

Изменение средней степени окисления ионов иттербия в процессе выдержки Yb(III)-содержащих расплавов в атмосфере аргона с циркониевым геттером

Расплав	Температура, °С	Продолжительность выдержки, мин	Конечная степень окисления
NaCl–KCl	750	35	2,980
NaCl–KCl	750	175	2,881
NaCl–KCl	850	35	2,973
NaCl–KCl–CsCl	550	50	2.939*
NaCl–KCl–CsCl	650	100	2.987
NaCl–KCl–CsCl	750	145	2.977
NaCl–KCl–CsCl	850	70	2.979

* С 3-х минутным погружением металлического циркония в расплав.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПАРОВОЙ КОРРЕКЦИИ СИНТЕЗ-ГАЗА ДЛЯ ГТУ

Гордеев С.И. *, Рыжков А.Ф.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: gsi89@mail.ru

ANALYSIS OF METHODS OF SYNTHESIS GAS STEAM CORRECTION FOR GAS TURBINES

Gordeev S.I. *, Ryzhkov A.F.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Using as example the thermochemical conversion of Kuzbass coal, the possibility of increasing the hydrogen yield due to the addition of water vapor is considered. It was found that the potential for increasing the yield of hydrogen during autothermal conversion is 13.6%. When the gasifying agents are heated up to 900 °С, the conversion regime shifts from $\alpha = 0.43$ to 0.32. Calculated hydrogen content is 18.8%, CO - 34,1%, N₂ - 47,1 zero content of H₂O and CO₂.

На основе термодинамического исследования [1] для повышения полезной работы газотурбинного цикла необходимо увеличить содержание H₂O и минимизировать CO₂ в рабочем теле ГТУ. Повысить содержание H₂O можно путем впрыска воды/водяного пара в камеру сгорания ГТУ или увеличивать содержа-

ние H_2 и/или H_2O в топливном газе. Первый способ применяется с целью подавления образования оксидов азота. Второй способ находит применение при работе ГТУ на продуктах термохимической конверсии угля.

Целью данного исследования является оценка возможности повышения выхода H_2 за счет дозированной добавки водяного пара в процессе конверсии. Исследование проводится термодинамическим методом, в основе которого предположение о достижении химического равновесия продуктов термохимической конверсии. Расчет равновесия проведен по стехиометрическому алгоритму по методике, изложенной в [2]. Основным источником дополнительного водорода при газификации угля служит эндотермическая реакция разложения водяного пара на углероде.

Возможность коррекции состава синтез-газа рассматривается на примере изотермической конверсии кузнецкого угля при температуре 1100°C и изменении коэффициента избытка воздуха α от 0 до 1. Анализ равновесного состава продуктов беспаровой конверсии показал, что выделение свободного углерода начинается с $\alpha=0,365$. Следовательно, в области $\alpha<0,365$ возможно получение дополнительного количества водорода за счет разложения водяного пара на свободном углероде. Для протекания реакции необходим подвод дополнительного количества теплоты. В соответствии с расчетами обеспечение заданной температуры без дополнительного подвода/отвода теплоты возможно при $\alpha_t=0,43$. Подвод теплоты при $\alpha<\alpha_t$, осуществляемый с целью поддержания температуры, реализуется путем нагрева окислителя (воздух+водяной пар). При $\alpha<0,365$ эта теплота пойдет на разложение водяного пара на свободном углероде. Отвод теплоты, осуществляемый обычно с помощью впрыска воды, сопровождается развитием реакции водяного сдвига, приводящей к повышению выхода H_2 и CO_2 и снижению теплоты сгорания газа. При $\alpha=0,22$ устанавливается режим стехиометрической паровоздушной газификации, при котором расчетное содержание H_2 равно 28,5; CO – 6,6; N_2 – 34,9% при нулевом содержании CO_2 и H_2O . При нагреве окислителя до достижимого в рекуперативных теплообменниках уровня - 900°C режим конверсии сдвигается с $\alpha_t=0,43$ до $\alpha=0,32$, что соответствует расчетному содержанию водорода – 18,8%, CO – 34,1 %, N_2 – 47,1 при нулевом содержании H_2O и CO_2 .

Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524)

1. Гордеев С.И., Рыжков А.Ф. и др. Тезисы докладов «РНКТ-6», 1, 267 (2014)
2. Синярев Г.Б. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели (1957)