

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ CO₂ ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Юсубов Ф.В.¹, Мансуров Э.Ф.² Email: Yusubov631@scientifictext.ru

¹Юсубов Фахраддин Вали оглы – доктор технических наук, профессор;

²Мансуров Эмин Фархад оглы – докторант,
кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии, химико-технологический факультет,
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: разработана математическая модель процесса абсорбции. Создана схема автоматизации каскадной схемы регулирования, которая обеспечивает интенсивность горения природного газа в камере двигателей внутреннего сгорания. При увеличении количества избыточного воздуха, объёмный процент CO₂ в дымовых газах понижается в факеле электростанции. Применение каскадной схемы регулирования обеспечивает в зависимости от количества на выходе, абсорбера CO₂, соответственно изменяется количество абсорбента подаваемого в абсорбер.

В результате качественного горения природного газа в камере горения и также интенсивной абсорбции этиленгликоля, CO₂ в дымовых газах уменьшается от 0,260 до 0,0032 % использованного газа.

Ключевые слова: абсорбция, дымовые газы, CO₂, этиленгликоль, модель.

WAYS OF INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF CO₂ ABSORPTION FROM FLUE GASES

Yusubov F.V.¹, Mansurov E.F.²

¹Yusubov Fakhraddin Vali oglu - Doctor of Technical Sciences, Professor;

²Mansurov Emin Farkhad oglu - Doctoral,
DEPARTMENT OF PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL ECOLOGY,
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY,
AZERBAIJAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND TECHNOLOGY,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: a mathematical model of the absorption process has been developed. A scheme for automating a cascade control scheme has been created that ensures intensive combustion of natural gas in a chamber of internal combustion engines. With an increase in the amount of excess air, the volumetric percentage of CO₂ in the flue gas is reduced in the flare of the power plant. The use of the cascade control scheme provides, in dependence of the amount at the outlet of the CO₂ absorber, accordingly the amount of absorbent supplied to the absorber changes.

As a result of the qualitative combustion of natural gas in the combustion chamber and also the intensive absorption of ethylene glycol, CO₂ in the flue gases, it suffices to decrease from 0.260 to 0.0032% of the gas used.

Keywords: absorption, flue gases, CO₂, ethylene glycol, model.

УДК 66.07.66.074.51

Как известно, скорость абсорбционных процессов определяется скоростью массопередачи. Массопередача – это сложный процесс, который включает перенос вещества в пределах одной фазы, через поверхность раздела фаз и в пределах другой фазы. По другому: газ – жидкость.

Внутри каждой фазы: газ – жидкость распределяемые вещество CO₂ переносится путем диффузии. Поэтому для исследования нестационарных режимов процессов абсорбции применимы математические модели для диффузионных процессов [1-3].

Также количество нежелательных компонентов, как например CO₂ в газах разных месторождения меняется в широких пределах до 5-10% объем.

Рассмотрим дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка, определяющие концентрации CO₂ на выходе абсорбера, соответственно для газовой и жидкой фазы описываются:

$$\frac{\partial^2 G}{\partial h_1^2} - \frac{1}{D_G} \frac{\partial G}{\partial \tau} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial h_1^2} - \frac{1}{D_L} \frac{\partial L}{\partial \tau} = 0 \quad (2)$$

Граничные условия:

$$1) D_G \frac{\partial G}{\partial h_1} + D_L \frac{\partial L}{\partial h_2} = 0, \text{ при } h_1 = h_2 = 0$$

$$2) \frac{\partial G}{\partial h_1} - \frac{\partial L}{\partial h_2} = 0, \text{ при } h_1 = h_2 \rightarrow \infty$$

$$3) L = L_0, \text{ при } \tau = 0$$

$$4) G = G_0 \text{ при } \tau = 0$$

Применяя преобразование Лапласа уравнениям (1) и (2) получим:

$$\frac{d^2 \bar{a}_G}{dh_1^2} = \alpha_1^2 \cdot \bar{a}_G - \alpha_1^2 \cdot G_0 \quad (3)$$

$$\frac{d^2 \bar{a}_L}{dh_1^2} = \alpha_2^2 \cdot \bar{a}_L - \alpha_2^2 \cdot L_0 \quad (4)$$

Здесь:

Проводя несколько математических операций, получим выражение:

$$\bar{a}_G = G_0 - \frac{G_0 - kL_0}{1 + k \frac{D_G \cdot \alpha_1}{D_L \cdot \alpha_2}} \cdot e^{-\alpha_1 \cdot h_1}$$

$$\bar{a}_L = L_0 - \frac{\frac{G_0}{K} - L_0}{1 + \frac{D_L \cdot \alpha_1}{kD_i \cdot \alpha_2}} \cdot e^{-\alpha_2 \cdot h_2}$$

В результате общее количество абсорбируемого CO₂ в любой момент времени составит:

$$C(\tau) = \frac{G_0 - kL_0}{D_1 + kD_2} \cdot \frac{2}{RT} \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \quad (5)$$

$$\text{где, } D_1 = \sqrt{\frac{1}{D_G}};$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{1}{D_L}}$$

G – концентрация поглощаемого вещества в газе (мол. доли), L – концентрация поглощаемого вещества в жидкости (мол. доли), K – постоянная, R – универсальная газовая постоянная, T – температура, τ – время.

На основе проведенного экспериментального исследования получены следующие данные. Численное значение экспериментальных данных приведено в таблице 1.

Таблица 1. Численное значение экспериментальных данных

№	Концентрация CO ₂ в газе на входе в абсорбер, % об.	Концентрация этиленгликоля в водном растворе, % масс	Температура газа в абсорбер, °C	Концентрация CO ₂ в газе на выходе из абсорбера, % об.	Расчетное значение концентрации CO ₂ в газе на выходе, % об.
1	4,0	18	32	0,0031	0,0032
2	4,5	19	30	0,0033	0,0034
3	4,6	17	31	0,0032	0,0034
4	5,0	18	33	0,0033	0,0032
5	5,1	18	30	0,0035	0,0034

Как видно из таблицы 1 погрешность расчета концентрации CO₂ в дымовых газах на выходе из абсорбера на экспериментальной установке не превышает 1%. Это свидетельствует об адекватности разработанной нами математической модели рассматриваемого процесса.

Нами также создана схема автоматизации каскадной схемы регулирования, который обеспечивает интенсивность горения природного газа в камере двигателей внутреннего сгорания (рис.1). Горение считается эффективным, когда количество CO_2 близко к своему максимальному значению. При увеличении количества избыточного воздуха, объёмный процент CO_2 в дымовых газах понижается в факеле электростанции. Применение каскадной схемы регулирования обеспечивает в зависимости количества на выходе абсорбера CO_2 , соответственно изменяется количество абсорбента подаваемого в абсорбер.

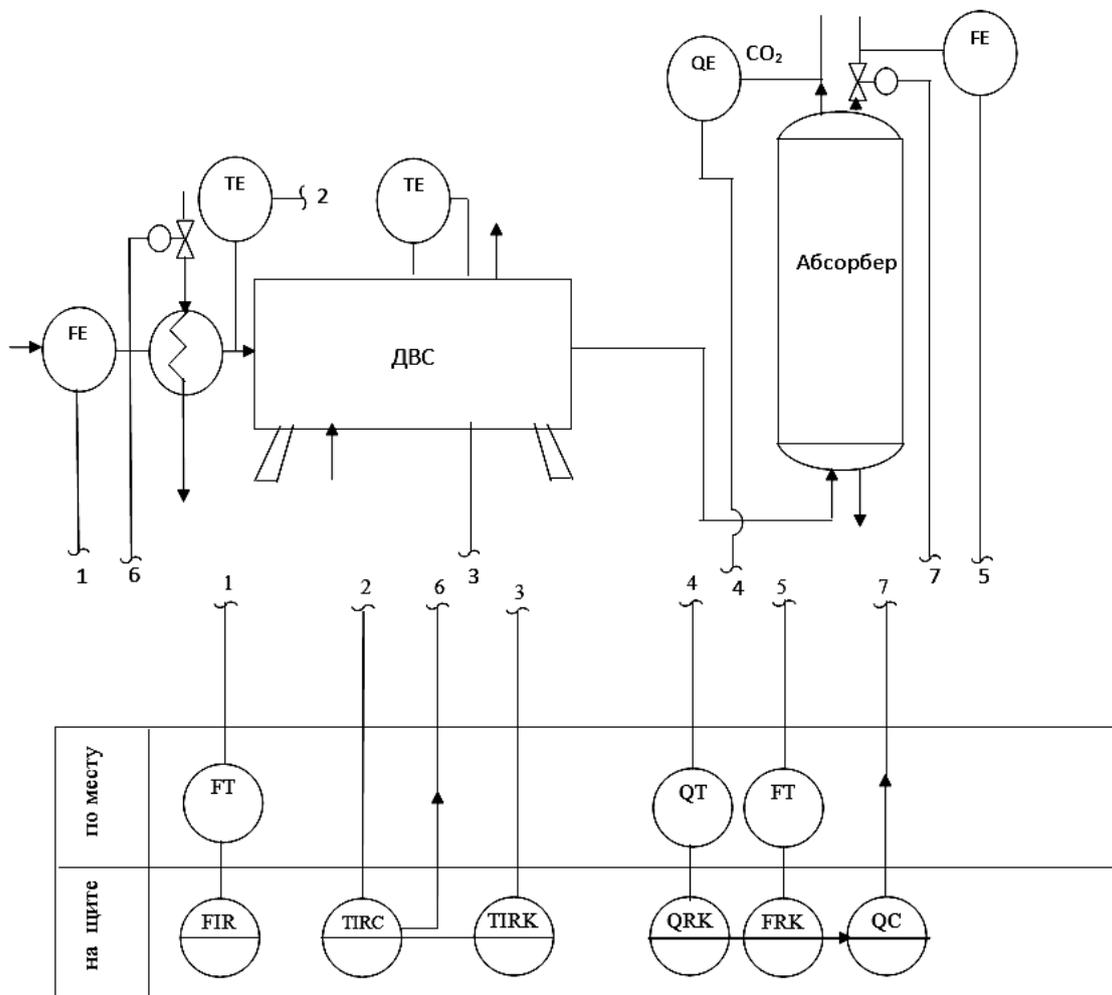


Рис.1. Каскадная схема регулирования процесса

Применение нами каскадной схемы регулирования позволяет улучшить экологические показатели двигателей внутреннего сгорания и процессов абсорбции. Также, в зависимости количества на выходе абсорбера CO_2 подаваемого в абсорбер, и при применении каскадной схемы регулирования, соответственно, изменяются количества абсорбента [4-8].

На электростанциях в результате качественного горения природного газа в камере горения и также интенсивность абсорбции CO_2 в дымовых газах, CO_2 достаточно уменьшается от 0,260 до 0,0032 % использованного газа.

Разработанная нами математическая модель и оптимизация процесса абсорбции используемый на электростанциях дает возможность спроектировать технологический процесс с высоким коэффициентом полезного действия и более улучшенными технико-экологическими характеристиками.

Список литературы / References

1. Бретшнаидер Б., Курфюст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнения. Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. 288 с.
2. Белевицкий А.М. Проектирование газоочистных сооружений. Л.: Химия, 1990. 288 с.
3. Рамм В.М. Абсорбция газов. 2-е изд. М., 1976. 154 с.
4. Astarita C., Savage D.W., Basio A. Gas treating with chemical solvents. N. Y., 1983. 112 p.

5. *Seader J.D., Henley E.J. Separation process principles. N. Y., 1998.*
6. *Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. М.: Логос; Высшая школа // под ред. Айнштейна В.Г., 2002. Кн. 2. 872 с.*
7. *Одум Ю. Основы экологии. М. Наука, 1995. 477 с.*
8. *Основные процессы и аппараты химической технологии / под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. 496 с.*