

УДК 661.152:633.1
© 2015

Дмитриков В. П., доктор технічних наук

Полтавська державна аграрна академія

Шестозуб А. Б., кандидат технічних наук,

Олійник М. А., викладач

Дніпродзержинський державний технічний університет

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПРИКЛАДІ КАЛЬЦІЄВОЇ СЕЛІТРИ

Рецензент – доктор технічних наук, професор А. А. Смердов

Проаналізовано останні дослідження і публікації, у яких започатковано розв'язання проблеми. Показано можливості комплексного підходу до збільшення споживчого попиту сільськогосподарських підприємств на кальцієву селітру. Запропоновано заходи з удосконалення технології виробництва кальцієвої селітри. Виконано розрахунок витрат сировини і енергії виробництва розчинів кальцієвої селітри з нейтралізуючою добавкою калій карбонату. Розроблені заходи модифікації ведуть до зниження енергетичних витрат, підвищення якості кальцієвої селітри, покращання екологічних показників виробництва.

Ключові слова: виробництво, землеробство, кальцієва селітра, модифікація, нітратна кислота.

Постановка проблеми. Сучасне ефективне землеробство пов'язане із застосуванням мінеральних добрив, що виробляються підприємствами хімічної промисловості [2]. Водночас аграрії зацікавлені не тільки у високому вмісті поживних речовин у мінеральному добриві, а й у відсутності небажаних домішок, можливості його застосування з використанням сучасних технологій і засобів. Самостійне значення мають прийнятна вартість, яка визначається витратами виробництва, а також показники екологічної безпеки хімічного виробництва. Одним з мінеральних добрив, попит на якого збільшується, є кальцієва селітра, використовувана як у твердому вигляді, так і у вигляді розчинів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Традиційні виробництва кальцієвої селітри в якості сировини використовують вапняки різних родовищ та неконцентровану нітратну кислоту і в технологічній схемі включають стадії обробки вапняку розчинами згаданої кислоти, очистку утворених розчинів селітри від нерозчинених домішок та їх упарювання, отримання твердого продукту, переважно у вигляді тетрагідрату кальцій нітрату [6].

Традиційне виробництво має підвищені витрати енергії, пов'язані, в першу чергу, з упарюванням одержаних розчинів кальцій нітрату невисокої концентрації й кристалізацією під час наступного охолодження цих розчинів. В процесі такого виробництва продукційна кальцієва селітра має багато суттєвих недоліків – порівняно низький вміст одного з основних поживних елементів – азоту, значну кількість домішок, високу гігроскопічність [5]. Все вищевказане обмежує використання зазначеної кальцієвої селітри сучасними аграрними підприємствами, особливо для обробітку овочевих культур у закритому ґрунті, де певні домішки можуть призводити до порушень нормальної експлуатації систем регульованого краплинного поливу [1].

Таким чином, в промисловості визначилися тенденції щодо вдосконалення виробництва кальцієвої селітри з підвищенням її якості та зниженням витрат з метою збільшення споживчої привабливості [4].

Мета роботи – створення модифікованої кальцієвої селітри з підвищеним вмістом поживних речовин для широких потреб сільського господарства.

Для досягнення мети поставлене головне завдання – удосконалити технологію виробництва кальцієвої селітри зі зниженням енергетичних витрат і покращанням економічних і екологічних показників.

Матеріали і методи досліджень. Експериментально-статистичні методи моделювання та статистичні методи обробки результатів досліджень виконані з використанням комп'ютерних технологій.

Результати досліджень. Істотне зменшення небажаних домішок у продукті досягається в разі використання випаленого вапна, як кальцій-вмісної сировини. Виробництва останнього розташовуються практично всюди, а транспортування та зберігання неконцентрованої нітратної

кислоти порівняно нескладне. Тому доцільно організувати отримання кальцієвої селітри поза великими хімічними промисловими комплексами з використанням можливостей та інфраструктури аграрних підприємств, особливо тих, які вже мають установки отримання обпаленого вапна і вапняного молока, що може істотно знизити транспортні витрати. Водночас з'являється можливість реалізації твердого відходу виробництва кальцієвої селітри – шламу стадії фільтрації розчинів – в якості дешевого лужного азотного добрива пролонгованої дії [3], що також підвищить ефективність основного виробництва.

Зменшення кількості нерозчинних домішок досягається додатковою обробкою відфільтрованих і упарених розчинів нітратною кислотою [7]. У цьому випадку можливо збільшити вміст поживних елементів за нейтралізації надлишку нітратної кислоти. Найкращими речовинами для такої нейтралізації є аміак і калій карбонат. Застосування аміаку дозволяє збільшити вміст азоту в добриві, поліпшити умови кристалізації та гранулювання під час виробництва твердого продукту. Калій карбонат дає можливість не тільки збільшити вміст азоту, але й ввести інший основний елемент живлення рослин – калій [8].

Основні енергетичні витрати виробництва кальцієвої селітри пов'язані з упарюванням розчинів після обробки кальційвмісної сировини нітратною кислотою. Тому гасіння вапна здійснюють не водою, а розчинами кальцій нітрату, що спільно із застосуванням нітратної кислоти підвищеної концентрації дозволяє зменшити витрату теп-

ла на упарювання або повністю відмовитися від нього. Отримання твердого продукту доцільно здійснювати в барабанних грануляторах-сушарках, де утворюються гранули підвищеної міцності, близькі до сферичної форми.

Певну гнучкість виробництва кальцієвої селітри дає її випуск як кінцевого продукту розчину (60–65 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) і гранульованої. Продукти відрізняються можливістю зміни вмісту зв'язаного азоту і калію в значних межах, практичною відсутністю нерозчинних домішок, завдяки чому не створюються проблеми під час регульованого капілярного внесення, а гранульована кальцієва селітра містить не більше 1,5 % води, що істотно спрощує умови зберігання, покращує розсипчастість і запобігає злежуванню.

Технологія та обладнання установок отримання кальцієвої селітри порівняно прості, основні стадії можуть створюватися за модульним принципом (див. рис.), що дає змогу оперативно змінювати їх продуктивність як в цілому, так і за окремими продуктами. Основні стадії здійснюються за атмосферного тиску або за невеликого розрідження, що зменшує негативний вплив на довкілля.

На стадії нейтралізації відбувається взаємодія нітратної кислоти з суспендованим вапном. На фільтр-пресі розчин відділяється від нерозчинних домішок, після чого упарюється (за необхідності). Частина циркулюючого розчину після упарювання і донейтралізації кільцевим трубопроводом повертається для приготування кальційвмісної суспензії.

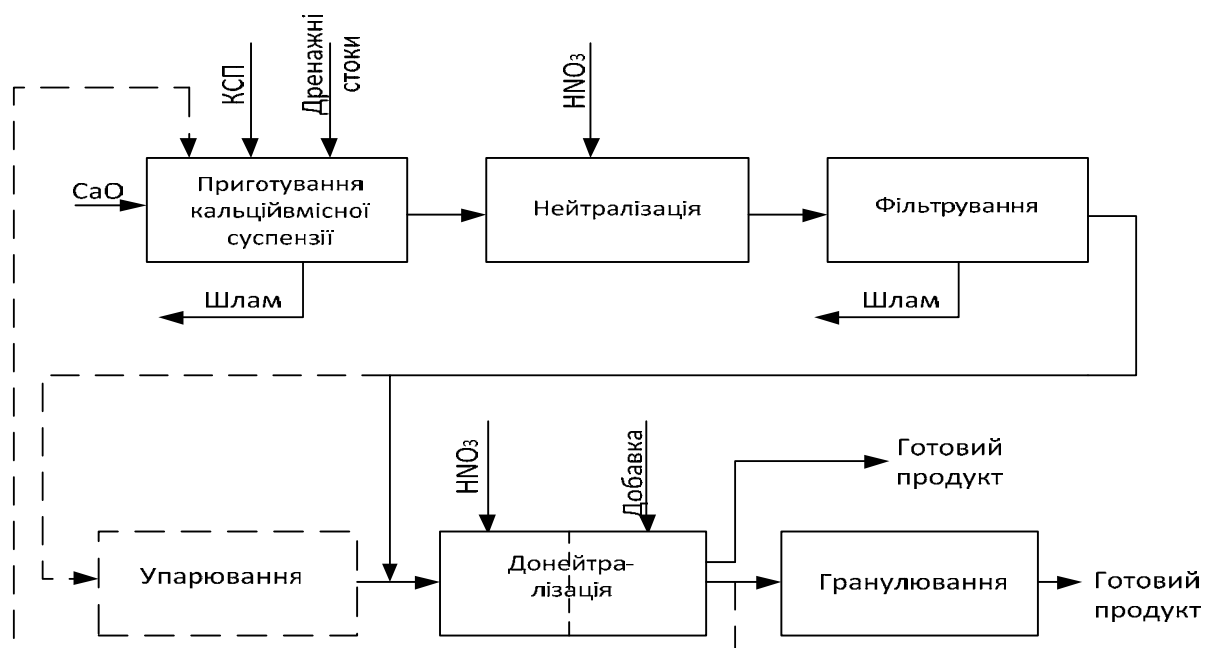


Рис. Принципова схема отримання розчинів і гранулювання кальцієвої селітри

Результати досліджень з використанням в якості добавок аміаку та калій карбонату

Добавка	Ca(NO ₃) ₂ , % мас.	NH ₄ NO ₃ , % мас.	Вміст зв'язаного азоту, % мас.	Вміст KNO ₃ (K ₂ O), % мас.	Нерозчинні домішки, г/дм ³
Без добавки	40	-	9,6	-	0,251
аміак (NH ₄ NO ₃)	53,1	7,8	12,3	-	0,031
K ₂ CO ₃	55,1	-	12,2	5,2 (1,8)	0,034

Водночас вміст кальцій нітрату й калій або/та амоній нітратів до концентрації 30–35 % забезпечується подачею конденсату сокової пари (КСП) і дренажних стоків виробництва. Залежно від умов гранулювання і вимог до кінцевого продукту упарювання можна не здійснювати.

На стадії донейтралізації відбувається введення нітратної кислоти, що забезпечує донейтралізацію CaO (Ca(OH)₂) та MgO. Підкислений розчин (вільною кислотою) нейтралізується введенням аміаку або калій карбонату до рН 6,5–7,0. Нейтралізований розчин реалізується як готовий продукт або направляється на гранулювання.

Проведено визначення показників якості кальцієвої селітри, отриманої в експериментальних умовах з використанням добавок, що нейтралізують, аміаку та калій карбонату і порівняння

цих показників з показниками розчину кальцієвої селітри заводського виробництва (без добавок) (див. табл.).

Висновок. Виконано розрахунок витрат сировини й енергії виробництва розчинів кальцієвої селітри (КС) з нейтралізуючою добавкою калій карбонату, який показує зменшення витрати гріючої пари на 0,135 т на тону продукційного розчину КС в порівнянні з діючою технологією.

Проаналізовано можливості комплексного підходу до виробництва КС, включаючи заходи щодо зниження його енергетичних витрат, поліпшення якості та розширення асортименту кінцевого продукту, що призведе до збільшення споживчого попиту на це цінне мінеральне добриво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Альбоций Ю. М. Концептуальні підходи до сталого розвитку землекористування України / Ю. М. Альбоций, В. М. Кривов, С. О. Осипчук // Землевпорядний вісник. – 2002. – №4. – С. 49–59.
2. Безуглова О. С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 384 с.
3. Власян С. В., Шестозуб А. Б., Волошин Н. Д. Получение азотного удобрения на основе отхода производства кальциевой селитры : материалы XVII международной заочной науч.-практ. конф. Часть II [«Технические науки – от теории к практике»]. – Новосибирск : изд-во «СибАК», 2013. – С. 27–32.
4. Дідковська Л. І. Екологізація аграрного землекористування в контексті концепції сталого розвитку / Л. І. Дідковська // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2005. –

- № 3/4. – С. 279–283.
5. Дринча В. М. Развитие агроинженерной науки и перспективы агротехнологий / В. М. Дринча. – М. : ВИМ, 2002. – 188 с.
6. Нитрат кальция. Его свойства, получение и применение в сельском хозяйстве / [Беглов Б. М., Намазов Ш. С., Дадаходжаев А. Т. и др.]. – Ташкент : «Мехнат», 2001. – 280 с.
7. Пат. 22550 Україна, МПК С 05 С 5/00. Спосіб виробництва гранульованої кальцієвої селітри / Шестозуб А. Б., Белов О. В., Алексанов О. П., Калугін Ю. О., Волошин М. Д. – № U200612518 ; заявл. 28.11.06 ; опубл. 23.04.07, Бюл. №5.
8. Пат. 91463 Україна, МПК С05 С 5/00. Спосіб виробництва кальцієвої селітри / Олійник М. А., Шестозуб А. Б., Волошин М. Д., Белов О. В., Алексанов О. П., Багно А. О. – № а200907301 ; заявл. 13.07.09 ; опубл. 26.07.10, Бюл. №14.