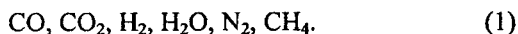


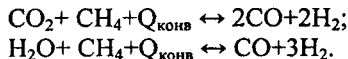
**Экспериментальное исследование процессов
восстановительного науглероживания в атмосфере
горючего газа из биомассы**

Несенчук А.П., Фоменко О.Г., Рыжова Т.В., Шкловчик Д.И.
Белорусский национальный технический университет

Восстановительное науглероживание деталей сельскохозяйственной техники имеет исключительное значение, т.к. капитальный ремонт может выполняться в условиях мелких ремонтных мастерских. В качестве контролируемой (насыщающей) атмосферы имеется возможность использования искусственного горючего газа из биомассы



Для устранения из смеси (1) окисляющих компонентов H_2O и CO_2 используется каталитическая конверсия CH_4 молекулами H_2O и CO_2 по реакциям:



Расчет науглероживания восстанавливаемой поверхности выполняется в соответствии с уравнением массопроводности (диффузии углерода в толщу науглероживаемого слоя)

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = D \nabla^2 \rho,$$

где τ – время науглероживания слоя на заданную глубину; D – коэффициент диффузии; ρ – концентрация углерода.

Для тех случаев, когда на поверхности обеспечивается постоянная концентрация (например, если процесс лимитируется диффузией) и размеры насыщаемого слоя пренебрежимо малы по сравнению с размерами изделия, граничные условия могут быть записаны в следующем виде (граничные условия 1 – го рода):

$$\rho(0, x) = \rho_0 = \text{const};$$

$$\begin{aligned} \rho(x, 0) &= \rho_{\Pi} = \text{const}; \\ \frac{\partial \rho}{\partial x} \Big|_{x \gg 0} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где ρ_0 – начальная концентрация (марочная) углерода;
 δ - глубина насыщаемого слоя.

Решение уравнения (1) с условиями (2) имеет вид

$$\frac{\rho_{x,\tau} - \rho_0}{\rho_{\Pi} - \rho_0} = \text{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D\tau}} \right), \quad (3)$$

Или в безразмерной форме

$$\Theta = \text{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} \right) = 1 - \text{erf} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} \right), \quad (4)$$

где Θ – относительная концентрация;

Fo – безразмерное время;

x - глубина насыщения до концентрации $\rho_{x,\tau}$ за время τ .

Для граничных условий 3 – го рода решение принимает вид

$$\frac{\rho_{x,\tau} - \rho_0}{\rho_{\text{пред}} - \rho_0} = \text{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} \right) - \exp(Bi + Ti^2) \text{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} + Ti \right), \quad (5)$$

где Bi – безразмерное отношение внутреннего и внешнего сопротивлений переносу (диффузионное число Bi),

$$Bi = \frac{\alpha_M x}{D} = hx;$$

x – расчетная толщина диффузионного слоя;

Ti – число гомохронности полуограниченных тел (число Тихонова)

$$Ti = Bi\sqrt{Fo} = \frac{\alpha\sqrt{\tau}}{\sqrt{D}}.$$

Из (5) следует, что концентрация углерода на поверхности детали ($x = 0$) запишется

$$\frac{\rho_{0,\tau} - \rho_0}{\rho_{пред} - \rho_0} = 1 - \exp[Ti^2 \operatorname{erfc}(Ti)] = f(Ti).$$

Соответственно для шара и цилиндра:

$$\frac{\rho_{0,\tau} - \rho_0}{\rho_{пред} - \rho_0} = f(Ti) + \frac{1}{Bi} f_1(Ti); \quad \frac{\rho_{0,\tau} - \rho_0}{\rho_{пред} - \rho_0} = f(Ti) + \frac{1}{2Bi} f_1(Ti).$$

В нашем случае восстановительного науглероживания, когда задачей является процесс восстановления концентрации в тонком поверхностном слое, для решения уравнения Фурье при граничных условиях 3-го рода необходимо использовать дополнительно начальное условие, учитывающее исходную (марочную) концентрацию до науглероживания. Это условие может быть записано следующим образом

$$\rho_{x,0} - \rho_\infty = (-\rho_\infty) \exp(-Ax), \quad (6)$$

где ρ_∞ и $\rho_{0,0}$ — соответственно концентрации углерода в необезуглероженной стали и на поверхности обезуглероженной стали;

A — некоторая постоянная.

Решение уравнения Фурье с учетом (6) имеет вид

$$\rho_{x,\tau} = \rho_\infty + (\rho_{пред} - \rho_\infty) \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{D\tau}}\right) - \left(\rho_{пред} - \rho_{0,0} \frac{h}{h-A} + \rho_\infty \frac{A}{h-A}\right) \times \psi_h(x) - \frac{1}{2}(\rho_\infty - \rho_{0,0}) \left[\psi_A(-x) - \frac{h+A}{h-A} \psi_A(x)\right], \quad (7)$$

где

$$\psi_k(\pm x) = \exp(k^2 D\tau \pm kx) \operatorname{erfc}\left(\pm \frac{x}{2\sqrt{D\tau}} + k\sqrt{D\tau}\right). \quad (8)$$

По данным экспериментов многих исследователей постоянная A (7) имеет порядок 100 см^{-1} .

УДК 621.1

Современные технологии энергоснабжения

Ярмольчик Ю.П., Ярмольчик М.А.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии энергоснабжения значительно отличаются от ранее принятых и до сих пор используемых на многих предприятиях, для помещений и зданий различного назначения и т.д. Наибольшие изменения претерпели системы теплоснабжения, где возможен наибольший эффект в энергосбережении. Так, современные системы управления котельными установками способны полностью управлять системой отопления практически любого здания. Они имеют большое количество дополнительных функций, способных сократить расход топлива. Рассмотрим некоторые наиболее эффективные функции современных технологий управления и регулирования системами теплоснабжения.

Погодная компенсация или погодозависимое регулирование. Данная функция предназначена для автоматического определения температуры в подающей линии котла, в зависимости от температуры наружного воздуха. Если на улице $20 \dots 30^\circ\text{C}$ мороза, то в систему отопления будет подаваться теплоноситель с температурой $80 \dots 90^\circ\text{C}$. А если на улице 0°C , тогда нет смысла подавать теплоноситель с такой большой температурой, и система управления автоматически понизит температуру котловой воды. Отсутствие этой функции приводит, как правило, к чрезмерному повышению комнатной температуры, вследствие чего происходит перерасход топлива.