

УДК 539.1

ВАКУУМНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОТОПАМИ ВОДОРОДА

Роман Олегович Емельяненко

*Студент 5 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: Е.А. Деулин,
доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана*

Работа посвящена расчету энергетической эффективности обогащения наноструктур широкого применения изотопами водорода. И обоснованию экономической целесообразности данного метода на базе вакуумной автоматической линии для обогащения наноструктур широкого применения изотопами водорода.

Обогащение наноструктур широкого применения водородом происходит путем механического измельчения (истирания) исходных элементов сырья органического происхождения до получения наноразмера в 100 нм (характеризующего радиус описанной окружности наночастицы в соответствии с ГОСТ Р 8.698-2010) и их последующего смешивания с жидкостью-носителем до образования гомогенной смеси [1].

Рассмотрим каменный уголь в качестве сырья и этиловый спирт в качестве жидкости носителя, уже используемый, как топливо в чистом виде [2].

Расчет энергетической эффективности:

Количество атомов углерода С в 1 кг угля: $N_C = 5.017 \cdot 10^{25}$ атомов

Суммарная масса атомов водорода, проникших в уголь при наводораживании: $\Delta m = 41$ г

Масса обогащенных наноструктурированных частиц, определяется по формуле:

$$M_{T(\text{сухое нанотопливо})} = m + \Delta m = 1\text{кг} + 0.041\text{кг} = 1.041\text{кг}$$

где m - масса исходных частиц.

Расчет энергетической эффективности обогащенных наноструктурированных частиц:

$$A_{T(\text{сухое нанотопливо})} = \frac{A_C \cdot m + A_H \cdot \Delta m}{M_{T(\text{сухое нанотопливо})}} = \frac{29.3 \cdot 10^6 \cdot 1 + 140.9 \cdot 10^6 \cdot 0.041}{1.041} = 33.69 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

где

$A_C = 29.3 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ - удельная теплотворность каменного угля (исходное значение) [3],

$A_H = 140.9 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ - удельная теплотворность водорода [3].

Обогащенные наноструктурированные частицы смешивают с жидкостью носителем ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), в следующих пропорциях:

$$\frac{M_{T(\text{сухое нанотопливо})}}{m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}} = \frac{32\%}{68\%}, \Rightarrow m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 2.212 \text{ кг}$$

Расчет энергетической эффективности обогащенных наноструктурированных частиц, смешанных с жидкостью носителем (C_2H_5OH):

$$A_{T(\text{жидкое нанотопливо})} = \frac{A_{T(\text{сухое нанотопливо})} \cdot M_{T(\text{сухое нанотопливо})} + A_{C_2H_5OH} \cdot m_{C_2H_5OH}}{M_{T(\text{сухое нанотопливо})} + m_{C_2H_5OH}} = \frac{33.69 \cdot 10^6 \cdot 1.041 + 30 \cdot 10^6 \cdot 2.212}{1.041 + 2.212} = 31.18 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

где $A_{C_2H_5OH} = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ - удельная теплотворность этилового спирта [3].

Обоснование экономической целесообразности:

Так как производительность установки составляет 250 кг/час, то затраты (себестоимость S) на изготовление 250 кг обогащенных наноструктурированных частиц за час составят:

1. Эл. энергия (E) – 5.5 кВт./час. * 4 руб./кВт = 22 руб./час.
2. Сырьё (R) – каменный уголь марки ДОМ 3514 руб./т, или 878.5 руб./час.
3. Зарплата (P) – 1 оператора на установке 15 т. р./мес., или 93.75 руб./час.
4. Амортизация установки «Шаровая мельница» (D) (ресурс 5 лет работы) - 121 800руб./43 800час = 2.78 руб./час

$$S = E + R + P + D = 22 + 878.5 + 93.75 + 2.78 = 997.03 \text{ руб./час}$$

Теперь найдем себестоимость 1 кг обогащенных наноструктурированных частиц:

$$Cб_{\cdot \text{НАНО}} = \frac{S}{250} = \frac{997.03}{250} = 3.98 \text{ руб./кг}$$

Чтобы сравнить себестоимости исходных структур и обогащенных, нужно себестоимость 1 кг каменного угля ($Cб_{\cdot \text{УГЛЯ}} = 3.51 \text{ руб./кг}$) соотнести с себестоимостью наноструктур:

$$\omega = \frac{(Cб_{\cdot \text{НАНО}} - Cб_{\cdot \text{УГЛЯ}})}{Cб_{\cdot \text{УГЛЯ}}} \cdot 100\% = \frac{(3.98 - 3.51)}{3.51} \cdot 100\% = 13\%$$

Выводы:

1. Теплотворная способность угля при структурировании повышается не менее, чем на **13.05%**, а повышение себестоимости не превышает $\omega = 13\%$, следовательно можно говорить об эффективности данного метода обогащения наноструктур изотопами водорода.

2. Теплотворная способность наноструктур, обогащенных изотопами водорода больше теплотворной способности этилового спирта на **10%**

3. Теплотворная способность обогащенных наноструктурированных частиц, смешанных с жидкостью носителем (C_2H_5OH), больше теплотворной способности этилового спирта на **3.8%**

Литература

1. Деулин Е. А. Заявка на патент РФ №2010 137 824 от 13.09.2010 Способ получения наноструктурированного топлива.
2. Wilfreid J. Bartz-Ostfeldern. Алкилированные нафталины как синтетическое топливо, стр. 238-239.
3. Прохоров А. М. Физическая энциклопедия. Большая Российская энциклопедия, 1998. — стр. 60-120.