

УДК 631.363

**ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА
ВИТІКАННЯ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ КРІЗЬ
ВИВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ОТВІР БУНКЕРА – ЗВОЛОЖУВАЧА
ЗЕРНА**

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Гвоздєв В.О., к.т.н.,

Шпиганович Т.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена визначенню факторів, які суттєво впливають на процес витікання зернової суміші крізь вивантажувальний отвір бункера – зволожувача зерна.

Ключові слова – зерно, зволоження, бункер, фактор, вплив.

Постановка проблеми. Зволоження зерна є важливим етапом підготовки зерна до помолу, що впливає як на підвищення ефективності процесу подрібнення, так і на кінцеві результати - вихід і якість готової продукції [1].

Як показав аналіз способів обробки зерна водою, незалежно від способів холодного кондиціювання безпосередньо перед розмелом повинен бути передбачений обов'язковий етап зволоження зерна з короткочасним відволоженням.

Одним з факторів, що впливають на якість і енергоємність процесу зволоження зерна є правильний вибір обладнання для зволоження, його конструктивне виконання з мінімальною витратою вологоносія [1, 2].

Недотримання цієї вимоги може знизити якість технологічного процесу підготовки зерна до помолу, привести до перевитрати вологоносія та енерговитрат.

Аналіз останніх досліджень. Способи зволоження зерна при переробці на борошно та крупи можна розділити на три види:

- статичний контакт зерна з рідиною й поглинання її масою при зануренні зерна у воду або при відволоженні в бункері;
- механічний перерозподіл сухих і вологих часток в об'ємі суміші зерна та води, наприклад, у гвинтовому зволожувачі.
- динамічний контакт зерна з рідиною у момент вивантаження його з бункера;

Недоліком цих способів є високі енерговитрати та витрати вологоносія.

Тому проблемою тут є правильний вибір типу зволожувача, який був би простий за конструкцією, мав мінімальну енергоємність, а, головне, забезпечував би рівномірність зволоження зерна за заданим ступенем точності та продуктивності.

На наш погляд, найбільш ефективно проводити зволоження зерна при динамічному контакті зерна з рідиною у момент вивантаження його з бункера (в потоці, що падає) [3, 4].

Постановка завдання. Метою даної роботи є вдосконалення технологічного процесу зволоження зерна в момент вивантаження його з бункера та визначення ступеня впливу факторів на витікання зернової суміші крізь вивантажувальний отвір бункера – зволожувача зерна.

Основна частина. Незалежно від способів холодного кондиціювання безпосередньо перед розмелом повинен бути передбачений обов'язковий етап дозволоження зерна з короткочасним відволоженням його в бункерах. На цьому етапі дозволоження вологість зерна підвищується на 0,3...0,5%, а тривалість відволоження не перевищує 20 - 30 хв. Тому що до зерна додається невелика кількість води, а тривалість відволоження теж невелика, то для зволоження потрібні апарати, у яких вода подається у розпиленому стані [3, 4].

Нами пропонується проводити зволоження зерна в потоці, що падає у момент вивантаження його з бункера. Даний спосіб не потребує додаткових витрат енергії на переміщення зерна й може ефективно вписатися у технологічну лінію гідротермічної обробки зерна.

Виходячи з проведеного аналізу літературних і патентних джерел і результатів теоретичних досліджень [3] був розроблений спосіб зволоження зерна при підготовці його до помолу та розроблена конструкція розподільника зерна бункера – зволожувача, що відрізняється простотою конструктивного виконання й надійністю у роботі [5].

Розподільник зерна для бункерів - зволожувачів використовується таким чином (рис. 1).

При завантаженні бункера потік зерна із завантажувального пристрою потрапляє на конусний розсікач потоку зерна 5, де, вирівнюючись, рівномірним шаром стікає внутрішньою поверхнею приймальної лійки 1 на конічну поверхню гравітаційного конусного клапана 4. При подальшому наповненні приймальної лійки 1 маса зерна переважає масу вантажу 6, гравітаційний конусний клапан 4, опускаючись униз, відкривається і зерно через щілину між поверхнею гравітаційного конусного клапана 4 та нижньою кромкою

приймальної лійки 1 витікає на поверхню розподільчого конуса 8. За рахунок тиску потоку зерна на ребра 9 розподільчого конуса 8, він починає обертатись на підшипниках 7 відносно вертикальної вісі й рівномірно розподіляти усі частки сипучих матеріалів (зерна) різної маси та розмірів за площею круга, обмеженого зовнішньою та внутрішньою стінками бункера.

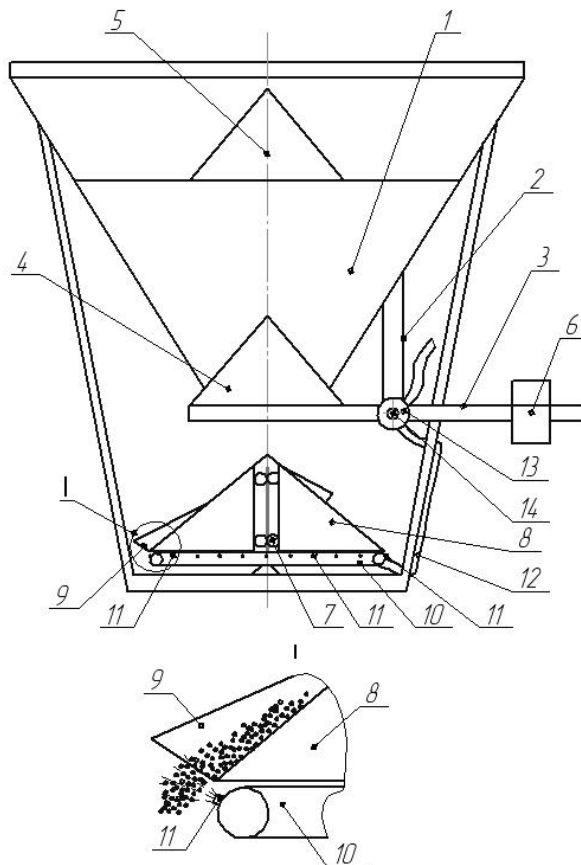


Рис. 1. Схема розподільника зерна бункера – зволожувача:

1- приймальна лійка; 2 – кронштейн; 3 – важіль; 4 - гравітаційний конусний клапан; 5 - конусний розсікач потоку зерна; 6 – вантаж; 7 – підшипники; 8 - розподільний конус; 9 - спіральні ребра; 10 – труба; 11 – розпилювачі; 12 – трубопровід; 13 - півобертовий кран; 14 – вентиль.

Одночасно, з опусканням гравітаційного конусного клапана 4 вниз вентиль 14 півобертового крану 13, який жорстко з'єднаний з важелем 3 конусного клапана 4, також повертається й рідина дозовано подається у порожнину труби 10 та рівномірно розпилюється за допомогою розпилювачів 11 у тонко розріджений шар сипучих матеріалів, що сходять з розподільчого конуса 8. При зміні об'єму надходження сипучих матеріалів на гравітаційний конусний клапан 4 змінюється величина його опускання вниз, а також й змінюється об'єм

подачі рідини в розпилювачі 11 за рахунок узгодженого повороту вентиля 14 півобертового крана 13, який жорстко з'єднаний з важелем 3 конусного клапана 4.

Таке сполучення суттєвих ознак, як виконання під розподільним конусом труби у вигляді кільця з діаметром, рівним діаметру розподільчого конуса, й на зовнішньої стороні якої встановлені розпилювачі рідини, дозволяє забезпечити рівномірне зволоження тонкого розрідженого шару сипучих матеріалів, що сходять рівномірно з спіральних ребер розподільчого конуса, що обертається. Причому, подача кількості рідини залежить від подачі кількості сипучих матеріалів, що надходить на розподільчий конус за рахунок взаємозв'язку порожнини труби з розпилювачами за допомогою півобертового крану, вентиль якого жорстко з'єднаний з важелем конусного клапана розподільника зерна, за рахунок чого розширюється область застосування розподільника зерна, збільшується продуктивність та рівномірність зволоження сипучих матеріалів.

Для визначення ступеня впливу факторів на витікання зернової суміші через вивантажувальний отвір розподільника зерна бункера - зволожувача під дією сили ваги були проведені експерименти, що відсівають, з використанням методу випадкового балансу [6]. За критерій оцінки прийнята пропускна здатність Q_0 вивантажувального отвору

$$Q_0 = \phi(x_1, x_2, \dots, x_8), \quad (1)$$

де x_1, x_2, \dots, x_8 — фактори, прийняті на основі апріорної інформації (таблиця 1).

Для проведення дослідів була використана матриця [6], реалізована в трикратній рандомизованій послідовності.

Стабільність зволоження зерна, у першу чергу, залежить від рівномірності витікання його по перетину вивантажувального отвору.

Тому за оцінний критерій був обраний показник нерівномірності δ (%) витікання зернової суміші з вивантажувального отвору

$$\delta = \frac{\sigma}{m} 100, \quad (2)$$

де σ — середнє значення середнього квадратичного відхилення, кг;

m - середнє значення маси зерна, що фактично просипалася у секцію, кг.

Таблиця 1 – Фактори, що впливають на пропускну здатність вивантажувального отвору бункера

Фактор	Найменування	Рівні варіювання	
		нижній (-)	верхній (+)
x_1	Товщина шару зернової суміші, м	$0,4 \times 10^{-1}$	$0,6 \times 10^{-1}$
x_2	Радіус розподільчого конусу, м	0,15	0,45
x_3	Вихідна вологість зерна, %	10,5	16,5
x_4	Кут при вершині конусу, рад.	1,047	1,832
x_5	Гранулометричний склад зернової суміші	дрібна	велика
x_6	Відстань між розподільним конусом та гравітаційним клапаном, м	0	0,15
x_7	Висота шару зерна в бункері, м	0,30	0,60
x_8	Відстань між спіральними ребрами, м	0,05	0,15

У результаті побудована діаграма розсіювання (рис. 2), що дозволила виявити на першому етапі вплив факторів x_1 , x_2 і x_5 . Кількісну оцінку ефектів факторів проводили за допомогою таблиць із двома входами, а їхня значимість — за допомогою критерію Стюдента t . Потім здійснювали коректування результатів експериментів, що відсівають, і, використовуючи діаграми розсіювання, оцінювали менш значимі фактори і їхні взаємодії. Після третього коректування результатів експерименту медіани значень стали рівними помилці досліду.

За результатами відсівання факторів побудували діаграму ефектів (рис. 3), на підставі якої виділено п'ять найбільш значимих факторів і одна парна взаємодія.

При проведенні досліджень припускали, що математична модель процесу має вигляд [6]

$$Q_o = b_o + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \quad (3)$$

де b_o , b_1 , ..., b_n — коефіцієнти регресії при виділених лінійних членах і парних взаємодіях; n — загальне число лінійних ефектів.

Рух в область оптимуму методом крутого сходження [8] дозволив встановити математичну модель пропускну здатності Q_o вивантажувального отвору бункера – зволожувача поліномом першого ступеня.

$$Q_o = 0,752 + 0,359x_1 + 0,308x_2 + 0,033x_3 - 0,074x_5 - 0,136x_6 + 0,047x_6x_7 \quad (4)$$

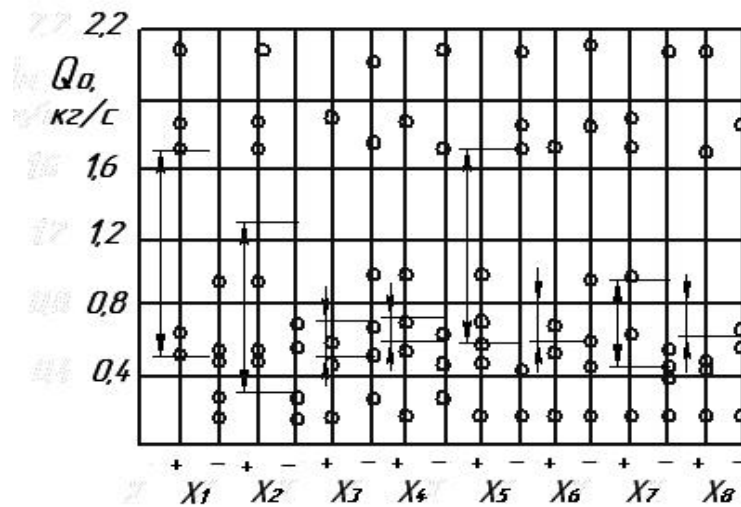


Рис. 2. Діаграма розсіювання Q_o при різних факторах x_i .

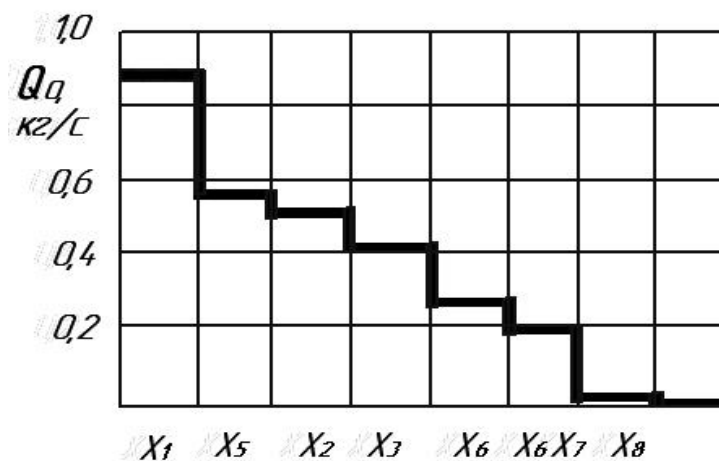


Рис. 3. Діаграма ефектів від різних факторів x_i .

Критерій Фішера $F_p = 160,18$, що менше табличного $F_{\text{табл}} = 215$.

Аналіз рівняння 4 показав, що на пропуску здатність вивантажувального отвору бункера – зволожувача впливають його розміри (радіус розподільного конусу R) і відстань між спіральними ребрами l , товщина шару зернової суміші, B , вологість W , гранулометричний склад зернової суміші й висота H шару зернової суміші у бункері.

На підставі рівняння регресії (4) отримана поверхня відгуку пропускну здатності Q_o вивантажувального отвору бункера – зволожувача за допомогою програмного забезпечення Maple 7 (рис. 4).

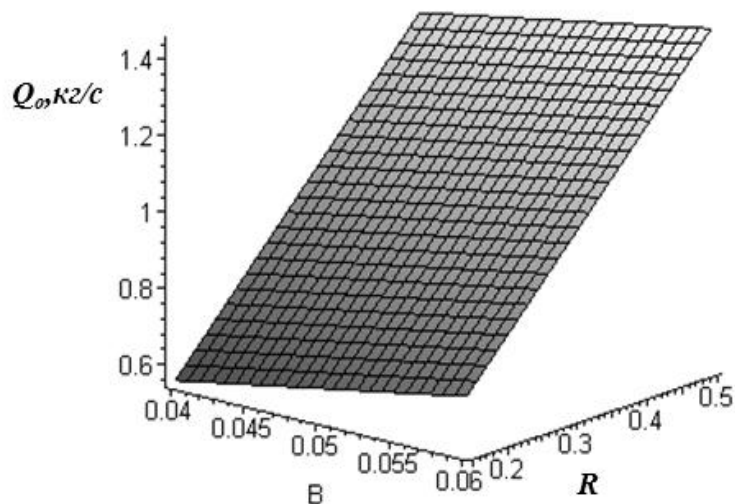


Рис. 4. Поверхня залежності пропускної здатності Q_o вивантажувального отвору бункера від товщини шару зернової суміші B та радіуса розподільчого конусу R вивантажувального отвору.

Параметри, що рекомендуються для даного випадку при забезпеченні пропускної здатності вивантажувального отвору бункера – зволожувача $Q_o = 0,8 \dots 1,4$ кг/с: $R \geq 0,2$ м, $B \geq 0,45 \cdot 10^{-1}$ м, $W \leq 16,5\%$, $l = 0,15$ м, $H \geq (10 \dots 15)B$.

Висновки. З існуючих способів зволоження зерна при переробці на борошно та крупи найбільш ефективно проводити зволоження зерна при динамічному контакті зерна з рідиною у момент вивантаження його з бункера (в потоці, що падає).

У результаті реалізації експериментів, що відсівають, з використанням методу випадкового балансу отримана математична модель пропускної здатності Q_o вивантажувального отвору бункера - зволожувача, що описується поліномом першого ступеня.

Аналіз рівняння математичної моделі показав, що на пропускну здатність вивантажувального отвору бункера - зволожувача впливають його розміри (радіус розподільчого конусу R) і відстань між спіральними ребрами l , товщина шару зернової суміші B , вологість W , гранулометричний склад зернової суміші R й висота H шару зернової суміші у бункері.

Параметри, що рекомендуються для даного випадку при забезпеченні пропускної здатності вивантажувального отвору бункера – зволожувача $Q_o = 0,8 \dots 1,4$ кг/с: $R \geq 0,2$ м, $B \geq 0,45 \cdot 10^{-1}$ м, $W \leq 16,5\%$, $l = 0,15$ м, $H \geq (10 \dots 15)B$.

Література:

1. Бутковский В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интеграф сервис, – 1999 – 472с.

2. *Дацишин О.В* Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І Ткачук, О.В. Гвоздев та ін.; за ред.. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.

3. *Новиков Н.Н.* Исследование и обоснование способа и параметров аппарата для увлажнения комбикорма в падающем потоке. – Автореф. канд.. дис. – Саратов, 1975. 17 с.

4. *Гвоздев О.В.* Визначення діаметру розпилювачів бункерного зволожувача зерна / О.В. Гвоздев, В.І. Котенко, Є.В. Мендюк. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 11, т.6. – 2011. - С. 177–183.

5. Пат. №72590 Україна, МПК В65 G 3/04. Розподільник зерна для циліндричних бункерів./ Шпиганович Т.О., Гвоздев О.В., Мендюк Є.В.; ТДАТУ.Опубл. 27.08.2012;Бюл.№16.

6. *Мельников С.В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин , П.М. Роцин – Л.: Колос, 1972. – 200 с.

7. *Вознесенский В. А.* Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях./ В.А. Вознесенский — М.: Статистика. - 1974. – 220 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ИСТЕЧЕНИЕ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ СКВОЗЬ ВЫГРУЗНОЕ ОТВЕРСТИЕ БУНКЕРА – УВЛАЖНИТЕЛЯ ЗЕРНА

Гвоздев А.В., Гвоздев В.А., Шпиганович Т.О.

Аннотація – **робота** посвящена определению факторов, которые существенно влияют на процесс истечения зерновой смеси сквозь выгрузное отверстие бункера – увлажнителя зерна.

DEFINITION OF EXTENT OF INFLUENCE OF FACTORS ON THE EXPIRATION OF THE GRAIN MIX THROUGH VYGRUZNOYE THE BUNKER OPENING – THE GRAIN HUMIDIFIER

A. Gvozdev, V. Gvozdev, T. Shpiganovich

Summary

Work is devoted to definition of factors which essentially influence on process of the expiration of a grain mix through a vygruzny opening of the bunker – a grain humidifier.