

УДК 621.182.9

ВЛИЯНИЕ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ МЕСТНОСТИ НА РАСЧЕТНЫЙ ОБЪЕМ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

INFLUENCE OF BAROMETRIC PRESSURE OF LOCALITY ON CALCULATED VOLUMES OF COMBUSTION PRODUCTS OF FUEL

©**Мухиддинов П. М.**,

канд. техн. наук,

директор группы реализации проектов строительства энергетических сооружений при Президенте Республики

Таджикистан,

г. Душанбе, Таджикистан

©**Mukhiddinov P.**,

Ph.D., Director of Construction Projects Implementation Group power facilities under the President of the Republic Tajikistan,

Dushanbe, Tajikistan

©**Назаров С. М.**,

Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,

г. Душанбе, Таджикистан

©**Nazarov S.**,

Tajik Technical University named after M.S. Osimi,

Dushanbe, Tajikistan

©**Иброхимов А.**,

Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,

г. Душанбе, Таджикистан,

©**Ibrokhimov A.**,

Tajik Technical University named after M.S. Osimi,

Dushanbe, Tajikistan

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы анализа эффективного сжигания топлива, которые до сих пор остаются актуальными и в настоящее время. При расчете горения топлива определяют количество расходуемого при сжигании воздуха, количество и состав образующихся продуктов горения. Эти расчеты могут быть выполнены по данным элементарного состава топлива на основе уравнений горения. Поэтому количество водорода, находящегося в топливе, при определении потребного количества кислорода уменьшают на величину.

Abstract. The article discusses the issues of analysis of effective fuel combustion remain relevant at the present time. When calculating the combustion of the fuel, the amount of combustion air consumed, the amount and composition of the combustion products formed is determined. These calculations can be performed according to the fuel elemental data on the basis of the combustion equations. Therefore, the amount of hydrogen present in the fuel, when determining the required amount of oxygen, is reduced by an amount.

Ключевые слова: горение, воздух, термодинамический анализ, топливо, потери теплоты с уходящими газами, объем воздуха, плотность.

Keywords: combustion, air, thermodynamic analysis, fuel, heat losses with outgoing gases, air volume, density.

Если известен элементарный состав рабочей массы топлива, можно теоретически определить количество воздуха, необходимого для горения топлива, и количество образующихся дымовых газов [1-5]. Количество воздуха, для горения, вычисляют в кубических метрах при нормальных условиях (0°C и 760 мм рт. ст) для 1 кг твердого топлива и для 1 м³ газообразного. Теоретический объем сухого воздуха для полного сгорания 1 кг твердого и жидкого топлива теоретический необходимый объем воздуха, м³/кг, находят делением массы израсходованного кислорода на его плотность при нормальных условиях $\rho_{O_2}^H = 1,429$ кг/м³ и на 0,21, так как в воздухе содержится 21% кислорода:

$$V_B^0 = \frac{\frac{32}{12}C^p + \frac{32}{32}S_L^p + \frac{32}{4}H^p - O^p}{100 \cdot 1,429 \cdot 0,21} \quad (1)$$

или
$$V_B^0 = 0,0889(C^p + 0,3755S_L^p) + 0,265H^p - O^p \quad (2)$$

Вводя обозначение $C^p + 0,3755S_L^p = K^p$, получим

$$V_B^0 = 0,0889K^p + 0,265H^p - 0,0333O^p \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3)$$

где K^p — приведенное количество углерода.

Для полного сгорания 1 м³ сухого газообразного топлива необходимый объем воздуха, м³/м³,

$$V_B^0 = 0,0476 \left[0,5(CO + H_2) + 1,5H_2S + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - O_2 \right] \quad (4)$$

В приведенных формулах содержание элементов топлива выражается в процентах по массе, а состав горючих газов CO, H_2, CH_4 и др. — в процентах по объему; $C_m H_n$ — углеводороды, входящие в состав газа. Теоретический объем дымовых газов. При полном сгорании топлива дымовые газы, уходящие из топки, содержат: двуокись углерода CO_2 , водяные пары H_2O (образующиеся при сгорании водорода топлива), сернистый ангидрид SO_2 , азот N_2 — нейтральный газ, поступивший в топку с кислородом воздуха, азот из состава топлива N_2 , а также кислород избыточного воздуха O_2 . При неполном сгорании к указанным элементам добавляются еще окись углерода CO , водород H_2 и метан CH_4 . Для удобства подсчетов продукты сгорания разделяют на сухие газы и водяные пары. Объем сухих трехатомных газов находится делением масс газов CO_2 и SO_2 на их плотность при нормальных условиях. Объем газов, получающийся при сжигании 1 кг топлива, определяется по реакциям горения и их выражениям в киломолях

$$V_{RO_2} = \frac{M_{CO_2}}{\rho_{CO_2}^H} + \frac{M_{SO_2}}{\rho_{SO_2}^H} = \frac{44 \cdot C^p}{12 \cdot 100} + \frac{64 \cdot S_L^p}{32 \cdot 100} = 1,866 \frac{C^p + 0,3755S_L^p}{100} = 1,866 \frac{K^p}{100} \text{ м}^3/\text{кг} \quad (5)$$

где $\rho_{CO_2}^H = 1,94$ и $\rho_{SO_2}^H = 2,86 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ — плотности двуокиси углерода и сернистого газа при нормальных условиях.

Теоретический объем азота, м³/кг, находящегося в воздухе и топливе:

$$V_{N_2} = \left(\frac{V_B^0}{100} \cdot 79 \right) + \frac{N^p}{100\rho_{N_2}} = 0,79V_B^0 + \frac{N^p}{100 \cdot 1,25} = 0,79V_B^0 + 0,8 \frac{N^p}{100} \quad (6)$$

где V_B^0 — теоретический объем воздуха, необходимый для горения; 0,79 — процентное содержание азота в воздухе по объему; $\rho_{N_2} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ — плотность азота.

Теоретический объем водяных паров состоит из объема паров, $\text{м}^3/\text{кг}$, полученных в результате сжигания водорода и испарения влаги топлива:

$$\frac{\left(\frac{36 \cdot H^p}{4 \cdot 100} \right) + \frac{W^p}{100}}{\rho_{H_2O}} = 0,111H^p + 0,0124W^p \quad (7)$$

где $\rho_{H_2O} = 0,805 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ — плотность водяных паров; H^p, W^p — водород и влага рабочего топлива; из объема водяных паров, $\text{м}^3/\text{кг}$, поступающих с воздухом:

$$\frac{V_B^0 d / 1000}{0,805} = 0,0161V_B^0 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (8)$$

где $d = 13 \text{ г}/\text{м}^3$ — влагосодержание воздуха, поступающего при сжигании твердого и жидкого топлив;

из объема форсуночного пара для распыления 1 кг мазута, принимается $W_\phi = 0,3 - 0,4 \text{ кг}$

Полный теоретический объем водяных паров, $\text{м}^3/\text{кг}$

$$V_{H_2O}^0 = (0,111H^p) + 0,0124W^p + 0,0161V_B^0 + 1,24W_\phi \quad (9)$$

где H^p, W^p — водород и влага рабочего топлива, % по массе.

При избытке дымовых газов, $\text{м}^3/\text{кг}$

$$V_{H_2O} = 0,0161V_B^0(\alpha - 1) \quad (10)$$

Полный объем дымовых газов, $\text{м}^3/\text{кг}$

$$V_\Gamma = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + V_B^0(\alpha - 1) \quad (11)$$

При сжигании газообразного топлива теоретический объем азота, $\text{м}^3/\text{м}^3$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot V_B^0 + N_2/100 \quad (12)$$

Объем сухих трехатомных газов, $\text{м}^3/\text{м}^3$

$$V_{RO_2} = 0,01(CO_2 + CO + H_2S + \sum m C_m H_n) \quad (13)$$

Теоретический объем водяных паров, $\text{м}^3/\text{м}^3$

$$V_{H_2O} = 0,01 \left(H_2S + H_2 + \sum \frac{n}{2} C_m H_n + 0,124d \right) + 0,0161V_B^0 \quad (14)$$

где $d = 10 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ — влагосодержание газообразного топлива, отнесенное к 1 м^3 сухого газа.

Для условий города Душанбе (барометрическое давление — 690 мм рт. ст.) отличающихся от нормальных условий (давление 760 мм рт. ст.) произведем пересчет плотности газовых компонентов продукта сгорания твердого топлива по закону Бойля-Мариотта:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{p_1}{p_2} \quad (15)$$

Откуда

$$\rho_2 = \rho_1 \frac{p_2}{p_1} \quad (16)$$

тогда

$$\rho_{CO_2}^{690} = \rho_{CO_2}^{760} \frac{690}{760} = 1,946 \cdot 0,9078 = 1,77 \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_{O_2}^{690} = \rho_{O_2}^{760} \frac{690}{760} = 1,429 \cdot 0,9078 = 1,297 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{SO_2}^{690} = \rho_{SO_2}^{760} \frac{690}{760} = 2,86 \cdot 0,9078 = 2,596 \text{ кг/м}^3,$$

Теоретический объем сухого воздуха для полного сгорания 1 кг твердого топлива в котлах расположенных в городе Душанбе (0°C и 690 мм рт. ст.)

$$V_B^{690} = \frac{\frac{32}{12} C^p + \frac{32}{32} S_{л}^p + \frac{32}{4} H^p - O^p}{100 \cdot 0,21 \cdot 1,297} = \frac{2,666 + S_{л}^p + 8H^p - O^p}{100 \cdot 0,21 \cdot 1,297} = 0,0979K^p + 0,293H^p - 0,0367O^p$$

Объем трехатомных газов

$$V_{RO_2}^{690} = \frac{M_{CO_2}}{\rho_{CO_2}^{690}} + \frac{M_{SO_2}}{\rho_{SO_2}^{690}} = \frac{44 \cdot C^p}{12 \cdot 100} + \frac{64 \cdot S_{л}^p}{32 \cdot 100} = 2,071 \cdot \frac{C^p + 0,269S_{л}^p}{100}$$

Таким образом, давление местности влияет на расчетные объемы продуктов сгорания топлива, в частности для города Душанбе теоретический объем сухого воздуха для полного сгорания топлива выше, чем рассчитываемый при нормальных условий.

Список литературы:

1. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) / под ред. Г. М. Каган. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.
2. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел Ф. С. Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
3. Юдаев Б. Н. Теплопередача М.: Высшая школа, 1973, 360 с.
4. Ривкин С. Л., Александров А. А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. 2-е изд., перераб., и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984, 80 с.
5. Роддатис К. Ф. Котельные установки. М: Энергия, 1975.

References:

1. Kagan, G. M. (ed.). (1998). Heat calculation of boilers (Normative method). 3rd ed., Revised and additional. St. Petersburg, NPO CKTI, 256

2. Isachenko, V. P., Osipova, V. A., & Sukomel, F. S. (1981). Heat transfer. Moscow, Energoizdat, 416
3. Yudaev, B. N. (1973). Heat Transfer. Moscow, Higher School, 360
4. Rivkin, S. L., & Aleksandrov, A. A. (1984). Thermodynamic properties of water and water vapor. Directory. 2 nd ed., Revised and additional. Moscow, Energoatomizdat, 80
5. Roddatis, K. F. (1975). Boiler installations. Moscow, Energy

*Работа поступила
в редакцию 25.02.2018 г.*

*Принята к публикации
28.02.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Мухиддинов П. М., Назаров С. М., Иброхимов А. Влияние барометрического давления местности на расчетный объем продуктов сгорания топлива // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №3. С. 170-174. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/mukhiddinov> (дата обращения 15.03.2018).

Cite as (APA):

Mukhiddinov, P., Nazarov, S., & Ibrokhimov, A. (2018). Influence of barometric pressure of locality on calculated volumes of combustion products of fuel. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (3), 170-174