

Научный руководитель:  
**Бабиков Олег Евгеньевич**, ассистент,  
Казанский государственный энергетический университет,  
Казань  
Babikov Oleg Evgenievich,  
KSPEU

**Майоров Егор Сергеевич**, студент,  
Казанский государственный энергетический университет,  
Казань  
Mayorov Egor Sergeevich  
KSPEU

### РАСЧЕТ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО КПД ПРОЦЕССА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ПРИ ПОМОЩИ ПО ЛОГОС

**Аннотация:** В данной работе рассматривается метод расчета эксергетического КПД процесса паровой конверсии попутного нефтяного газа в ПО ЛОГОС.

**Ключевые слова:** Паровой риформинг, конверсия, ЛОГОС, эксергетический КПД.

Часто для определения эффективности протекания процесса производят расчет эксергии, которая показывает основные направления потери энергии в системе. Учет подобных потерь позволит грамотно реализовывать ресурсы и повышать эффективность процесса с позиции лучших технико-экономических параметров.

Обычно при решении задачи расчета эксергетического КПД системы или процесса некоторые величины принимаются как некоторое базовое значение, например, потери в окружающую среду принимаются в 10% от общего объема энергии.

Принятие подобных приближенных значений обуславливается сложностью расчета потерь из-за сложности конструкции элементов или потребностью расчета значений в динамике процесса.

В подобных случаях эффективным методом является создание математической модели процесса, которая позволит рассчитать сложную геометрию и отследить динамику изменения параметров. Для примера расчета было предложено провести расчёт эксергетического КПД процесса паровой конверсии попутного нефтяного газа.

Для расчета эксергетического КПД необходимо составить уравнение энергетического баланса (1) [1]:

$$0.9 * \sum_{i=1}^i Q_{ni}^{p.c-\Gamma} * x_i + 0.9(1000 - 20) * \sum_{i=1}^i c_i^{c-\Gamma} * x_i = \\ 0.2 * \sum_{i=1}^i Q_{ni}^{p.T-\Gamma} * x_i + 0.7 H_{h2o} + 0.2(400 - 20) * \sum_{i=1}^i c_i^{T-\Gamma} * x_i + Q \quad (1)$$

где  $Q_{ni}^{p.c-\Gamma}$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го элемента в составе синтез-газа,  $x_i$  – массовая доля  $i$ -го элемента в составе синтез-газа,  $Q_{ni}^{p.T-\Gamma}$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го элемента в составе топливного газа,  $c_i^{c-\Gamma}$  – удельная теплоемкость  $i$ -го элемента в составе синтез-газа,  $c_i^{T-\Gamma}$  – удельная теплоемкость  $i$ -го элемента в составе топливного газа,  $H_{h2o}$  – энтальпия воды,  $Q$  – теплота, подведенная к риформеру.



Особенностью расчета эксергетического КПД является определение основных потерь в системе. В данном случае в системе будут преобладать 2 основных вида потерь энергии – потери тепла в окружающую среду и потери связанные с неполнотой конверсии топливного (попутного нефтяного) газа.

Согласно литературе, эффективность паровой конверсии составляет 85-99.7% в зависимости от параметров и катализатора.

Для определения же потерь в окружающую среду была сформирована математическая модель в ПО ЛОГОС. На рисунке 1 представлен вид созданной математической модели.

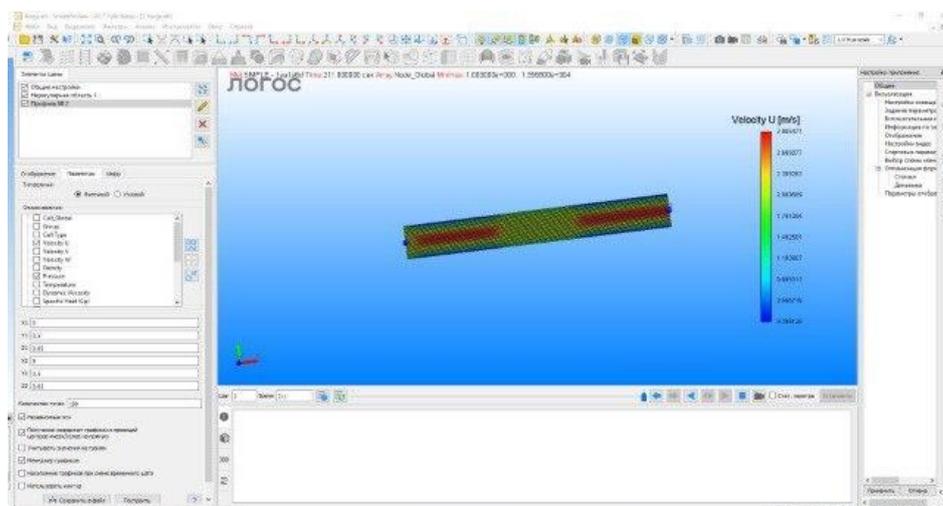


Рисунок 1. Модель реактора в ПО ЛОГОС

С учетом параметров, при которых производился расчет, отношение удельного теплового потока, уходящего в окружающую среду, к общему удельному тепловому потоку составит 11,3%.

Тогда, принимая во внимание то, что энергетический баланс сошелся полностью, значение эксергетического КПД будет определяться суммарными потерями в системе и будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\text{КПД} = \frac{0.9 * \sum_{i=1}^i Q_{ni}^{p.c-\Gamma} * x_{i*} + 0.9(1000 - 20) * \sum_{i=1}^i c_i^{c-\Gamma} * x_{i*}}{(0.2 * \sum_{i=1}^i Q_{ni}^{p.t-\Gamma} * x_i + 0.7 H_{h2o} + 0.2(400 - 20) * \sum_{i=1}^i c_i^{t-\Gamma} * x_i + Q)} * (1 - 0.113) /$$
$$= 86,7 \%$$

Определение эксергетического КПД при помощи ПО ЛОГОС позволило определить объем энергетических потерь в системе, что также позволяет сделать вывод о дальнейших действиях по уменьшению величины данных потерь.

#### Список литературы:

1. Determination of Optimal Operation Parameters of Steam Reforming System Mayorov, E.S., Filimonova, A.A. Proceedings of the 2024 6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE 2024, 2024

