

УДК 661.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CO₂ ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЭС ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОДЫ

В. В. Назарова¹, А. Д. Никитин², А. Ф. Рыжков³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ vika_n@inbox.ru

Аннотация. Вызванное экологическими проблемами сокращение эмиссии парниковых газов требует разработки экономически состоятельных технологий улавливания и использования CO₂. Предложена модернизация существующей технологии производства соды по методу Сольве, заключающаяся в замене минерального сырья (известняка) на CO₂ из дымовых газов тепловых электростанций (ТЭС). Преимуществами предлагаемой технологии являются отсутствие отходов за счет осуществления замкнутого цикла по хлору, а также готовность к практическому применению, обусловленная реализацией отдельных технологических процессов в промышленном масштабе.

Ключевые слова: улавливание CO₂, использование CO₂, метод Сольве, диоксид углерода, сода

USE OF CO₂ FROM TPP FLUE GASES IN THE PRODUCTION OF SODA

V. V. Nazarova¹, A. D. Nikitin², A. F. Ryzhkov³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ vika_n@inbox.ru

Abstract. Reducing greenhouse gas emissions caused by environmental concerns requires the development of economically viable technologies for capturing and using CO₂. The modernization of the existing technology for the production of soda by the Solvay method is proposed, which consists in replacing mineral raw materials (limestone) with CO₂ from the flue gases of TPP. The advantages of the proposed technology are the absence of waste due to the implementation of a closed

chlorine cycle, as well as the readiness for practical use, due to the implementation of individual technological processes on an industrial scale.

Keywords: capture CO₂, the use of CO₂, Solvay method, carbon dioxide, soda

Проблемы ужесточения норм выбросов вредных веществ и выполнение обязательств по сокращению эмиссии парниковых газов требуют разработки экологически и экономически состоятельных технологий улавливания CO₂ и его последующей утилизации [1; 2].

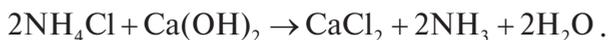
Перспективным направлением является утилизация CO₂ из дымовых газов тепловых электростанций (ТЭС) при производстве соды. Важными преимуществами являются значительные масштабы производства соды и, как следствие, большая емкость по CO₂, а также близость параметров CO₂ для производства соды к параметрам CO₂ из дымовых газов ТЭС.

Острой проблемой является истощение запасов известняка (в разрабатываемом настоящее время месторождении) для производства соды «Башкирской содовой компанией» (г. Стерлитамак, Республика Башкортостан).

Существующая технология производства соды в Стерлитамаке основана на методе Сольве [3]. Получение кальцинированной соды Na₂CO₃, которая является основным продуктом, описывается общим уравнением:



Регенерация аммиака осуществляется путем обработки хлорида аммония гашеной известью с образованием в качестве отхода хлорида кальция:



Используемый в производственном процессе известняк CaCO₃ является источником CO₂ непосредственно для процесса получения соды и CaO для получения гашеной извести, применяемой для регенерации аммиака. Известняк обжигается в работающих на твердом топливе (ископаемый уголь) печах, в которых происходит реакция:

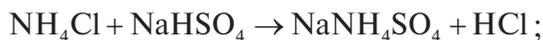


Для производства соды поступает очищенный от пыли газ, содержащий 37–40 % CO₂ и азот при температуре около 30 °С и атмосферном

давлении. Указанные параметры легко достигаются при одноступенчатой абсорбции CO_2 из дымовых газов ТЭС растворами аминов, что является частью общепринятой технологии улавливания CO_2 из дымовых газов после сжигания топлива [4].

Существенным недостатком технологии производства соды по методу Сольве является большое количество жидких отходов — около 9 м^3 на тонну соды [3].

Необходимым условием перехода к использованию CO_2 из дымовых газов ТЭС и отказа от использования известняка в процессе производства соды является возможность регенерации аммиака из хлорида аммония без применения известняка. Этот технологический процесс разработан для производства хлороводорода [5]. При взаимодействии хлорида аммония NH_4Cl с гидросульфатом натрия NaHSO_4 при температуре $220\text{--}270^\circ\text{C}$ выделяется хлороводород, а аммиак образует с гидросульфатом двойную соль, которая разлагается при дальнейшем нагреве до $330\text{--}380^\circ\text{C}$ с выделением аммиака. Расплавленный гидросульфат натрия возвращается в технологический цикл:



Материальный баланс процесса производства соды с использованием CO_2 из дымовых газов ТЭС и без применения известняка показан в таблице. Видно, что отходом является хлороводород (газ) либо соляная кислота (раствор хлороводорода в воде). Источник хлора (хлорид натрия) выкачивается в виде раствора из скважин. Для замыкания производственного цикла необходимо закачивать раствор соляной кислоты в геологические пласты.

Таблица

Материальный баланс процесса производства соды с использованием CO_2 из дымовых газов ТЭС и без применения известняка (на 1 т кальцинированной соды Na_2CO_3)

Вход, т	Выход, т	
	Продукт	Отход
NaCl , 1,1	Na_2CO_3 , 1,0	HCl , 0,69
H_2O , 0,17		
CO_2 , 0,415		

Предлагаемая перспективная схема производства соды с использованием дымовых газов ТЭС и без использования известняка показана на рис. 1.

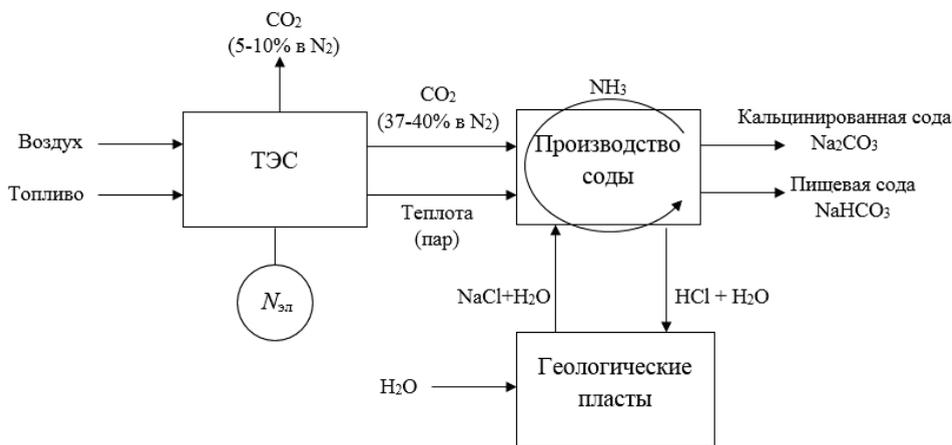


Рис. 1. Принципиальная схема процесса производства соды с использованием дымовых газов ТЭС

Преимуществами предлагаемой технологии производства соды являются отсутствие отходов за счет осуществления замкнутого цикла по хлору, а также реальная возможность практического применения, обусловленная реализацией отдельных технологических процессов в промышленном масштабе. Внедрение предложенной технологии производства соды с использованием CO₂ из дымовых газов ТЭС и без применения известняка на Стерлитамакском содовом заводе позволит решать как региональные, так и глобальные экологические проблемы.

Список источников

1. Putting CO₂ to use [Electronic resource]. Paris. URL: <https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use> (date of access: 09.12.2020).
2. Carbon capture and utilization technology without carbon-dioxide purification and pressurization: a review on its necessity and available technologies [Electronic resource] / Н. Хо [et al.] // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2019. Vol. 58, Iss. 21. P. 8941–8954. DOI: 10.1021/acs.iecr.9b01213 (date of access: 09.12.2020).

3. Егоров А. П., Шерешевский А. И., Шманенков И. В. Общая химическая технология неорганических веществ. М. : Химия, 1965. 688 с.
4. Pettinauatal A., Ferrara F., Amorino C. Techno-economic comparison between different technologies for a CCS power generation plant integrated with a sub-bituminous coal mine in Italy [Electronic resource] // Applied Energy. 2012. Vol. 99. P. 32–39. DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.05.008 (date of access: 09.12.2020).
5. Позин М. Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). Л. : Химия, 1974. Ч. 1. 792 с.