

**М. Ф. ПОРОХНЯ**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ (ТЕМПЕРАТУРА РОЗЧИНУ, НАВАНТАЖЕННЯ ПО ГАЗУ) НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ КАРБОНІЗАЦІЇ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ**

В представленій статті проаналізовані можливості підвищення ефективності процесів виробництва очищеного бікарбонату натрію, наприклад, означено, що інтенсивність перемішування відіграє досить значну роль. Недоліки «класичних» конструкцій бікарбонатних колон визначені за рахунок дослідження впливу основних технологічних параметрів процесу карбонізації в промислових умовах виробництва. Представлені результати експериментальної перевірки можливості інтенсифікації процесу карбонізації содобікарбонатного розчину шляхом підвищення газового навантаження в промислових умовах. Визначено найбільш оптимальні фізичні показники проведення процесу карбонізації содобікарбонатного розчину при якому досягається найкраща якість кінцевого продукту; зростання газового навантаження спричиняє зростання кількості дрібних кристалів, яке супроводжувалося незадовільним виходом суспензії з колони. Визначено, що перш за все, це було обумовлено збільшенням ступеня прогазованості рідкої фази в колоні при підвищенні газового навантаження; оптимальною температурою содобікарбонатного розчину визначена температура 82°C при газовому навантаженні 2900–3000 нм<sup>3</sup>/год, що супроводжувалося утворенням найбільшої кількості крупних кристалів при найменшій кількості дрібнодисперсних кристалів і впливає на ефективність промислового процесу карбонізації.

**Ключові слова:** очищений бікарбонат натрію, карбонізація, бікарбонатні колоні, газове навантаження.

**Вступ.** На сьогоднішній день обсяги виробництва очищеного бікарбонату натрію зростають досить великими темпами. Причиною такого зростання є попит на цей продукт зі сторони, перш за все, харчової та фармацевтичної промисловості, зумовлений щорічним зростанням чисельності населення нашої планети. У зв'язку з цим, першочерговою задачею для будь якого содового виробництва є забезпечення підвищення його продуктивності [1–5], наприклад, дослідження та визначення конструкцій механічних абсорберів, у яких поверхня контакту взаємодії фаз утворюється за рахунок підведеної ззовні механічної енергії або позитивний досвід і аналіз чинників, що впливають на процес термообробки, на прикладі кальцинації технічного бікарбонату натрію в апараті з імпульсно-псевдозрідженим шаром.

Як правило, підвищення продуктивності виробництва соди та содопродуктів у більшості випадків пов'язано з необхідністю зміни конструктивних характеристик основного колонного обладнання, а саме – діаметру апаратів. Конструктивне вдосконалення завжди потребує значних капіталовкладень, у зв'язку з чим, при можливості, слід звертати увагу на інші варіанти оптимізації виробничих процесів.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У процесах виробництва очищеного бікарбонату натрію інтенсивність перемішування відіграє досить значну роль:

по-перше, воно обумовлює винесення дрібних кристалів в верхню частину колони, які там відіграють роль центрів кристалізації;

по-друге, інтенсивне перемішування запобігає відкладанню бікарбонату натрію як на тарілках, так і в нижній частині колони.

Так, для отримання кристалів бікарбонату натрію хорошої якості та достатньої крупності в бікарбонатних колонах необхідний досить великий час перебування рідини в апараті. Це обумовлює великі габарити бікарбонатних колон і, як наслідок, низькі швидкості газової фази.

Особливо відчутно вплив швидкості на гідродинаміку в нижній частині колони, де витрати газу малі ще й в силу високого тиску. Це призводить до нерівномірного розподілу газу по перетину апарату, поганого контакту газу з рідиною, швидкому заростання вузла вивантаження, що вимагає подальшого промивання колони.

Часті зупинки бікарбонатних колон на промивку знижують витратні коефіцієнти вихідних матеріалів та продуктивність колони.

В «класичних» конструкціях бікарбонатних колон відведення суспензії здійснюється, як правило, через штуцер в днищі колони, що насправді не є дуже ефективним. У днищі колони відбувається згущення суспензії і відкладення бікарбонату. Наявність горизонтальних ділянок на трубопроводі і запірної апаратури в цьому випадку призводить до забивання і вимагає пропарювання трубопроводів [6, 7]. Іншим недоліком «класичних» конструкцій бікарбонатних колон є нерівномірний розподіл газу за поперечним перерізом, обумовлений низькими навантаженнями по газу, які сильно знижують ефективність роботи апаратів.

Більш рівномірний розподіл газу за поперечним перерізом колони збільшує поверхню контакту фаз та інтенсифікує поглинання CO<sub>2</sub> в нижній частині колони. Це дозволить [8, 9], у свою чергу, провести позитивні зміни процесів виробництва, наприклад:

© Порохня М.Ф., 2021

- збільшити пробіг колони між чистками;
- підвищити її продуктивність за рахунок зменшення зупинок на промивання;
- поліпшити абсорбцію  $\text{CO}_2$  в нижній частині колони і знизити втрати  $\text{CO}_2$ ;
- поліпшити якість кристалів.

Таким чином, основний акцент при вирішенні питань інтенсифікації процесів карбонізації сододікарбонатних розчинів при виробництві очищеного бікарбонату натрію має бути спрямований на питання оптимізації технологічних параметрів (тиск газу в колоні, температура процесу, концентрація  $\text{CO}_2$  в газі та ін.), а також на забезпечення рівномірного розподілу газу по перетину колони, та на забезпечення інтенсивного перемішування.

Виходячи з аналізу як літературних так і виробничих даних можна встановити, що на сьогоднішній день виробництво очищеного бікарбонату натрію пов'язане з низкою певних взаємозалежних проблем:

- 1) недостатньою оптимізацією хіміко-технологічних процесів;
- 2) недосконалістю конструкції бікарбонатних (карбонізаційних) колон;
- 3) підвищеною екологічною небезпекою виробництв.
- 4) фінансовими втратами внаслідок простою колон, через їхнє забивання, що призводить до проблем з виходом на проектну добову продуктивність та внаслідок екологічних платежів через скидання в атмосферу вуглекислого газу.

При цьому екологічні та фінансові проблеми виробництв очищеного бікарбонату натрію є похідними від перших двох.

**Дослідження впливу основних технологічних параметрів (температура розчину, навантаження по газу) на ефективність процесу карбонізації в промислових умовах.** В промислових умовах експерименти проводилися на колоні з сітчастими тарілками на одному з заводів Індії. Відбір проб і заміри показань приладів проводилися з інтервалом в 1 годину.

Сітчасті бікарбонатні колони, встановлені в цеху очищеного бікарбонату натрію на заводі, мають діаметр 2400 мм та висоту 30000 мм. В нижній частині колони встановлено зубчастий конічний розподільник газу (рис. 1) з діаметром меншого отвору – 1200 мм.

Також в колоні встановлено 6 сітчастих тарілок з отворами діаметром 82 мм. Відстань між тарілками складає 3500 мм. Перша тарілка розташована на висоті 4000 мм.

При проведенні обстеження контролювалися наступні параметри:

- 1) витрата, тиск, температура і вміст  $\text{CO}_2$  в газі на вході в колону;
- 2) температура, тиск і вміст  $\text{CO}_2$  в газі після колони;
- 3) температура рідини по висоті колони.

Відбиралися проби суспензії, які аналізувалися:

- 1) сододікарбонатний розчин на вході в колону на вміст  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ;

- 2) суспензія з пробовідбірників, встановлених на висоті колони і на виході з апарату - на вміст  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  і  $\text{NaCl}$ ;

- 3) періодично відбиралися проби для визначення пересичення розчину по  $\text{NaHCO}_3$ , при цьому одночасно відбиралися проби для визначення гранулометричного складу і питомої поверхні кристалів бікарбонату натрію.

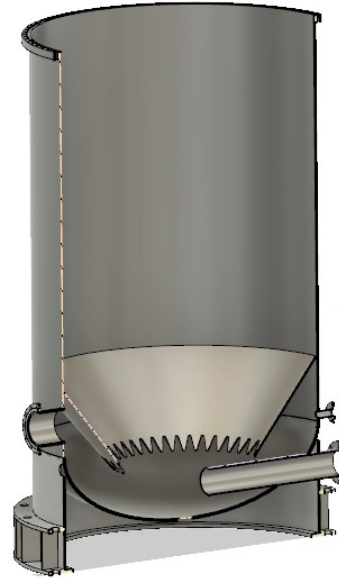


Рис. 1. Перетин нижньої частини бікарбонатної колони з розподільчим конусом

Інтенсивність масообміну в колоні визначалася за допомогою ефективного коефіцієнта швидкості абсорбції [10, 11]:

$$K_{\text{эф}} = -\frac{\alpha}{H} \ln \frac{2 - R_{\text{вх}}}{2 - R_{\text{вх}}} \quad (1)$$

де  $H$  – робоча висота колони або її зони;  
 $R_{\text{вх}}$ ,  $R_{\text{вих}}$  – ступінь карбонізації розчину відповідно на вході і виході з колони;  
 $\alpha$  – щільність зрошення,  $\text{м}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$ .

**Результати дослідження впливу основних технологічних параметрів (температура розчину, навантаження по газу) на ефективність процесу карбонізації.** Першим етапом досліджень було вивчення впливу температури сододікарбонатного розчину на ступінь абсорбції  $\text{CO}_2$  (ступінь бікарбонізації) при рекомендованому робочому тиску в колоні (2,1–2,2 атм.) та при балансовому навантаженню по газу ( $2500 \text{ нм}^3/\text{год}$ ).

Так, у таблиці 1 представлені аналітичні дані по роботі бікарбонатної колони, що дозволяють простежити залежність розміру кристалів бікарбонату натрію і ступеня поглинання  $\text{CO}_2$  сододікарбонатним розчином від його температури.

Графічне зображення аналізованих параметрів представлено на рисунках 2 і 3.

Таблиця 2 – Дані по роботі бікарбонатної колони в різні періоди

| Параметри               | I     | II    | III   | IV    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Температура, °С         | 84    | 78,4  | 80,11 | 81,8  |
| Тиск, бар               | 2,05  | 1,98  | 2,036 | 2,13  |
| Ступінь карбонізації, % | 59    | 66    | 61    | 64    |
| Розмір кристалів:       |       |       |       |       |
| 150 мкм                 | 31,06 | 4,87  | 16,28 | 24,29 |
| 106 мкм                 | 28,8  | 11,05 | 23,6  | 28,3  |
| <75 мкм                 | 12,8  | 65,27 | 26,66 | 18,8  |

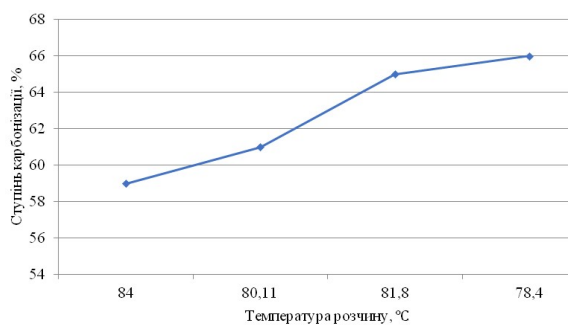


Рис. 2. Графік залежності ступеня карбонізації від температури сододобікарбонатного розчину

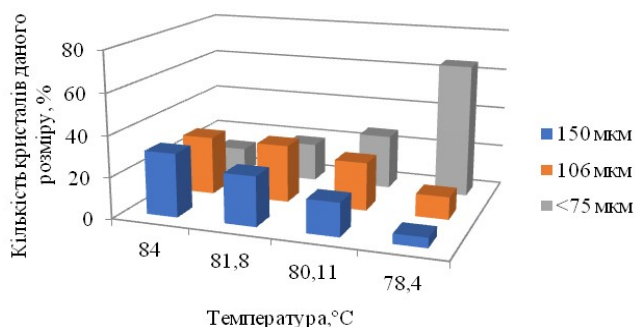


Рис. 3. Графік залежності розмірів кристалів від температури

Дослідження впливу газового навантаження на підвищення ефективності процесу карбонізації проводилося на колонах А та С цеху очищеного

бікарбонату натрію. Результати досліджень представлені на рисунках 4 та 5.

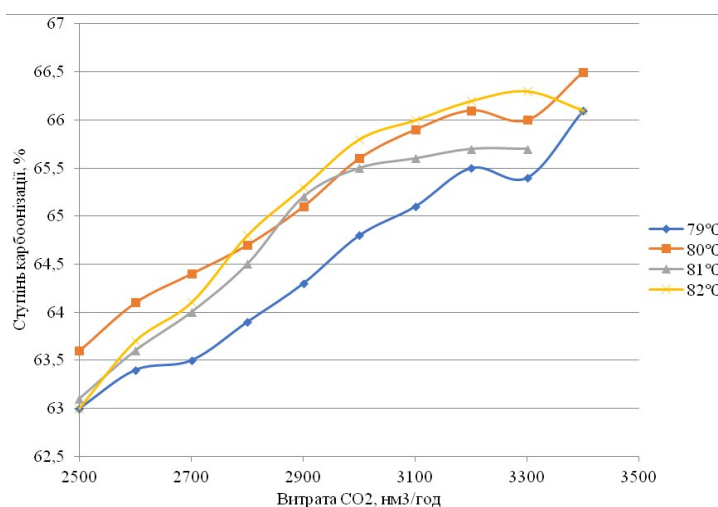


Рис. 4. Залежність ступеня карбонізації від газового навантаження при різних температурах

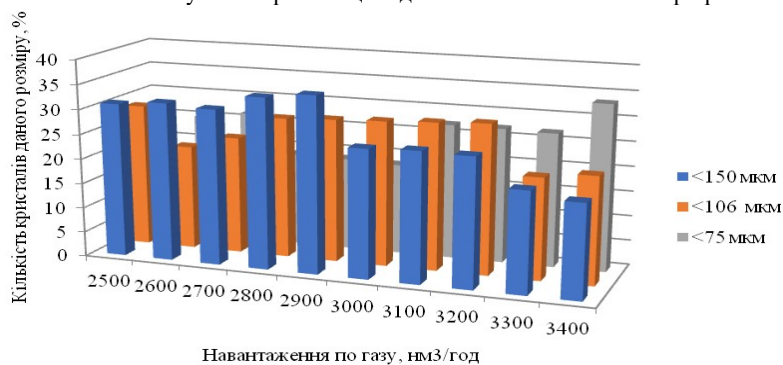


Рис. 5. Залежність розміру кристалів від навантаження по газу при температурі 79°C

Як видно з рисунку 4, найбільша ступінь карбонізації була досягнута при максимальному газовому навантаженню при максимальній температурі содобенкарбонатного розчину, що у свою чергу суперечить закону Генрі. Проте аналіз зразків розчину, взятих в верхній частині колони свідчив про винесення утворення великої кількості центрів

кристалізації в результаті винесення з нижньої частини колони внаслідок підвищення газового потоку кристалів  $\text{NaHCO}_3$  (рис. 5–8).

Як видно з рисунка 5, найбільша кількість крупних кристалів була утворена при навантаженні по газу  $<3000 \text{ nm}^3/\text{год}$ .

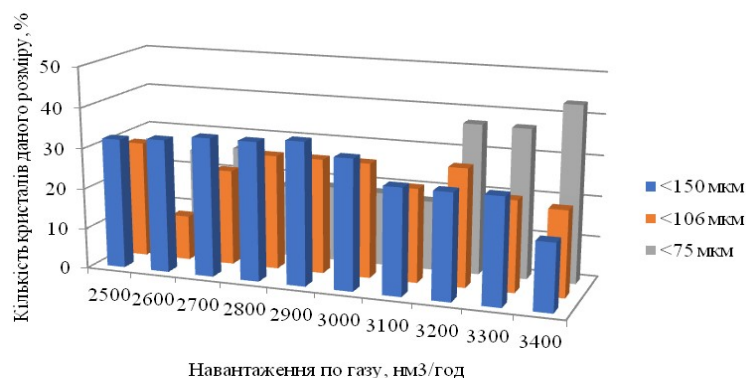


Рис. 6. Залежність розміру кристалів від навантаження по газу при температурі  $80^\circ\text{C}$ : даний випадок характеризувався зменшення розмірів кристалів.

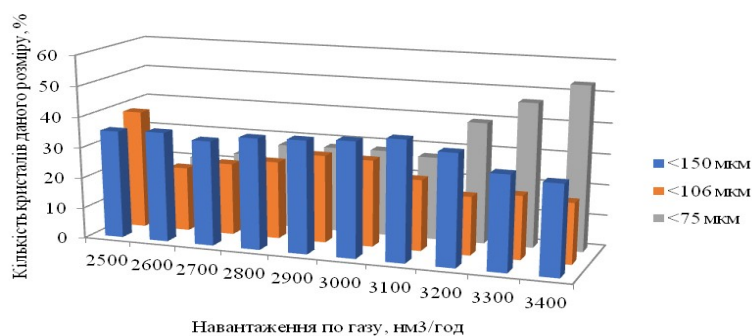


Рис. 7. Залежність розміру кристалів від навантаження по газу при температурі  $81^\circ\text{C}$

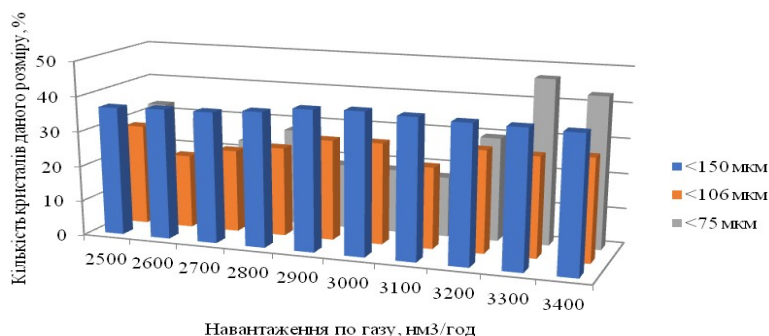


Рис. 8. Залежність розміру кристалів від навантаження по газу при температурі  $82^\circ\text{C}$

Виходячи з рисунка 7, при температурі  $81^\circ\text{C}$  з навантаженням по газу від 2500 до  $3400 \text{ nm}^3/\text{год}$  кількість кристалів з розміром 106–150 мкм знаходиться майже на одному рівні.

Виходячи з даних, наведених на рисунку 8, даний випадок характеризувався утворення найбільшої кількості крупних кристалів.

Отже, в результаті дослідження було встановлено, що найкращі показники кінцевого

продукту при карбонізації содобенкарбонатного розчину можуть бути досягнуті при середньому навантаженню по газу при даному матеріальному балансу та продуктивності. І для даного випадку знаходяться на рівні  $2900\text{--}3000 \text{ nm}^3/\text{год}$ .

При цьому, слід зазначити, найкращою умовою для технологічного процесу є температура содобенкарбонатного розчину, яка тримається на рівні  $81\text{--}82^\circ\text{C}$ .

### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

В результаті аналізу промислових даних було виявлено, що зростання газового навантаження спричиняє зростання кількості дрібних кристалів, яке супроводжувалося незадовільним виходом суспензії з колони. Перш за все, це було обумовлено збільшенням ступеня прогазованості рідкої фази в колоні при підвищенні газового навантаження.

Незадовільний вихід суспензії з колони починав спостерігатися в кінці першої доби її роботи і проявлявся в нестабільності титрів карбонату натрію в рідині на виході з колони.

Через незадовільний вихід суспензії з колони

при її роботі на підвищених навантаженнях відбувалося осадження кристалів бікарбонату натрію в бочці-базі та заростання отворів на нижніх контактних елементах. Після декількох днів роботи колони бочка-база практично повністю забивалася бікарбонатом натрію і колона або зупинялася на промивку, або пропарювалася.

Таким чином було зазначено, що оптимальною температурою содобікарбонатного розчину була температура 82 °С при газовому навантаженні 2900–3000 нм<sup>3</sup>/год, яке супроводжувалося утворенням найбільшої кількості крупних кристалів при найменшій кількості дрібнодисперсних кристалів, що підтверджує ефективність запропонованих заходів.

### Список літератури

1. Товажнянський Л.Л. Процеси та апарати хімічної технології / Л.Л. Товажнянський, А.П. Готлінська, І.О. Нечипоренко. І.С. Чернишов // Харків, НТУ. 2006. – Ч.1. – 540 С.
2. Товажнянський Л.Л. Процеси та апарати хімічної технології / Л.Л. Товажнянський, А.П. Готлінська, І.О. Нечипоренко І.С. Чернишов. – Харків, НТУ. 2006. – Ч.2. – 540 С.
3. Фрумин В.М., Бухкало С.И., Питюлин И.Н., Бурин В.М. Механические роторные абсорберы. Интегрированные технологии та энергосбережения. – Х.: НТУ «ХПИ», 2006. – №1, с. 125–128.
4. С.И. Бухкало, В.М. Гут, В.Л. Бурин, В.М. Фрумин, В.М. Бурштейн. Кальцинация технического гидрокарбоната натрия в аппарате с импульсно-кипящим слоем. Вестник НТУ «ХПИ». – Х. : НТУ «ХПИ», 2005. – Вып. 52.
5. Расчеты по технологии неорганических веществ: Учебн. Пособие / Товажнянський Л.Л., Новиков В.Г., Бухкало С.И., Фрумин, В.М. и др. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – 92 с.
6. Колмановский И.И. Производство двууглекислого натрия (бикарбоната) / И.И. Колмановский. – М.: Химия, 1964. –166 с.
7. Порожня М.Ф. Аналіз впливу технологічних параметрів процесу карбонізації содобікарбонатного розчину у виробництві очищеного бікарбонату натрію на ступінь абсорбції CO<sub>2</sub> / М.Ф. Порожня // Екологічні науки: науково-практичний. – К. : ДЕА, 2019. – № 1(24). Т. 2. – С.169–173.
8. Maharloo D.G. Process intensification and environmental consideration of sodium bicarbonate production in an industrial soda ash bubble column reactor by CO<sub>2</sub> recycling. J. of CO<sub>2</sub> Utiliz. 2017. Vol. 20. P. 318–327.
9. Порожня Н.Ф., Фрумин В.М., Бурин В.Л. Аналіз впливу основних технологічних параметрів карбонізації содового розчину в виробництві очищеного бікарбоната натрію на якість кінцевого продукту / Н.Ф. Порожня, В.М. Фрумин, В.Л. Бурин // Хімія і технологія виробств основної хімічної промисловості. Сборник научных трудов. – Х.: ГУ НІОХІМ, 2019. – Т. 79. – С. 32–39.
10. Михайлова Е.Н., Лукьянчиков А.А. Исследование условий достижения наибольшего выхода натрия бикарбоната на стадии карбонизации производства соды / Е.Н. Михайлова, А.А. Лукьянчиков // Хімія і технологія виробств основної хімічної

промисловості. Сборник научных трудов. – Х.: ГУ НІОХІМ, 2019. – Т. 79. – С. 75–79.

11. Tan L. S., Shariff A. M., Lau K. K., Bustam M. A. Factors affecting CO<sub>2</sub> absorption efficiency in packed column / L.S. Tan, A.M. Shariff, K.K. Lau, M.A. Bustam // J. of Industrial and Eng. Chem. – 2012. – Vol. 18. – Iss.6. – P. 1874–1883.

### Bibliography (transliterated)

1. Tovazhnjans'kij L.L. Procesi ta aparati himichnoї tehnologii / L.L. Tovazhnjans'kij, A.P. Gotlins'ka, I.O. Nechiporenko. I.S. Chernishov // Kharkiv, NTU. 2006. – Ch.1. – 540 p.
2. Tovazhnjans'kij L.L. Procesi ta aparati himichnoї tehnologii / L.L. Tovazhnjans'kij, A.P. Gotlins'ka, I.O. Nechiporenko I.S. Chernishov. – Kharkiv, NTU. 2006. – Ch.2. – 540 p.
3. Frumin V.M., Buhkalo S.I., Pitjulin I.N., Burin V.M. Mehanicheskie rotornye absorbery. Integrovanі tehnologii ta energoberezhennja. – Kh.: NTU «KhPI», 2006. – №1, pp. 125–128.
4. S.I. Buhkalo, V.M. Gut, V.L. Burin, V.M. Frumin, V.M. Burshtejn. Kal'cinacija tehnicheskogo gidrokarbonata natrija v apparate s impul'sno-kipjashhim sloem. Vestnik NTU «KhPI». – Kh. : NTU «KhPI», 2005. – Vyp. 52.
5. Raschety po tehnologii neorganicheskikh veshhestv: Uchebn. Posobie / Tovazhnjanskij L.L., Novikov V.G., Buhkalo S.I., Frumin V.M. i dr. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. – 92 p.
6. Kolmanovskij I.I. Proizvodstvo dvouglekislogo natrija (bikarbonata) / I.I. Kolmanovskij. – M.: Himija, 1964. – 166 p.
7. Porohnja M.F. Analiz vplivu tehnologichnih parametriv procesu karbonizacii sodobikarbonatnogo rozchinu u virobniectvi ochishhenogo bikarbonatu natriju na stupin' absorbcii SO<sub>2</sub> / M.F. Porohnja // Ekologichni nauki: naukovo-praktichnij. – K. : DEA, 2019. – № 1(24). Т. 2, pp.169–173.
8. Maharloo D.G. Process intensification and environmental consideration of sodium bicarbonate production in an industrial soda ash bubble column reactor by CO<sub>2</sub> recycling. J. of CO<sub>2</sub> Utiliz. 2017. Vol. 20. P. 318–327.
9. Porohnja N.F., Frumin V.M., Burin V.L. Analiz vlijanja osnovnyh tehnologicheskikh parametrov karbonizacii sodovogo rastvora v proizvodstve ochishhenogo bikarbonata natrija na kachestvo konechnogo produkta / N.F. Porohnja, V.M. Frumin, V.L. Burin // Himija i tehnologija proizvodstv osnovnoj himicheskoy

- promyshlennosti. Sbornik nauchnyh trudov. – Kh.: GU NIOHIM, 2019. – T. 79, pp. 32–39.
10. Mihajlova E.N., Luk'janchikov A.A. Issledovanie uslovij dostizhenija naibol'shego vyhoda natrija bikarbonata na stadii karbonizacii proizvodstva sody / N.E.Mihajlova, A.A. Luk'janchikov // Himija i tehnologija proizvodstv osnovnoj himicheskoj promyshlennosti. Sbornik nauchnyh trudov. – Kh.: GU NIOHIM, 2019. – T. 79, – pp. 75–79.
11. Tan L. S., Shariff A. M., Lau K. K., Bustam M. A. Factors affecting CO<sub>2</sub> absorption efficiency in packed column / L.S. Tan, A.M. Shariff, K.K. Lau, M.A. Bustam // J. of Industrial and Eng. Chem. – 2012. – Vol. 18. – Iss.6. – P. 1874–1883.

Надійшла (received) 19.05.2021

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

Порохня Микола Федорович (Порохня Николай Федорович, Porokhnia Mykola) – аспірант кафедри хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3135-9000>;

E-mail: [nikolay.porokhnya@gmail.com](mailto:nikolay.porokhnya@gmail.com)

**POROKHNIA MYKOLA**

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF MAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS (SOLUTION TEMPERATURE, GAS LOAD) ON THE EFFICIENCY OF CARBONIZATION PROCESS IN**

In the presented article the possibilities of increasing the efficiency of the processes of production of purified sodium bicarbonate are analyzed, for example, it is indicated that the mixing intensity plays a significant role. The disadvantages of the "classical" designs of bicarbonate columns are determined by studying the influence of the main technological parameters of the carbonization process in industrial production conditions. The results of experimental verification of the possibility of intensification of the carbonization process of soda bicarbonate solution by increasing the gas load in industrial conditions are presented. The most optimal physical indicators of the process of carbonization of soda bicarbonate solution at which the best quality of the final product is achieved are determined; the increase in gas load causes an increase in the number of small crystals, which was accompanied by unsatisfactory release of the suspension from the column. It is determined that, first of all, this was due to the increase in the degree of gassing of the liquid phase in the column with increasing gas load; The optimum temperature of soda bicarbonate solution is 82 °C at a gas load of 2900–3000 nm<sup>3</sup>/h, which was accompanied by the formation of the largest number of large crystals with the smallest number of fine crystals and affects the efficiency of the industrial carbonization process.

**Key words:** purified sodium bicarbonate, carbonization, bicarbonate columns, gas loading.

**Н. Ф. ПОРОХНЯ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (ТЕМПЕРАТУРА РАСТВОРА, НАГРУЗКИ ПО ГАЗУ) НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В представленной статье проанализированы возможности повышения эффективности процессов производства очищенного бикарбоната натрия, например, отмечено, что интенсивность перемешивания играет весьма значительную роль. Недостатки «классических» конструкций бикарбонатных колонн определены за счет исследования влияния основных технологических параметров процесса карбонизации в промышленных условиях производств. Представлены результаты экспериментальной проверки возможности интенсификации процесса карбонизации содобенкарбонатного раствора путем повышения газовых нагрузок в промышленных условиях. Определены наиболее оптимальные физические показатели проведения процесса карбонизации содобенкарбонатного раствора при котором достигается наилучшее качество конечного продукта; рост газовой нагрузки приводит к росту количества мелких кристаллов, что сопровождалось неудовлетворительным выходом суспензии из колонны. Определено, что прежде всего, такие процессы были обусловлены увеличением степени прогазованности жидкой фазы в колонне при повышении газовой нагрузки; оптимальной температурой содобенкарбонатного раствора определена температура 82 °C при газовой нагрузке 2900-3000 нм<sup>3</sup>/ч, что сопровождалось образованием большего количества крупных кристаллов при наименьшем количестве мелкодисперсных кристаллов и влияет на эффективность промышленного процесса карбонизации.

**Ключевые слова:** очищенный бикарбонат натрия, карбонизация, бикарбонатные колонны, нагрузки по газу.