

УДК 546.831-36:66.074.332(047)

*В. А. Елизарова, Ю. А. Гранкина\**

**РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ CO<sub>2</sub>  
НА ОСНОВЕ ГИДРАТИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИРКОНИЯ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГЕНЕРАТОРАХ ГАЗОВЫХ СРЕД  
ПЛОДООВОЩЕХРАНИЛИЩ**

В настоящее время поглощение диоксида углерода представляет собой одну из самых неотложных проблем химии, поскольку очистка газовоздушной среды в замкнутой атмосфере от CO<sub>2</sub> как основной примеси, выделяемой человеком, является важным направлением создания систем жизнеобеспечения для замкнутых обитаемых объектов. Кроме того, возрастающие выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу способствуют глобальному потеплению.

В качестве поглотителей углекислого газа как в индивидуальных, так и коллективных средствах защиты наиболее широко используются адсорбенты на основе щелочных и щелочноземельных элементов. Но, несмотря на то, что самой высокой емкостью по CO<sub>2</sub> на единицу веса и объема обладают поглотители на основе гидроксида лития, такие поглотители не являются регенерируемыми и могут использоваться лишь однократно [1].

При длительном нахождении человека в условиях замкнутых помещений в разнообразных областях технички целесообразным является использование регенерируемых поглотителей, позволяющих проводить глубокую очистку воздуха от CO<sub>2</sub> при различных условиях.

Одним из эффективных применений регенерируемых поглотителей является удаление избыточного углекислого газа из плодоовощехранилищ с контролируемой газовой средой.

Длительное и полное сохранение питательных и вкусовых качеств сельскохозяйственных продуктов достигается торможением окислительных процессов, происходящих в них при транспортировке

---

\* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2016 г. в рамках Одиннадцатой межвузовской научной студенческой конференции Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы технологической безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф., зав. каф. ТПАиТБ ФГБОУ ВО «ТГТУ» Н. Ц. Гагаповой.

и в период хранения. Это обеспечивается изменением состава атмосферы в хранилищах.

Известно, что при хранении сочной растительной продукции наиболее широко распространены газовые среды, в которых смеси содержат от 2 до 4% – кислорода, от 1 до 5% – углекислого газа и от 91 до 98% азота. Температура хранения в зависимости от сорта плодов, ягод и овощей составляет от –1 до 17 °С [2].

Задача регулирования концентраций углекислого газа и кислорода в холодильной камере при естественном формировании технологического состава газовой среды решается с помощью специального оборудования, предназначенного для удаления избыточного  $\text{CO}_2$ , выделяемого плодами при дыхании. И представляет собой одну из наиболее важных задач с точки зрения технико-экономической эффективности хранения плодоовощной продукции в регулируемой газовой среде. Наиболее важным параметром, влияющим на эффективность такого оборудования, является сорбционная способность поглотителей, применяемых в данных системах удаления углекислого газа.

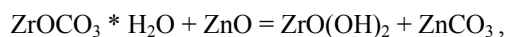
Традиционно для этих целей используют активированные угли (АУ), например марки СКТ-3, а также поглотители на основе гидратированных оксидов переходных металлов, например, поглотитель на основе гидроксида железа (ПРЖ).

Тем не менее, следует учесть, что существенным отрицательным свойством АУ марки СКТ-3 является его высокая адсорбционная емкость по кислороду, что значительно ухудшает состав газовой среды в плодоовощехранилище при его использовании.

В отличие от АУ, ПРЖ не поглощает кислород и имеет наибольшее значение сорбционной емкости по  $\text{CO}_2$  при низких концентрациях. Однако недостатком является многостадийный процесс получения активной формы гидроксида железа путем осаждения солей хлоридов или нитратов железа щелочами, включающий необходимость тщательной отмывки осадка от анионов исходной соли и, как следствие, значительный расход дистиллированной воды и загрязнение сточных вод [3].

Для решения данной задачи предлагается в качестве регенерируемого поглотителя в генераторах газовых сред для хранения плодоовощной продукции использовать гидратированный оксид циркония, который обладает высоким значением динамической активности по диоксиду углерода, является не токсичным веществом и широко используется в технике в качестве сорбента и катализатора.

В ОАО «Корпорация «Росхимзащита» разработана ресурсосберегающая технология изготовления поглотителя на основе гидратированного оксида циркония (ПРЦ) путем смешения основного карбоната циркония (ОКЦ) и оксида цинка [4]. В результате данного взаимодействия протекает твердофазная реакция с образованием гидратированного оксида циркония и карбоната цинка.



где гидратированный оксид циркония является основным продуктом реакции, а образующийся карбонат цинка представляет собой высокодисперсное, нерастворимое в воде вещество, которое оказывает структурирующее действие, повышающее стабильность работы поглотителя в циклических условиях.

Данная технология значительно упрощается за счет исключения таких операций, как растворение солей, осаждение и отмывка от анионов, что позволяет снизить энергозатраты и полностью исключить потребление дистиллированной воды и тем самым загрязнение сточных вод.

Также использование в качестве исходного сырья основного карбоната циркония в отличие от других солей переходных металлов (например, хлоридов и нитратов) позволяет снизить себестоимость поглотителя в 5 раз.

Были определены сорбционные характеристики при различных концентрациях  $\text{CO}_2$  поглотителей: ПРЖ, СКТ-3 и ПРЦ. Результаты представлены на рис. 1.

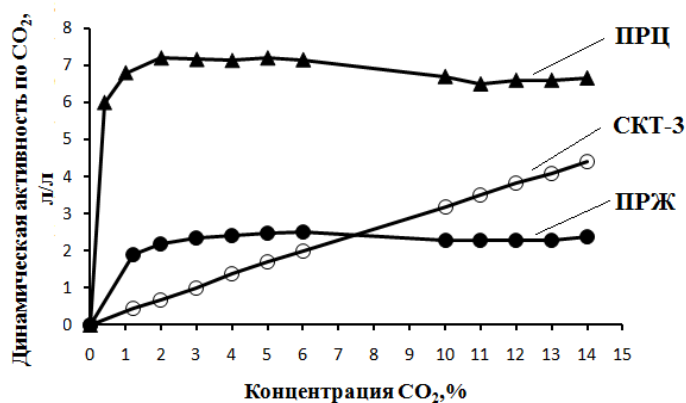


Рис. 1. Сравнительные сорбционные характеристики поглотителей диоксида углерода

Как видно из рис. 1, наибольшим значением динамической активности по диоксиду углерода обладает поглотитель на основе гидратированного оксида циркония, которая превышает динамическую активность двух других представителей более чем в 3 раза.

Кроме того, разработка поглотителя ПРЦ по новой технологии позволяет оптимизировать имеющееся производство и значительно уменьшить вред, наносимый окружающей среде.

Таким образом, возможное применение поглотителя ПРЦ для удаления углекислого газа в генераторах газовых сред для хранения плодоовощной продукции является перспективным направлением развития в этой области.

### Список литературы

1. *Известковые* хемосорбенты. Получение. Свойства. Применение / Т. В. Гладышева, Н. Ф. Гладышев, С. И. Дворецкий, Ю. А. Суворова. – М. : Издательский дом «Спектр», 2015. – 184 с.
2. *Тяжкороб*, А. Ф. Генераторы газовых сред для хранения плодоовощной продукции / А. Ф. Тяжкороб, В. И. Бондарев. – Киев : Наукова думка, 1988. – 232 с.
3. А. с. 568451 СССР В 0 1 Р 53/02. Способ получения регенерируемого поглотителя двуокиси углерода / Кораблева А. А. и др. – 1997, Бюл. 30.
4. *Пат. 2359751* Российская Федерация, МПК В01J 20/06. Способ получения регенерируемого поглотителя диоксида углерода / Шубина В. Н., Симаненков С. И., Путин С. Б., Гроховская Ю. А. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Корпорация «Росхимзащита». – № 2008105506/15 ; заявл. 12.02.2008 ; опубл. 27.06.2009, Бюл. № 18. – 7 с.

*Кафедра «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*