

A. В. Замятина, Т. Ф. Богатова, П. В. Осипов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

tes.urfu@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УЛАВЛИВАНИЯ CO₂

В работе рассмотрены основные методы улавливания диоксида углерода с целью повышения экологичности энергетических установок. Рассмотрены основные технологии: pre-combustion, post-combustion, oxy-fuel, chemical looping combustion. Выполнен анализ перспектив применения рассмотренных технологий секвестрования CO₂.

Ключевые слова: улавливание CO₂; pre-combustion, post-combustion, oxy-fuel, chemical looping combustion.

A. V. Zamyatina, T. F. Bogatova, P. V. Osipov

Ural Federal University, Ekaterinburg

ANALYSIS OF CO₂ CAPTURE TECHNOLOGIES

The main methods of carbon dioxide capture are discussed in order to improve the environmental friendliness of power plants. The main technologies are considered: pre-combination, post-combination, oxy-fuel, chemical looping combination. Analysis of prospects of application of the considered technologies of CO₂ sequestration was performed.

Keywords: CO₂ capture; pre-combustion, post-combustion, oxy-fuel, CLC.

Одной из основных задач энергетики является технологическое совершенствование станций на органическом топливе с целью повышения экономичности, надежности и экологичности производства электрической и тепловой энергии. Основными методами улавливания CO₂ являются: химическое растворение, физическое растворение, абсорбция, мембранное разделение и криогенное сепарирование.

Внедрение технологии систем CCS (Carbon Capture and Storage – улавливание и хранение углерода) способно обеспечить снижение выбросов CO_2 в атмосферу на 90–95 %, при этом неизбежно произойдет значительное увеличение капитальных затрат на строительство ТЭС до 50 %, снижение КПД ТЭС на 8–12 % и увеличение эксплуатационных расходов до 50–70 %. Все это в результате приведет к увеличению стоимости электрической энергии.

Основные системы улавливания CO_2 приведены на рис. 1 [1].

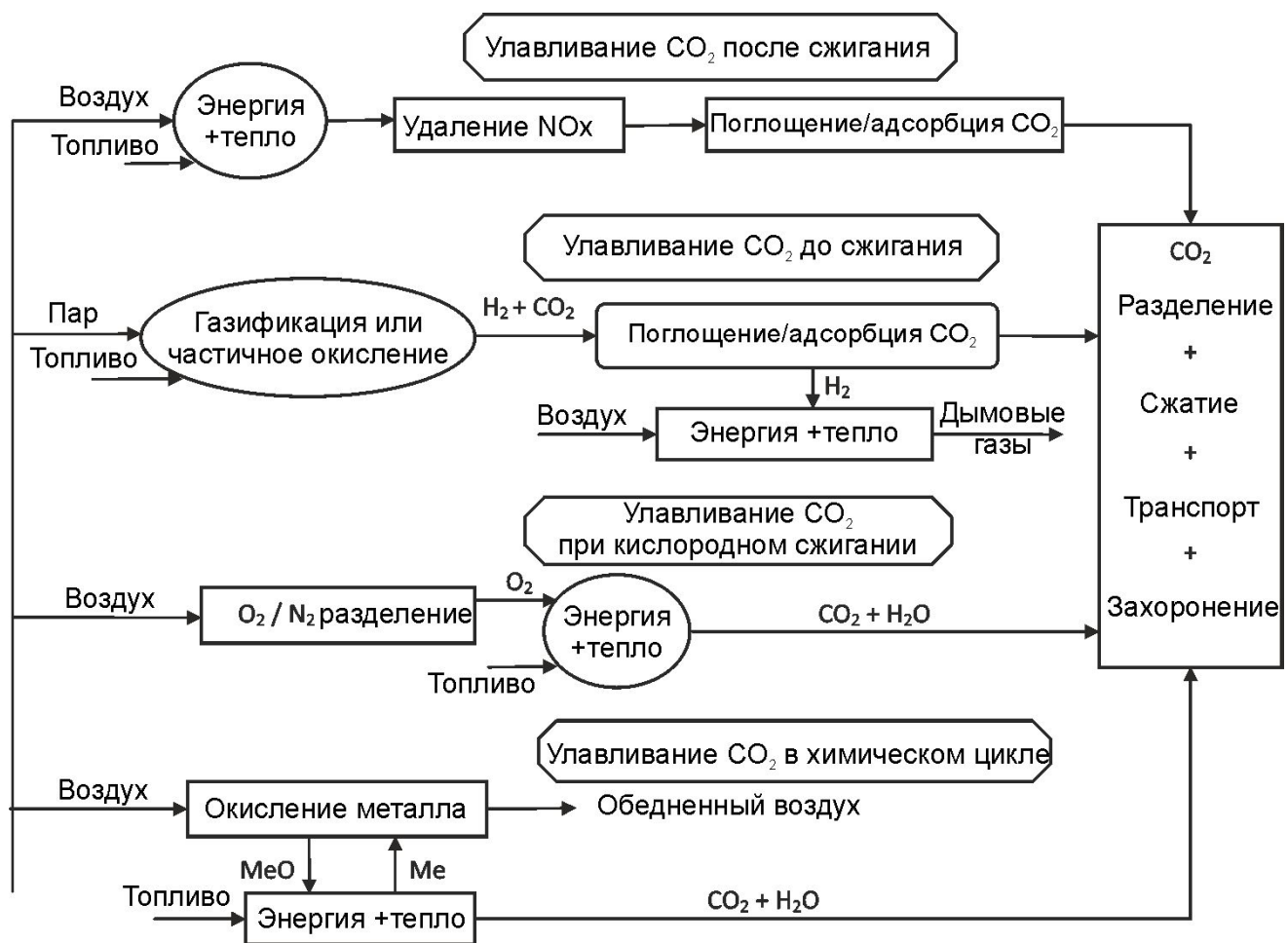


Рис. 1. Технологии улавливания CO_2

Энергоустановки с улавливанием CO_2 после сжигания твердого топлива в воздухе (post-combustion) имеют основное достоинство – эту технологию можно внедрять на действующих ТЭС без модернизации существующего оборудования.

В энергоустановках с улавливанием CO_2 до сжигания (pre-combustion) уголь подвергается газификации в результате чего

получается синтез-газ. Затем синтез-газ проходит ряд ступеней очистки и подвергается шифт-реакции, в ходе которой содержащийся в синтез-газе монооксид углерода (CO) преобразуется в водород (H₂) и углекислый газ (CO₂). Углекислый газ удаляется из синтеза-газа, а оставшийся водород сжигается в газовой турбине. В отдельной установке углекислый газ сжимается и направляется на захоронение или утилизацию [2].

Энергоустановки с улавливанием CO₂ в цикле с сжиганием твердого топлива в кислороде (Oxy-Fuel) требуют установки системы разделения воздуха, чтобы получать O₂. Это очень энергозатратный и дорогостоящий элемент. Преимущества кислородного сжигания являются уменьшение объема уходящих газов; уменьшение габаритов системы газоочистки; концентрация CO₂ в уходящих газах составляет 80–90 %, что облегчает его сепарацию по сравнению с сжиганием топлива в воздухе. К недостаткам относят: высокое потребление кислорода; значительные затраты на получение O₂.

В последнее время также активно рассматривают технологию Chemical looping combustion (CLC – сжигание в химическом цикле). Этот цикл работает за счет транспортировки кислорода от воздуха к топливу с использованием материала-носителя кислорода (oxygen carrier material – OCM). Эта технология предотвращает смешивание воздуха с топливом в камере сгорания при обычном сжигании. Воздух и топливо подаются в два отдельных реактора, где OCM окисляется воздухом, транспортируется в топливный реактор, восстанавливается топливом, а затем транспортируется обратно в воздушный реактор [3]. На рис. 2 приведена схема сжигания твердого топлива в химическом цикле.

Технология CLC признана перспективным подходом к улавливанию CO₂ в энергетических установках. По сравнению с другими технологиями улавливания CO₂ CLC может значительно экономить энергию благодаря исключению стадии разделения газа. Оценочные затраты на тонну CO₂, улавливаемого в работающей на твердом топливе установке CLC, составляют около 20 долл. США/т CO₂, что значительно ниже, чем аналогичные затраты для технологий

post-combustion (36–53 долл. США/т CO₂), pre-combustion (28–41 долл. США/т CO₂) и Oxy-fuel (36–67 долл./т CO₂) [3].

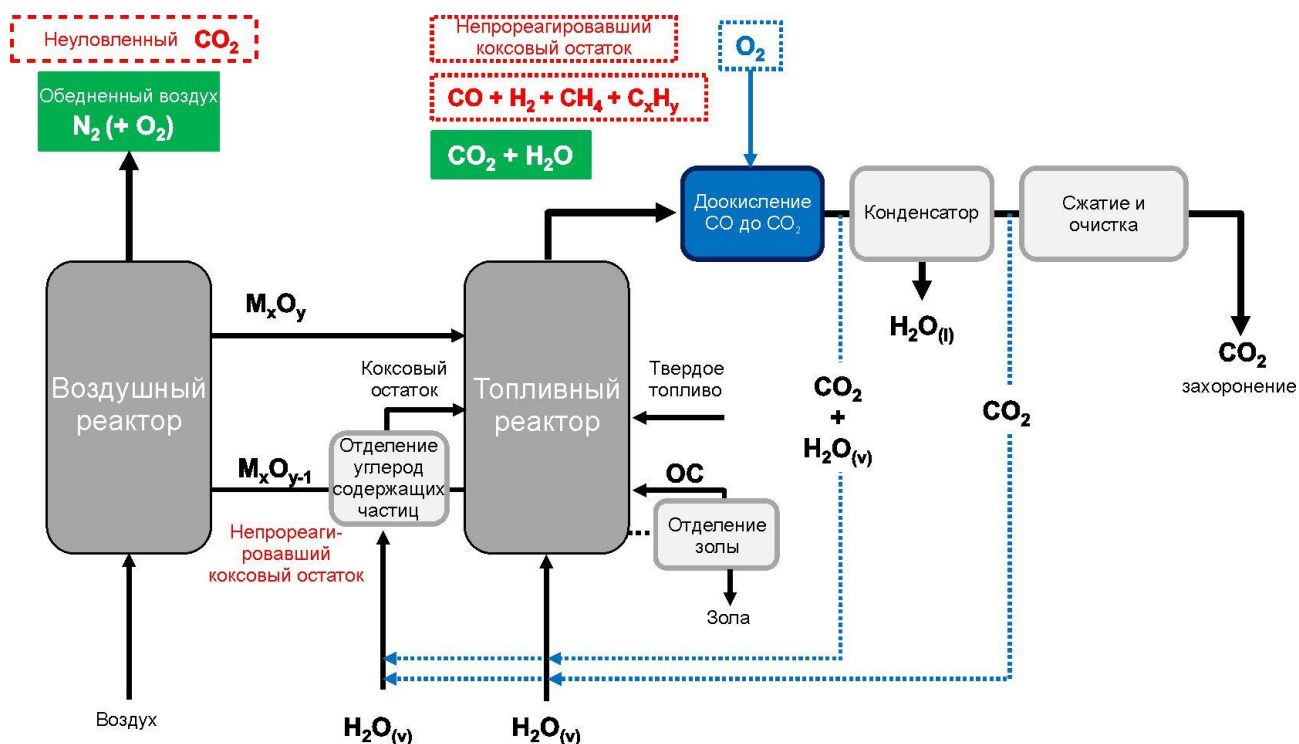


Рис. 2. Схема процесса CLC для твердого топлива

Таким образом, сравнение рассмотренных технологий улавливания CO₂ показывает, что одной из наиболее перспективных технологий является CLC, обеспечивающая улавливание CO₂ с меньшими потерями энергии за счет исключения стадии разделения воздуха. Данная технология позволяет повысить КПД электростанций.

Список использованных источников

1. Leung D. Y. C., Caramanna G., Maroto-Valer M. An overview of current status of carbon dioxide capture and storage technologies // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 39. P. 426–443.
2. Adánez J., Abad A., Mendiara T., Gayán P., García-Labiano F. Chemical looping combustion of solid fuels // *Progress in Energy and Combustion Science*. 2018. Vol. 65. P. 6–66.
3. Cloete S., Giuffrida A., Matteo Romano, Chiesa P., Pishahang M., Larring Y. Integration of chemical looping oxygen production and chemical looping combustion in integrated gasification combined cycles // *Fuel*. 2018. Vol. 220. P. 725–743.