

Конечно, единство это диалектично. Диалектика эта зависит от человека лишь в частности. К примеру, люди начала XX века понятия не имели о многих научных открытиях нашей современности. Но основе своей, в стратегии, развитие бытия надчеловечно, поскольку эмпатически триедино.

Высказанное нами суждение об энергетической эффективности как о человеческом факторе ставит перед обществом проблему практического использования идеи триединой эмпатии в творчестве учёных, изобретателей, поэтов, в любом труде, в том числе и вузовском. Ведь это творчество и этот труд – тоже проявление энергии. Нужна ли нам эмпатическая идея? Может, мы добьёмся роста энергетической эффективности и без неё? От ответа на этот вопрос обществу, как нам кажется, не уйти.

**Горбачёва М.Г.**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СПОСОБА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВ**

*Брестский государственный технический университет, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

Пульсирующее горение – высокофорсированный процесс горения различных видов топлив, происходящий за счет периодических изменений во времени и пространстве физических, химических и аэродинамических параметров (давления, температуры, концентрации реагирующих веществ, конфигурации факела, светимости, скорости потоков). Резкое повышение тепловыделения при пульсирующем горении может быть использовано для создания высокофорсированных огневых аппаратов. Наряду с высокими теплотехническими достоинствами при этом способе сжигания отмечается понижение требований к топливу, гибкость компоновочных решений топочных устройств, коагулирующее воздействие на частицы.

Многочисленными исследованиями [1, 2] подтверждается отсутствие вредных выбросов в атмосферу, то есть снижение негативного воздействия на окружающую среду, так как при пульсирующем горении продукты сгорания не содержат недожогов в виде CO, H<sub>2</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, также CO<sub>2</sub> и окислов азота NO<sub>x</sub>.

Низкое содержание окислов азота в дымовых газах при пульсирующем горении можно проследить на примерах работы воздухоподогревателя, теплогенератора, разжижителя битума, созданных в Брестском государственном техническом университете [3, 4], и составляет (35,7÷75) мг/м<sup>3</sup> в зависимости от тепловой нагрузки.

В стационарных топочных устройствах NO<sub>x</sub>=250-400 мг/м<sup>3</sup>.

Известно, что концентрация окислов азота в продуктах горения топлив зависит от температуры факела, времени пребывания газов в зоне высоких температур, содержания кислорода [1]:

$$C_{\text{NO}} = 4,6\sqrt{C_{\text{O}_2}C_{\text{N}_2}} \cdot \exp\left(-\frac{21500}{t}\right) \quad (1)$$

где C<sub>O<sub>2</sub></sub>, C<sub>N<sub>2</sub></sub> – содержание кислорода и азота.

t – средняя температура в зоне реакции. Из [2] видно, что наибольшее влияние на образование окислов азота оказывает температура.

В [4] показано, что при пульсирующем горении температура процесса несколько ниже, чем при стационарном.

В самом деле, кинетическая энергия элементарной массы потока:

$$dE = 0,5w^2 dm$$

где  $dm = \rho dV = \rho S w dt$ ,  $\rho$  – плотность газа,  $V$  – объём газа,  $S$  – поперечное сечение потока,  $t$  – время,  $w$  – скорость газа.

Тогда кинетическая энергия пульсирующего потока:

$$E_n = \frac{1}{2} \frac{\rho S}{\omega} \int_0^{2\pi} (W_{cp} + W_a \sin \omega \tau) d(\omega \tau) = \frac{1}{2} \rho S T W_{cp}^3 + \frac{3}{4} \rho S T W_{cp} W_a^3 \quad (2)$$

где  $W_{cp}$  – среднерасходная скорость,  $W_a$  – амплитуда пульсаций,  $\omega$  – угловая частота пульсаций,  $T$  – период пульсаций.

Кинетическая энергия стационарного потока.

$$E_{cm} = \frac{1}{2} \rho S T W_{cp}^3 \quad (3)$$

Значит, для ускорения пульсирующего потока требуется больше энергии, чем для стационарного потока на величину:

$$\Delta E = \frac{3}{4} \rho S T W_{cp} W_a^2 \quad (4)$$

Из (2,3,4) получено снижение энтальпии газового потока:

$$\varepsilon = \frac{E_n - E_{ct}}{E_{ct}} = \frac{2}{3} \left( \frac{W_a}{W_{cp}} \right)^2 \quad (5)$$

Из (4) снижение температуры на:

$$\Delta T = \frac{\Delta E}{\sum V_c} \quad (6)$$

где  $V_c$  – суммарная теплоемкость газов.

Обычно снижение температуры в камере составляет 10% (100-150°C). В этом состоит основная причина снижения выхода окислов азота при пульсирующем горении – существенного фактора экологического достоинства метода пульсирующего горения.

Однако этот способ сжигания топлив характеризуется колебательными процессами, выражением которых является создание сильного акустического поля вокруг камеры пульсирующего горения и вибрации оборудования аппарата. Возникающий шум при работе устройств пульсирующего горения превышает допустимые пределы. Следовательно, для снижения этого экологического недостатка с целью широкого использования способа пульсирующего сжигания топлив, требуются серьезные разработки шумоглушения.

*Список использованных источников*

1. Зельдович Я.Б и др. Окисление азота при горении. М – Л., АН СССР 1947.
2. Горбачева М.Г. Второй международный симпозиум по пульсирующему горению Журнал «Известия Вузов. – Энергетика», №3, 1983.
3. Северянин В.С., Верба М.И. Теплогенератор с пульсирующим горением. Сборник «Научные и прикладные проблемы энергетики». Выпуск №8. Минвуз БССР. Белорусский политехнический институт 1981г.
4. Северянин В.С., Горбачева М.Г. Об эмиссии окислов азота при пульсирующем горении. Сборник «Научные и прикладные проблемы энергетики». Выпуск №9. Минвуз БССР. Белорусский политехнический институт 1982г.