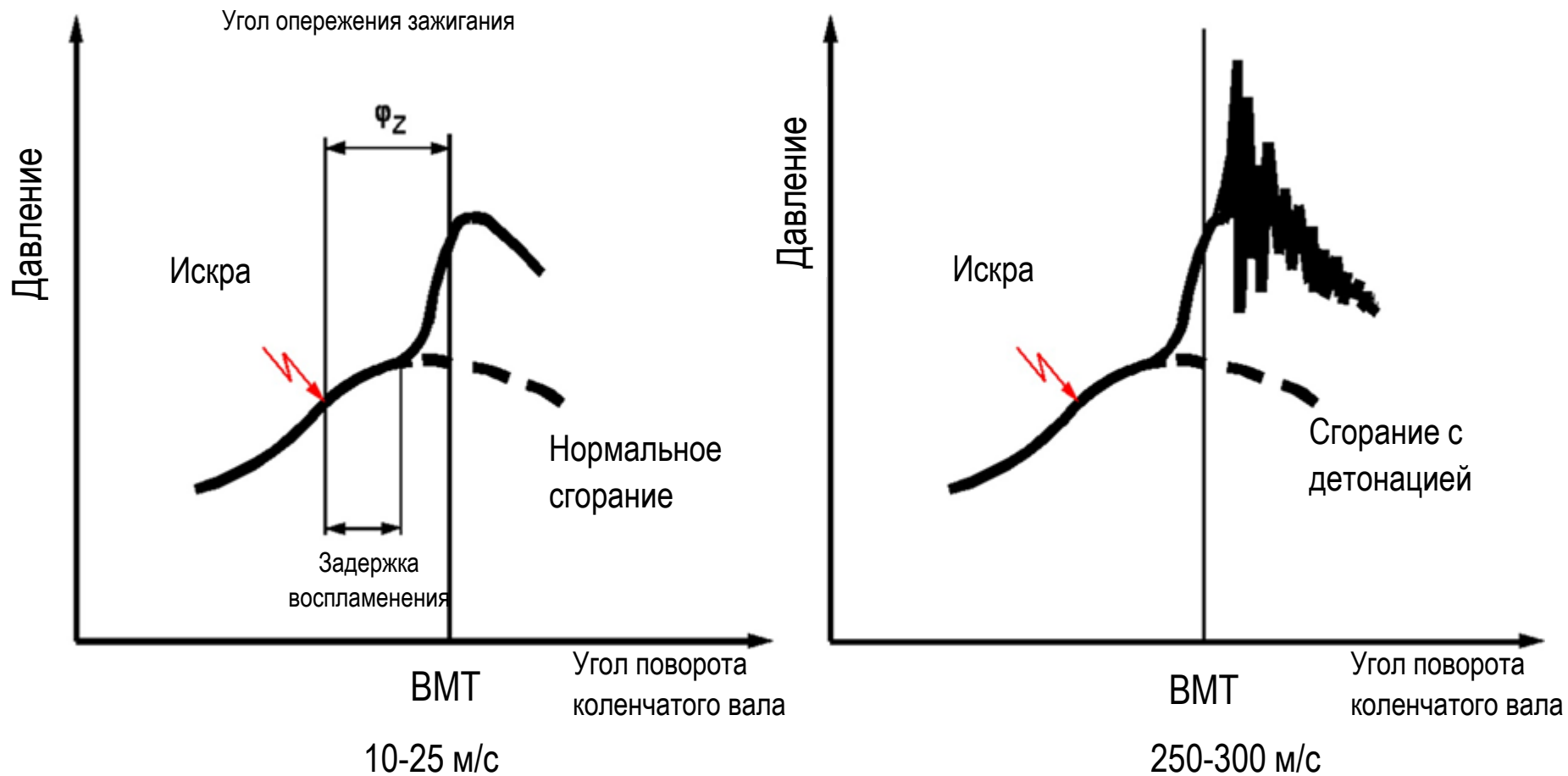


МЕТАНОВОЕ ЧИСЛО – НОВЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ОПИСАНИИ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА

**З.М. Юсупова, к.х.н.,
ответственный секретарь ТК 052/МТК 52,
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»**

- 1879 год – выпуск первого двухтактного газового двигателя, который успешно работал при длительной эксплуатации;
- 1883 год – началось серийное производство двухтактных газовых двигателей;
- 1886 год – был создан оснащенный газовым двигателем автомобиль, запатентованный под номером DRP 37435
- ...
- В начале XXI века мировой парк автомобилей превысил 500 миллионов.
- В Российской Федерации ежегодно растет парк автомобилей, использующих в качестве топлива природный газ. Принят ряд программ по развитию газомоторного парка в стране, особенно в области городского общественного транспорта, коммунальной техники, сельскохозяйственной техники, ж/д транспорта, планируется расширение дорожной заправочной и сервисной инфраструктуры, развитие технического регулирования при использовании природного газа в качестве моторного топлива (Распоряжение от 13 мая 2013 г. №767-р.)

Детонационная стойкость



Характеристика детонационной стойкости

Октановое число по моторному методу

motor octane number (MON) ISO/TR 22302:2014

Числовая оценка сопротивления детонации, полученная путем сравнения интенсивности детонации исследуемого топлива с интенсивностью эталонного топлива при испытаниях обоих в стандартизированном двигателе CFR, работающем в определенных условиях

Показатель «Расчетное октановое число (по моторному методу)» вошел в требования:

- ГОСТ 27577-2000 Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия
- ГОСТ Р 56021-2014 Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок (марка В)

Методы определения октанового числа природного газа приведены в стандартах:

- ГОСТ 27577-2000 Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия
- ISO 15403-1:2006 Natural gas – Natural gas for use as a compressed fuel for vehicles –Part 1:Designation of the quality Природный газ – Компримированный природный газ для применения в качестве автомобильного топлива. Часть 1. Обозначение качества
- ISO/TR 22302:2014 Natural gas – Calculation of methane number Природный газ – Определение метанового числа

ГОСТ 27577-2000:

$$POЧ = \frac{\sum_i^n OЧ_i C_i}{\sum_i^n C_i},$$

где $OЧ_i$ -октановое число i -того компонента газа

C_i - объемная доля i -того компонента газа

n – количество горючих компонентов газа, определенных анализом

Определение октанового числа



Установка Waukesha
Для определения ОЧ
(исследовательским и
моторным методами) жидких
топлив в соответствии с
АСТМ Д 2699 Стандартный
метод испытаний для
исследования октанового
числа топлива двигателя с
искровым зажиганием

ISO 15403-1:2006 и ISO/TR 22302:2014

Методы GRI

1. Метод линейных коэффициентов

$$MON = 137,78x_1 + 29,948x_2 - 18,193x_3 - 167,062x_4 + 181,233x_5 + 26,994x_6$$

где x - молярная доля соответствующего компонента газа

Число	1	2	3	4	5	6
Компонент	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO ₂	N ₂
Ограничение	≥75	≤14	≤25	≤11	≤14	≤14

2. Метод соотношения водород/углерод

$$MON = -406,14 + 508,04 R - 173,55 R^2 + 20,17 R^3$$

где R - отношение числа атомов водорода к числу атомов углерода

$$MN = 1,445 MON - 103,42$$

$$MON = 0,679 MN + 72,3$$

Метановое число – метод AVL (Австрия)

AVL (List Anstalt für Verbrennungsmotoren Prof. H. List) в 1968-1971 годах проводил исследования на стендовом четырехтактном двигателе Waukesha.

Параметры проведения испытаний:

Четырехтактный двигатель с подвижной крышкой цилиндра со степенью сжатия – 4...21

Частота вращения..... $n = 900$ мин-1

Угол опережение зажигания..... $\alpha_i = 15^\circ$

Соотношение воздуха для горения $\lambda = 1$

Температура воздуха на впуске $T_i = 20^\circ\text{C}$

Температура охлаждающей воды на выходе $T_w = 80^\circ\text{C}$

Интенсивность детонации $KI = 50$

Результат: предложена метановая шкала для оценки детонационной стойкости газов получена серия тройных диаграмм для на основе экспериментальных данных, разработана методика расчета метанового числа природного газа и его смесей. Метод расчета распространяется на газы, содержащие монооксид углерода, этилен и пропилен. Высшие углеводороды C_5+ рассматриваются как бутаны.

Метановое число

methane number MN

Показатель, характеризующий детонационную стойкость газового моторного топлива, численно равный объемному процентному содержанию метана в смеси с водородом, при котором эта смесь эквивалентна по детонационной стойкости исследуемому топливу в стандартных условиях испытаний

Метан – 100; Водород – 0; Этан – 44; Пропан – 32; н-бутан - 10

$MЧ (CO_2\ 50\% + H_2\ 50\%) = MЧ (CH_4),$

$MЧ (N_2\ 60\% + H_2\ 40\%) = MЧ (CH_4)$

$MЧ (50\% CO_2\ и\ 50\% CH_4) = 150$

$MЧ (50\% N_2\ и\ 50\% CH_4) = 135$

Методы определения метанового числа

MWM (Германия- Австрия)
NPL (Великобритания)
CARB (США)
CWI (Cummins Westport, США)
Caterpillar GERP (Германия)
LEC-GPN (Германия)
WKI (США)
.....

Показатель «Расчетное метановое число» вошел в требования:

- ТР ЕАЭС 046/2018 «О безопасности газа горючего природного, подготовленного для транспортирования и (или) использования»
- Проект ГОСТ 27577-20XX Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия
- Проект ГОСТ XXXXX-20XX Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия
- EN 16726:2015+A1:2018 Gas infra-structure - Quality of gas - Group H

Метод вычисления метанового числа стандартизован в документах:

EN 16726:2015+A1:2018 Gas infra-structure - Quality of gas - Group H (Annex A);

ASTM D8221-18a Standard Practice for Determining the Calculated Methane Number (MNC) of Gaseous Fuels Used in Internal Combustion Engines

ISO/TR 22302:2014 Natural gas – Calculation of methane number;

Метановое число – новый показатель качества природного газа,
используемого в описании качества моторного топлива

EN 16726:2015+A1:2018 Gas infra-structure - Quality of gas - Group H (Annex A)

Метод основан на оригинальных данных исследовательской программы, выполненной австрийско-немецкой компанией AVL Deutschland GmbH для FVV (the Research Association for Combustion Engines), с учетом поправок (доработок), принятых MWM GmbH (Германия).

Область применения: газовое топливо, содержащее компоненты, характерные для природного газа, а также этилен, пропилен, бутилен, бутадиен, оксид углерода.

Содержанием кислорода и паров воды пренебрегается.

На основе метода вычисления МЧ, приведенного в EN 16726:2015+A1:2018 Gas infra-structure - Quality of gas - Group H (Annex A), разработана методика вычисления метанового числа природного газа на основе известного компонентного состава.

Методика приведена в проекте стандарта:

ГОСТ «Газ горючий природный. Определение метанового числа»

Исходные данные:

Наименование компонента	Диапазоны значений молярной доли компонента, %
Метан	От 40 до 99,97 включ.
Этан	От 0,01 до 15 включ.
Пропан	От 0,01 до 6 включ.
и-Бутан	От 0,001 до 4 включ.
н-Бутан	От 0,001 до 4 включ.
нео-Пентан	От 0,001 до 0,05 включ.
и-Пентан	От 0,001 до 2 включ.
н-Пентан	От 0,001 до 2 включ.
Углеводороды C ₆₊	От 0,001 до 1,5 включ.
Диоксид углерода	От 0,005 до 10 включ.
Азот	От 0,005 до 15 включ.

Примечание – Молярные доли кислорода, гелия, водорода, водяных паров и прочих компонентов, не указанных в данной таблице, не учитывают.

Методика определения МЧ природного газа

Вычисление метанового числа природного газа на основе его компонентного состава выполняют в пять этапов:

- компонентный состав природного газа упрощают путем его преобразования в смесь, включающую только метан, этан, пропан и бутаны (упрощенная смесь); пентаны и углеводороды с числом атомов углерода более 5 (C₆+) включают в бутаны в соответствии с алгоритмом, приведенным в 5.2.
- упрощенную смесь далее разделяют на трехкомпонентные смеси, которые выбирают в установленном порядке до тех пор, пока все компоненты упрощенной смеси не будут представлены как минимум в двух трехкомпонентных смесях;
- корректируют доли компонентов выбранных трехкомпонентных смесей, чтобы минимизировать разницу между метановыми числами, вычисленными для этих смесей;
- рассчитывают метановое число упрощенной смеси как средневзвешенное значение метановых чисел, вычисленных в соответствии с требованием предыдущего перечисления;
- вычисляют метановое число газомоторного топлива, делая поправку к метановому числу упрощенной смеси в связи наличием азота и диоксида углерода в исходном составе природного газа.

- 1-я редакция проекта стандарта направлена на рассмотрение в ТК 52;
- проект стандарта планируется направить на рассмотрение в МТК 52 в ноябре 2019 года;
- направление окончательной редакции на рассмотрение членов ТК 52 планируется в апреле 2020 года.

Метод вычисления метанового числа, приведенный в настоящем стандарте, может быть использован при разработке программного обеспечения

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !