

РОЗДІЛ 5. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БАР

УДК 669.295.721

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ Й ШВИДКОСТІ ПОДАЧІ КАРБОН (IV) ОКСИДУ НА ПРОЦЕС КАРБОНІЗАЦІЇ РОЗВЕДЕНИХ АЛЮМІНАТНИХ РОЗЧИНІВ

Гаврилова Л.О., к.т.н., старший викладач, Карпенко Ю.В., студент

Запорізький національний університет

У статті розглядаються питання впливу абсорбції карбон (IV) оксиду на швидкість протікання різних стадій процесу карбонізації розведених алюмінатних розчинів. Вивчався вплив інтенсивності барботажу карбон (IV) оксиду через розведений розчин натрій алюмінату при постійній температурі й концентрації вихідних реагентів у розчині.

Ключові слова: барботаж, карбон (IV) оксид, абсорбція, масопередача, гідродинамічні фактори, алюмінатні розчини, гідролітичний розклад.

Гаврилова Л.А., Карпенко Ю.В. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И СКОРОСТИ ПОДАЧИ КАРБОН (IV) ОКСИДА НА ПРОЦЕСС КАРБОНИЗАЦИИ РАЗБАВЛЕННЫХ АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ / Запорожский национальный университет, Украина

В статье рассматриваются вопросы влияния абсорбции карбон (IV) оксида на скорость протекания различных стадий процесса карбонизации разбавленных алюминатных растворов. Изучалось влияние интенсивности барботажа карбон (IV) оксида через разведенный раствор натрий алюмината при постоянной температуре и концентрации исходных реагентов в растворе.

Ключевые слова: барботаж, карбон (IV) оксид, абсорбция, массопередача, гидродинамические факторы, алюминатные растворы, гидролитическое разложение.

Gavrilova L.A., Karpenko Yu.V. THE INFLUENCE OF THE CONCENTRATION AND THE FLOW RATE OF CARBON DIOXIDE CARBONIZATION PROCESS DILUTE ALUMINATE SOLUTIONS / Zaporizhzhya national university, Ukraine

This paper discusses the impact of carbon absorption (IV) oxide on the rate at which the various stages of the carbonization process dilute aluminate solutions. The influence of the intensity of bubbling carbon (IV) oxide in dilute solution of sodium aluminate at a constant temperature and concentration of reactants in solution.

Key words: bubbling, carbon (IV) oxide, absorption, mass-transfer, hydrodynamic factors aluminate solutions, hydrolytic degradation.

ВСТУП

У раніше опублікованих роботах розглянуті питання взаємодії, що утворюються при абсорбції карбон (IV) оксиду розведеними алюмінатними розчинами проміжних сполук і реагентами в рідкій фазі й показано вплив, що лімітує, стадії гідролітичного розкладання натрій алюмінату [1-2]. У статті розглядаються питання впливу абсорбції карбон (IV) оксиду на швидкість протікання різних стадій процесу карбонізації розведених алюмінатних розчинів. Згідно з уявленням [3] карбонізація алюмінатних розчинів є дифузійним процесом, що представляє собою випадок фізичної абсорбції добре розчинного газу, ускладненого хемосорбцією, з утворенням продуктів реакції. Для добре розчинного в лужних алюмінатних розчинах вуглекислого газу швидкість процесу залежить від величини поверхні розділу фаз, температури й концентрації карбон (IV) оксиду в газовій фазі.

Аналіз літературних джерел показав, що теорія карбонізації алюмінатних розчинів розроблена в недостатній мірі, але якщо розглянути цей процес як хемосорбцію карбон (IV) оксиду лужними розчинами, можливо перенести на нього окремі положення

відносно дослідженої теорії абсорбції добре розчинних газів. Тому метою роботи було дослідити вплив газо- й гідродинамічних, фізико-хімічних факторів на швидкість і хід досліджуваного процесу. Також вивчити вплив інтенсивності барботажу карбон (IV) оксиду через розведений розчин натрій алюмінату при постійній температурі й концентрації вихідних реагентів у розчині.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджувані алюмосилікатні з'єднання були синтезовані методом [2] карбонізації розбавлених алюмосилікатних розчинів за раніше описаною методикою при варіюванні таких умов експерименту, як кремнієвий модуль (μ ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) $\approx 0,63 - 2,9$), концентрація алюмінату натрію у вихідному розчині (C (Al_2O_3) від 0,1 - 0,01 моль / л; λ_K ($\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}$) ≈ 2) і швидкість процесу карбонізації. Концентрація карбон (IV) оксиду в газовій фазі контролювалась об'ємним методом.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до отриманих даних по хімізму карбонізації розведених алюмінатних розчинів процес здійснюється в три стадії, що послідовно протікають: 1-а – нейтралізація надлишкового луку, 2-а – гідролітичне розкладання натрій алюмінату з виділенням в осад алюміній гідроксиду й 3-я – бікарбонізація, що супроводжується утворенням натрій бікарбонату й натрій гідрогеналюмокарбонату. Зміна концентрації карбон (IV) оксиду в газовій фазі в бік її зменшення на першій стадії процесу призводить до різкого падіння швидкості реакції нейтралізації надлишкового луку (рис. 1, крива 1) і, як наслідок, до аналогічного зменшення швидкості залежної реакції гідролізу натрій алюмінату.

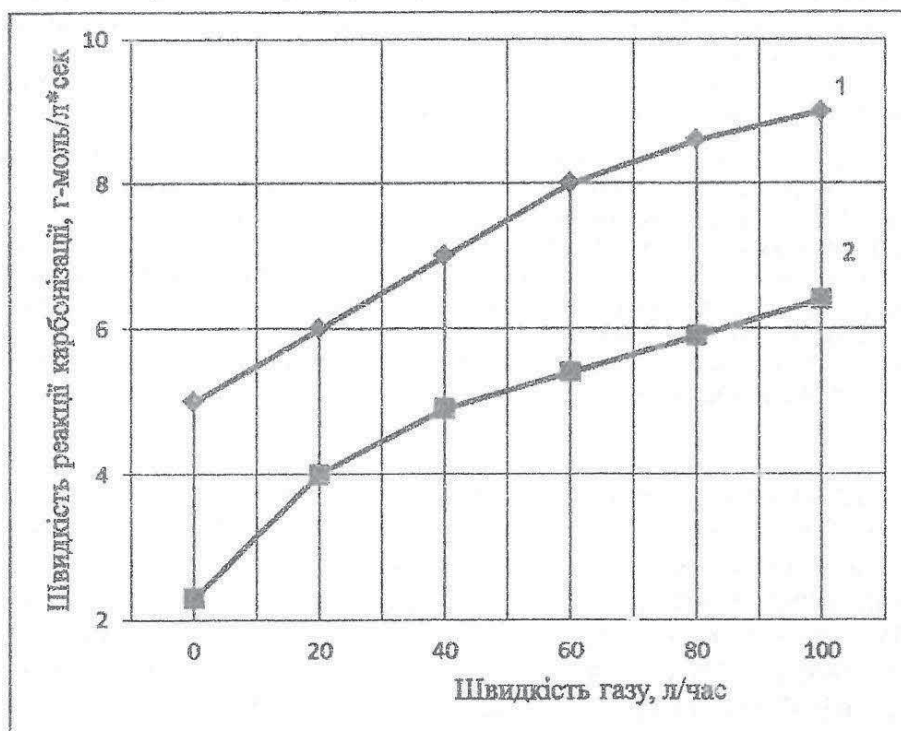


Рис. 1. Залежність швидкості гідролізу натрій алюмінату I стадія від швидкості карбонізуючого газу в колоні

На другій стадії процесу швидкість реакції гідролітичного розкладання натрій алюмінату й реакції нейтралізації, що утворюється при цьому луку (рис. 2, криві 2, 3) меншою мірою залежать від концентрації карбон (IV) оксиду в газовій фазі, повністю визначаються дифузійними процесами в розчині. Швидкість процесу бікарбонізації на

третьої стадії, також як і швидкості процесів, що йдуть на першій стадії, визначаються вмістом карбон (IV) оксиду в абсорбаті (рис. 2, крива 1). Це вказує на те, що обидві стадії процесу носять однаковий характер і визначаються тільки концентрацією реагуючих речовин у рідкій фазі.

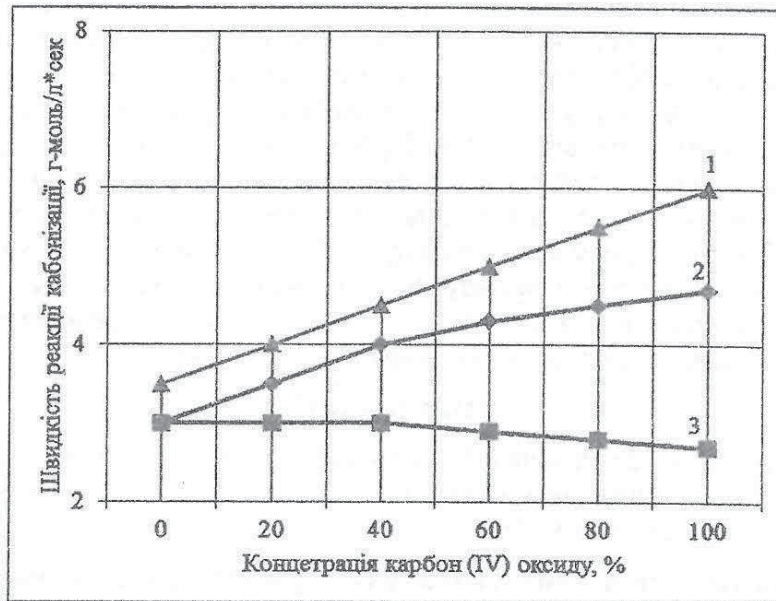


Рис. 2. Залежність швидкості гідролізу натрій алюмінату (2,3 – II стадія) й бікарбонізації (1 – III стадія) від концентрації карбонізуючого газу в колоні

Згідно із сучасними уявленнями про модель процесу [4], перенос речовини з газу в рідину відбувається шляхом турбулентної й молекулярної дифузії через вільну поверхню внаслідок хвилювання або дії сил тертя. Отже, роллю молекулярної дифузії карбон (IV) оксиду через межу розділу фаз у нашому випадку можна зневажити. Тоді коефіцієнт масопередачі буде визначатися турбулентною дифузиею речовин в обох фазах. Різке збільшення інтенсивності процесу при барботажному режимі визначається наявністю внутрішнього (конвекційного) руху в пухирці газу й утворенням більш розвиненої поверхні контакту фаз.

Збільшення швидкості подачі карбон (IV) оксиду на підвищення ступеня інтенсивності барботажного режиму позначається на підвищенні швидкостей нейтралізації надлишкового лугу й початкової стадії гідролетичного розкладання натрій алюмінату на першій стадії процесу (рис. 1, криві 1, 2).

Це проявляється також у скороченні періоду до початку гідролетичного розкладання натрій алюмінату. Однак швидкість гідролізу натрій алюмінату значно залежить від швидкості кристалізації алюміній гідроксиду (рис. 1, крива 2), меншою мірою визначається швидкістю подачі газу, що цілком узгоджується з даними [5], отриманими при вивченні процесу карбонізації аміачно-содових розчинів.

Бікарбонізація проміжних карбонатних сполук, що протікає при порівняно високих швидкостях, слабо інтенсифікується з підвищенням швидкості барботажу, хоча початок цього процесу настає раніше при високих рН розчинів (рис. 1, крива 1). При великих швидкостях газу (>50 л/годину CO_2) швидкості реакції I і III стадій сумарні, що цілком узгоджується з даними [5] і пояснюється тим, що швидкості зазначених реакцій пропорційні концентрації OH^- груп, з одного боку, і співвідношенню $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ □ з іншого. Унаслідок силу сталості названих факторів у даних умовах досвіду швидкість бікарбонізації перебуває в меншій залежності від швидкості газу, ніж реакції двох перших стадій. Для інтенсифікації процесу карбонізації алюмінатних розчинів у барботажному режимі можливе використання абсорбційних апаратів типу

барботажних тарілчастих колон. Дослідження процесу карбонізації розведених алюмінатних розчинів на лабораторній установці показало, що швидкості всіх трьох стадій карбонізації, які тепер розділені не тільки в часі, але й просторово за висотою колони, також перебувають у залежності як від концентрації газу, що подається на барботаж, так і від інтенсивності барботажного режиму. Залежність швидкості гідролетичного розкладання розчину від швидкості газу зумовлюється збільшенням швидкості абсорбції карбон (IV) оксиду алюмінатним розчином, викликаним впливом двох факторів: зміною розчинності газу зі зміною парціального тиску карбон (IV) оксиду, що й постійно оновлюється при барботажі поверхні контакту фаз. При цьому спостерігається складний характер залежності швидкостей карбонізації від швидкості газу як у статичному, так і в динамічному режимах. Криві зміни швидкості гідролізу при малих швидкостях газу мають більш крутий нахил, що вказує на існування прямої залежності між швидкістю гідролізу й парціальним тиском газу. Перспективою подальшого дослідження є створення оптимальних умов карбонізації розведених алюмінатних розчинів для нанесення на модифікуючу поверхню титан (IV) оксид.

ВИСНОВКИ

1. З підвищенням інтенсивності барботажу (велика витрата газу) настає насичення, коли концентрація карбон (IV) оксиду в газовій фазі вже не впливає на швидкість реакцій у рідкій фазі.
2. З ростом швидкості подачі барботажного газу й підвищенням концентрації карбон (IV) оксиду в ньому, ступінь поглинання карбон (IV) оксиду падає, що пов'язане з досягненням граничної швидкості фізичної абсорбції карбон (IV) оксиду розведеними розчинами натрій алюмінату.
3. З підвищенням вмісту карбон (IV) оксиду в газі спостерігається зсув усіх трьох стадій процесу карбонізації й особливе прискорення й зрушення рН початку процесу бікарбонізації в більш лужну область, що викликає утворення поряд із натрій бікарбонатом гідрогеналюмокарбонатних сполук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Изучение условий карбонизации разбавленных алюминатных растворов / В.С. Сажин, Н.Н. Стремиллова, Л.А. Гаврилова, Н.Ф. Рябчикова // Хим. технология. – 1975. – № 3. – С.3-4.
2. Изучение условий осаждения гидроокисей алюминия и кремния на поверхности двуокиси титана / И.П. Сорокин, Н.Н. Стремиллова, Л.А. Гаврилова // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1972. – № 6. – С. 27-29.
3. Лайнер А.И. Производство глинозема / Абрам Ильич Лайнер. – М.: Металлургиздат, 1961. – 314 с.
4. Рамм В.М. Абсорбционные процессы в химической промышленности / Виталий Максимович Рамм. – М.-Л.: ГНТИХЛ, 1951. – 351 с.
5. Очистка технологических газов / [Т.А. Семенова, И.Л. Ляйтес, Ю.В. Аксельрод и др.]. – М.: Химия, 1969. – 392 с.