

**ДОДАТКИ**



**СПИСОК ВИКОНАВЦІВ**

Розробник, к.т.н., доц..

Д. О. Мілько

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| ВСТУП.....   | 359 |
| 1 ТЕХНОЛОГІЯ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ПАКУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ІЗ ВНЕСЕННЯМ КОНСЕРВАНТУ.....  | 360 |
| 1.1 Характеристика вихідної сировини.....  | 360 |
| 1.2 Технологія ущільнення та пакування рослинної сировини.....   | 362 |
| 2 СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ, КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ І РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИЛАДІВ.....   | 363 |
| 2.1 Конструктивно – технологічна схема лінії ущільнення та пакування рослинної сировини із внесенням консерванту.....              | 363 |
| 2.2 Технічна характеристика обладнання.....  | 364 |
| 2.3. Призначення та принцип роботи технологічної лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту..... | 365 |
| 2.4 Загальні положення об операторі лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту.....              | 366 |
| 2.5 Обов'язки оператора лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту.....                          | 367 |
| 2.6 Приймання та здача зміни.....  | 367 |
| 2.7 Пуск лінії.....  | 368 |
| 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ПАКУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ІЗ ВНЕСЕННЯМ КОНСЕРВАНТУ.....                             | 370 |
| 3.1 Попереднє ущільнення.....  | 370 |
| 3.2 Внесення консерванту.....  | 370 |
| 3.3 Скручування, ущільнення та пакування.....  | 370 |
| 4 КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА.....  | 371 |
| 5 КОНТРОЛЬ ЗА ЯКІСТЮ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....  | 372 |
| 5.1 Пакунки із ущільненою рослинною сировиною та вимоги до них....   | 372 |
| 5.2 Визначення щільності пакунків із ущільненою рослинною сировиною.   | 372 |
| 6 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....  | 375 |
| 6.1 Небезпечні місця виробництва ущільненої рослинної сировини.....  | 375 |
| 6.2 Вимоги до техніки безпеки на робочому місці.....   | 375 |
| 6.3 Вимоги техніки безпеки після закінчення роботи.....  | 376 |
| 6.4 Правила аварійної зупинки.....   | 376 |
| 6.5 Засоби і методи гасіння пожежі.....  | 377 |
| 7 САНІТАРІЯ ТА ГІГІЄНА ПРАЦІ.....  | 378 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....   | 379 |

## ВСТУП

Аналізуючи досвід країн світу, 80% економії матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів досягається за рахунок енерго – і ресурсозберігаючих технологій, завдяки застосуванню технологічних систем та комплексів по широкому залученню економії втрат первинних матеріалів, сировинних та паливно – енергетичних ресурсів, побічної продукції і відходів виробництва. Вирішення цих питань передбачає залучення зусиль багатьох компетентних підприємств та відомств у напрямках енерго – і ресурсозбереження.

Сучасна галузь кормозаготівлі заснована на використанні технологій, які залишилися із заснування Радянського союзу. Це в першу чергу пов'язано із тим, що застосування високотехнологічних засобів вимагає від виробників великих первинних витрат. А враховуючи великий залишок морально застарілої техніки та багатий досвід її відновлення, велика кількість власників сільськогосподарських підприємств не поспішають змінювати технологію та засоби під неї.

Великим джерелом зменшення собівартості виробництва продукції скотарства є зменшення собівартості кормів. Відомий факт, що 60% собівартості молока це витрати на корми. Звідси можна прослідкувати декілька напрямків зменшення собівартості кормів, а саме: зменшення втрат кормової сировини підчас заготівлі та закладенні на зберігання; зменшення втрат поживних речовин при операціях закладення, транспортування та ущільнення рослинної сировини; організація внесення консервуючих агентів в рослинну сировину у строго регламентованому об'ємі.

На сучасному етапі вже існують деякі рішення вищезгаданих проблем, це і пакування в полімерні рукави і внесення консервуючих агентів в рослинну сировину, на етапі закладення у траншейні сховища та ущільнення, і одночасне підбирання із плющенням рослинної сировини у бункерні причепи (Pottinger), і внесення сипкого консерванту в сінні та сінажні рулони підчас роботи прес-підбирачів [1].

Використання останніх технологій дозволяє відійти від прив'язки до стаціонарних сховищ та витрат на їх утримання, при чому з використанням технологій із структуруванням рослинної сировини та внесенням консервуючих агентів дозволяє значно скоротити експлуатаційні витрати та втрати поживних речовин в рослинній сировині підчас заготівлі та зберігання [2, 3, 4].

Численні експериментальні та теоретичні дослідження виявили вплив деяких фізико – механічних властивостей рослинної сировини на технологічні показники процесу ущільнення рослинної сировини, а саме: модуль пружності першого роду, а також модуль в'язкості та згину.

Параметри наведені вище визначають стан рослинної сировини, що підлягає ущільненню та закладенню на зберігання. Тому їх визначення також необхідно для отримання оптимальних конструкційних параметрів і режимів роботи обладнання для ущільнення рослинної сировини, для забезпечення показників збереження рослинної сировини високої якості.

Процес ущільнення рослинної сировини складається з декількох послідовних етапів: попереднє ущільнення, структурування із внесенням консервуючих агентів, скручування із остаточне ущільнення та закладення у полімерні сховища. Ефективність процесу залежить від режимних узгоджень кожної технологічної операції. Саме при виконанні наведених умов обладнання дозволить отримати якісну кормову масу, ущільнену до 900-1100кг/м<sup>3</sup>.

# 1 ТЕХНОЛОГІЯ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ПАКУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ІЗ ВНЕСЕННЯМ КОНСЕРВАНТУ

## 1.1 Характеристика вихідної сировини

У якості рослинної сировини, яка може задовольнити потреби тварин у поживних речовинах у необхідному обсязі, зазвичай використовують багаторічні злаки – бобові рослини, такі як конюшина, люцерна, еспарцет, віка, суданка, тимофіївка та ін..

В залежності від вологості рослинної сировини можна отримати два типу кормів це сіно та сінаж. Зазвичай при зберіганні сіна не виникає особливих складностей, у разі униканні підвищеної вологості при зберіганні. Тоді як при зберіганні сінажу виникає значно більше складностей, це пов'язано в першу чергу із його підвищеною вологістю.

За часів радянського союзу оцінка якості сіна відбувалася згідно наказу по Міністерству сільського господарства від 26 березня 1976 року, а саме за відібраним середнім зразком, який вивчають за органолептичними ознаками. Пропорційна частина зразка аналізується на хімічний склад та каротин (табл. 1.1). Бали, одержані за окремі ознаки, підсумовують і виводять загальний бал, на основі якого визначають якість сіна.

Таблиця 1.1 – Оцінка якості сіна (вміст каротину, мг, та протеїну, г, на кг)

| Тип сіна             | Добре           |                 | Середнє  |          | Нижче середнього |          | Погане   |          |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
|                      | Каротину більше | Протеїну більше | Каротину | Протеїну | Каротину         | Протеїну | Каротину | Протеїну |
| Люцерна              | 45              | 140             | 30-45    | 110-140  | 20-29            | 70-109   | До 20    | До 70    |
| Конюшина, еспарцет   | 25              | 130             | 18-25    | 100-130  | 12-17            | 60-90    | До 12    | До 60    |
| Віко-вівсяна сумішка | 25              | 110             | 18-25    | 85-110   | 12-17            | 60-84    | До 12    | До 60    |
| Суданка              | 15              | 80              | 12-15    | 70-90    | 8-11             | 50-69    | До 8     | До 50    |
| Лучне сіно           | 15              | 80              | 13-15    | 60-80    | 8-12             | 40-59    | До 8     | До 40    |
| Тимофіївка           | 10              | 75              | 7-10     | 55-75    | 5-6              | 35-54    | До 5     | До 35    |

За ГОСТ 4808 – 87 [5] якість сіна оцінюють за класами (табл. 1.2), при чому для різного виду сіна показники різняться.

Для оцінки якості сінажу також слід користуватися даними, що наведені в ГОСТ 23657 – 90. (табл. 1.3)

Таблиця 1.2 – Оцінка якості сіна за поживністю

| Найменування показника                                       | Норми для сіна |      |      |               |      |      |                          |      |      |                    |      |      |
|--|----------------|------|------|---------------|------|------|--------------------------|------|------|--------------------|------|------|
|  | Сіяне бобове   |      |      | Сіяне злакове |      |      | Сіяне бобово - злакового |      |      | Природні сіно-косо |      |      |
|  | Класи          |      |      |               |      |      |                          |      |      |                    |      |      |
|  | 1              | 2    | 3    | 1             | 2    | 3    | 1                        | 2    | 3    | 1                  | 2    | 3    |
| 1. Масова доля у сухій речовині сирого протеїну, %, не менше | 16             | 13   | 10   | 13            | 10   | 8    | 14                       | 11   | 9    | 11                 | 9    | 7    |
| 2. Поживність 1 кг сухої речовини:                           |                |      |      |               |      |      |                          |      |      |                    |      |      |
| - обмінної енергії, МДж/кг, не менше                         | 9,2            | 8,8  | 8,2  | 8,9           | 8,5  | 8,2  | 9,1                      | 8,6  | 8,2  | 8,9                | 8,5  | 7,9  |
| - кормових одиниць, не менше                                 | 0,68           | 0,62 | 0,54 | 0,64          | 0,58 | 0,54 | 0,67                     | 0,60 | 0,54 | 0,64               | 0,58 | 0,50 |

Таблиця 1.3 – Оцінка якості сінажу за поживністю

| Найменування показника   | Норми для сінажу по класах |         |         |
|--|----------------------------|---------|---------|
|  | 1                          | 2       | 3       |
| 1. Сінаж з бобових та бобово – злакових трав, що пров'ялені до вологості 45-55 %   |                            |         |         |
| Масова доля сухої речовини, %, не менше  | 40 - 55                    | 40 - 55 | 40 - 55 |
| Масова доля в сухій речовині сирого протеїну, %, не менше                          | 16                         | 14      | 12      |
| Масова доля в сухій речовині сирій клітковини, %, не більше                        | 30                         | 33      | 35      |
| Масова доля масляної кислоти, %, не більше   | -                          | 0,1     | 0,2     |
| 2. Сінаж з бобових та бобово – злакових трав, що пров'ялені до вологості 40 - 60 % |                            |         |         |
| Масова доля сухої речовини, %, не менше  | 40 - 60                    | 40 - 60 | 40 - 60 |
| Масова доля в сухій речовині сирого протеїну, %, не менше                          | 14                         | 12      | 10      |
| Масова доля в сухій речовині сирій клітковини, %, не більше                        | 28                         | 32      | 34      |
| Масова доля масляної кислоти, %, не більше   | -                          | 0,1     | 0,2     |

## 1.2 Технологія ущільнення та пакування рослинної сировини

Процес ущільнення рослинної сировини має наступні технологічні операції:

### **1. Прийом та попереднє ущільнення рослинної сировини в пресі попереднього ущільнення.**

Рослинна сировина, що привезена з поля рівномірно завантажується в бункер пресу попереднього ущільнення, в якому через гвинтову передачу приводиться в дію пресуючий поршень від мотор – редуктора. Поршень рівномірно переміщує завантажену рослинну сировину до клиноподібної матриці, де відбувається попереднє ущільнення.

### **2. Відокремлення попередньо ущільненої рослинної сировини двогвинтовим ущільнювачем.**

Попередньо ущільнена рослинна сировина, при виході з пресу попереднього ущільнення, відокремлюється першим гвинтом двогвинтового ущільнювача розпушуючи масу та вирівнюючи за висотою її щільність.

### **3. Структурування рослинної сировини.**

Після відокремлення рослинної сировини перший гвинт транспортує рослинну сировину під кутом до другого гвинта, тим самим вирівнюючи (структуруючи) частки рослинної сировини.

### **4. Дозування та внесення консерванту.**

Протягом процесу структурування рослинної сировини при проході від першого гвинта до другого відбувається дозування консервуючого агенту в дозаторі шляхом обертання барабану із комірковою поверхнею. Консервант захоплюється комірками та просипається крізь вивантажувальну щілину, яка розміщена над простором між двома гвинтами.

### **5. Ущільнення рослинної сировини у дифузори двогвинтового ущільнювача.**

Після внесення консервуючого агенту рослинна сировина потрапляє в зону дії другого гвинта та транспортується до дифузору. Коли простір на виході з двогвинтового ущільнювача починає зменшуватися в дифузори, рослинна сировина під дією сил тертя підіймається до верху та закручується. Об'єм скрученої рослинної сировини різко зменшується, тим самим ущільнюючи рослинну сировину на виході.

### **6. Пакування рослинної сировини на виході з дифузора двогвинтового ущільнювача.**

Ущільнена рослинна сировина на виході з дифузору потрапляє до полімерного сховища, яке заздалегідь було вдягнуто на дифузор. Після заповнення необхідного об'єму сховища, воно герметизується.

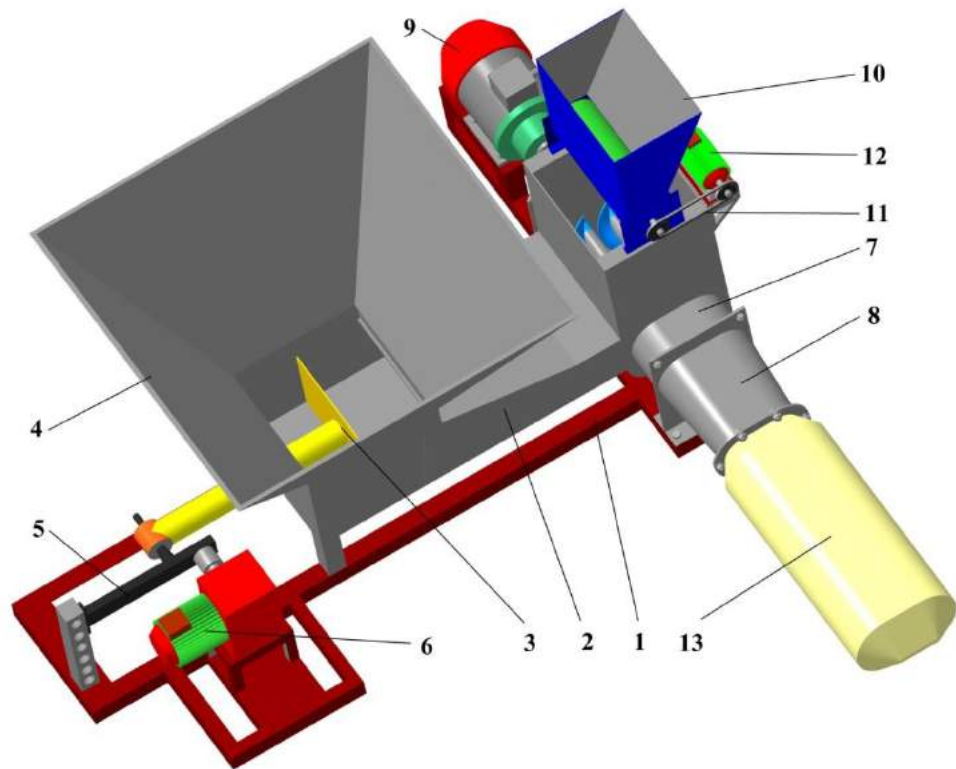


## 2 СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ, КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ І РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИЛАДІВ

### 2.1 Конструктивно – технологічна схема лінії ущільнення та пакування рослинної сировини із внесенням консерванту

Конструктивно лінія складається: з рами, яка виконана із гнутих профілів, пресу попереднього ущільнення з мотор – редуктором та гвинтовим приводом пресуючого поршня, дозатору для внесення консервуючих агентів із мотор – редуктором та ланцюговою передачею, двогвинтового ущільнювача із приводом обох гвинтів через ланцюг одним мотор – редуктором та дифузором із механізмом кріплення полімерних сховищ.

Конструктивно – технологічна схема лінії ущільнення та пакування рослинної сировини із внесенням консерванту наведена на рис.1.



1 – рама; 2 – прес попереднього ущільнення; 3 – пресуючий поршень; 4 – завантажувальний бункер; 5 - гвинтовий привод пресу попереднього ущільнення; 6 – мотор – редуктор; 7 – двогвинтовий ущільнювач; 8 – дифузор; 9 – мотор – редуктор приводу двогвинтового ущільнювача; 10 – дозатор консерванту; 11 – ланцюгова передача; 12 - мотор – редуктор приводу дозатору консерванту; 13 – полімерний рукав (сховище).

Рис. 2.1 – Конструктивно – технологічна схема лінії ущільнення та пакування рослинної сировини із внесенням консерванту

## 2.2 Технічна характеристика обладнання

### Технічна характеристика обладнання

|   |          |
|---|----------|
| Кількість механізмів пресування, шт.  | 2        |
| Кількість механізмів дозування, шт.   | 1        |
| Кількість ходів поршню, ход/хв.   | 0,2-1    |
| Потужність електродвигуна приводу пресу, кВт  | 0,75     |
| Кількість обертів електродвигуна пресу, об/хв.  | 1450     |
| Потужність електродвигуна приводу двогвинтового ущільнювача, кВт                          | 3,0      |
| Кількість обертів електродвигуна двогвинтового ущільнювача, об/хв.                        | 1450     |
| Потужність електродвигуна приводу дозатору, кВт   | 1,2      |
| Кількість обертів електродвигуна дозатору, об/хв.   | 1450     |
| Продуктивність обладнання, т/год.   | 1,0-10,0 |
| Щільність рослинної сировини на виході з пресу попереднього ущільнення, кг/м <sup>3</sup> | 400-600  |
| Щільність рослинної сировини на виході з двогвинтового пресу, кг/м <sup>3</sup>           | 800-900  |

Перелік приладів і обладнання, які забезпечують технологічний процес ущільнення та пакування рослинної сировини із внесенням консерванту, а також їх характеристика наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Специфікація обладнання, контрольно-вимірювальних та регулюючих приладів.

| Найменування обладнання, контрольно-вимірювальних і регулюючих приладів | Кількість одиниць одного призначення | Матеріал робочої частини обладнання | Характеристика обладнання, контрольно-вимірювальних та регулюючих приладів  |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1   | 2                                    | 3                                   | 4   |
| Прес попереднього ущільнення  | 1                                    | Сталь                               | Продуктивність по лушпинню 0,4-1,0 т/год. Потужність 0,75 кВт.<br>Для подачі рослинної сировини до двогвинтового ущільнювача із попереднім видаленням повітря з маси. |

Продовження табл..2.1

| 1   | 2 | 3     | 4  |
|---|---|-------|--|
| Двогвинтовий ущільнювач                           | 1 | Сталь | Продуктивність по рослинній сировині<br>0,4-1,0 т/год.<br>Потужність 4 кВт<br>Для зменшення релаксаційних напруг в ущільненій масі та додаткового ущільнення.  |
| Дозатор консерванту                               | 1 | Сталь | Продуктивність по консерванту<br>0,02-0,2 т/год.<br>Потужність 1,2 кВт.<br>Для внесення консервуючих агентів, що сприяють покращенню якості кормової сировини. |
| Прилад для визначення щільності вихідної сировини | 1 | Сталь | Для вимірювання щільності маси   |

### 2.3 Призначення та принцип роботи технологічної лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту

Лінія призначена для приймання рослинної сировини, попереднього ущільнення та подання його до двогвинтового пресу, де відбувається внесення консерванту та заключне ущільнення рослинної сировини і формування ущільненої маси до визначених розмірів і щільності. На виході з двогвинтового пресу ущільнена рослинна сировина закладається у полімерні сховища та герметично запаковується з подальшим транспортуванням до місць зберігання.

Процес ущільнення та пакування рослинної сировини має наступні технологічні операції:

- прийом та попереднє ущільнення рослинної сировини в пресі попереднього ущільнення;
- відокремлення попередньо ущільненої рослинної сировини двогвинтовим ущільнювачем;
- структурування рослинної сировини;
- дозування та внесення консерванту;
- ущільнення рослинної сировини у дифузорі двогвинтового ущільнювача;

- пакування рослинної сировини на виході з дифузора двогвинтового ущільнювача.

Принцип роботи технологічної лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту полягає у тому, що із завантажувальної камери рослинна сировина під дією пресувального штоку пресу попереднього ущільнення переміщується у клиноподібну матрицю, де відбувається попереднє ущільнення рослинної сировини, на виході з клиноподібної матриці попередньо ущільнена рослинна сировина захоплюється витками двогвинтового ущільнювача, при переміщенні відокремленої рослинної сировини від одного гвинта до другого відбувається внесення дозоване консерванту у рослинну сировину підчас її структурування. Після потрапляння структурованої рослинної сировини із консервантом до другого гвинта відбувається скручування та остаточне ущільнення рослинної сировини у каналі дифузора. На виході з дифузора, остаточно ущільнена рослинна сировина герметично пакується у полімерні сховища. Пресувальний поршень, який виконує зворотно - поступовий рух довжиною 360 мм та запресовує з кожним ходом нову порцію рослинної сировини та протискає попередньо ущільнену частину сировини яка утворюється по довжині клиноподібної матриці.

Перед початком роботи виставляється кут нахилу клиноподібної матриці у відповідності з походженням рослинної сировини, що забезпечує процес її надійного ущільнення. Відповідно до норми внесення консерванту відбувається налагодження дозатору консерванту.

Робочим місцем оператора є ділянка на якому розташоване наступне технологічне устаткування: приймальний бункер, прес попереднього ущільнення, дозатор консерванту, двогвинтовий ущільнювач.

#### **2.4 Загальні положення об операторі лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту**

На посаду оператора лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту може бути прийнята людина, яка вже має 18 років, та здала іспити кваліфікаційній комісії за даним фахом і проінструктована по ТБ.

Оператор лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту підпорядковується начальнику зміни та виконує всі його розпорядження.

Оператор лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту повинен знати:

- технологічну схему лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту;

- технологічний режим та умови одержання ущільненої рослинної сировини;
- характеристику та склад вогнегасника;
- методи запобігання різних виробничих втрат;
- виробниче завдання та графік роботи зміни, техніко-економічні показники;
- правила ТБ, ПБ, ОП, ПС;
- технічні умови на вихідну сировину.

## **2.5 Обов'язки оператора лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту**

Оператор лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту зобов'язаний:

- запускати та зупиняти лінію по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту;
- регулювати процес ущільнення з метою одержання максимального виходу кінцевого продукту, суворо дотримуючись технологічного режиму;
- приймати участь в здачі та прийманні устаткування після ремонту;
- стежити за станом усього устаткування, забезпечувати безперебійну роботу, приймати всі міри до запобігання аварій, поломок та непередбачених зупинок устаткування;
- своєчасно усувати неполадки;
- своєчасно попереджати про необхідність ремонту устаткування;
- забезпечувати дозоване завантаження лінії у відповідності з технологічним режимом;
- вести записи у виробничому журналі.

Оператор лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту несе відповідальність за:

- недодержання технологічного режиму лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту;
- не додержання графіку роботи лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту та чистоти на робочому місці;
- недодержання норм витрат сировини.

## **2.6 Приймання та здача зміни**

Приймання та здача зміни проводиться без зупинки устаткування.

Оператор, який здає зміну, усно докладає оператору приймаючому зміну про стан устаткування, кількість сировини, яка залишилася, недоліках, які необхідно усунути та про стан ведення технологічного процесу лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту.

Оператор, який приймає зміну повинен перевірити:

- стан ведення технологічного процесу та устаткування;

- наявність допоміжних матеріалів: вогнегасника, інструменту та інвентарю;
- перевіряти чистоту на робочому місці.

Виявивши несправність устаткування, оператор який приймає зміну не зупиняє лінію, а докладає про це начальнику зміни та діє згідно його розпоряджень.

Оператор немає права залишати робоче місце без догляду, самостійно відходити з робочого місця під час роботи устаткування і в період передачі зміни.

Оператор, який здає зміну, не має права залишати робоче місце до того часу доки не здасть зміну оператору який її приймає.

## 2.7 Пуск лінії

Підготовка, пуск та опробування лінії проводиться у відповідності з інструкцією.

Технологічна лінія по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту, яку запускають, повинна мати схему установаження, пускову та експлуатаційну інструкції, інструкції по техніці безпеки та протипожежної безпеки.

Пуск лінії дозволяється проводити при наявності приймально-здавального акту монтажу і наладки устаткування.

При повузловому прийманні механізми які обертаються повинні оглядатися і випробуватися на холостому ході.

Пуск в роботу лінії відбувається на основі письмового розпорядження начальника зміни.

Необхідно переконатися в наявності заземлюючого контуру, а потім подати напругу і запустити устаткування в короткочасну роботу впродовж 10-15хв. Під час роботи перевіряється відсутність зачеплень, вібрацій, нагріву, справність вмикачів та вимикачів.

Схемою передбачається автоматичне та ручне керування устаткуванням лінії. Апаратура керування та захисту електродвигунів скомпонована у шафі керування. З метою зручності компонування устаткування та монтажу, схема умовно розбита на схему попереднього пресування, схему остаточного пресування та дозування.

Перед запуском необхідно підготувати схему: включити автоматичне вимикання силових ланцюгів у шафі керування, ключі вибору режиму роботи поставити у положення „автоматичне керування”, автоматичним вимикачем подати напругу на електромагніти (при цьому на щиту керування загоряються лампи, які сигналізують про наявність напруги). Лінія готова до пуску. Запуск проводиться після одержання звукового сигналу про початок пуску лінії натиску кнопки „пуск”.

Перед включенням механізмів звучить попереджувальний сигнал. Для розвантаження мережі від пускових токів механізми лінії розбиті на групи. Включення кожної наступної групи проводиться після витримки часу.

Тривалість звукового попереджувального сигналу (5-10 сек.) обирається із міркувань техніки безпеки. Витримка часу перед пуском чергової групи механізмів (1-2 сек.) визначається при налагоджуванні та повинна бути мінімальною.

При аварійному відключенні зупиняються всі механізми.

При появі аварійної ситуації оператор повинен миттєво зупинити всю лінію автоматичним вимикачем на щиту керування або вимикачем безпеки, який винесений на пульт керування.

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ПАКУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ІЗ ВНЕСЕННЯМ КОНСЕРВАНТУ

#### 3.1 Попереднє ущільнення

Технологічний режим процесу попереднього ущільнення рослинної сировини наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технологічний режим попереднього ущільнення

| Найменування параметрів  | Одиниця вимірювання | Параметри вимірювання |
|--|---------------------|-----------------------|
| Продуктивність   | т/год.              | 0,3-1,0               |
| Габарити поршня:   | мм                  |                       |
| Ширина   |                     | 360                   |
| Висота   |                     | 290                   |
| Тиск в камері пресування   | МПа                 | 2-5                   |
| Щільність рослинної сировини на виході з пресу попереднього ущільнення | кг/м <sup>3</sup>   | 400-500               |

#### 3.2 Внесення консерванту

Технологічний режим процесу дозування консерванту в рослинну сировину наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технологічний режим дозування консерванту

| Найменування параметрів   | Одиниця вимірювання | Параметри вимірювання |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| Продуктивність            | т/год.              | 0,01-0,5              |
| Діаметр барабану          | мм                  | 155                   |
| Довжина барабану          |                     | 600                   |
| Діаметр комірок           |                     | 3,5-5,5               |
| Нерівномірність дозування | %                   | від 2,7 до 5          |

#### 3.3 Скручування, ущільнення та пакування

Технологічний режим процесу скручування, ущільнення та пакування рослинної сировини наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Технологічний режим скручування, ущільнення та пакування

| Найменування параметрів     | Одиниця вимірювання | Параметри вимірювання |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| Продуктивність              | т/год.              | 0,5-10,5              |
| Швидкість обертання гвинтів | об./хв.             | 10-110                |
| Діаметр гвинтів             | мм                  | 200                   |
| Тиск в камері пресування    | МПа                 | 8-10                  |
| Об'єм пакунку               | м <sup>3</sup>      | 0,1-10                |
| Щільність пакунку           | кг/м <sup>3</sup>   | 900-1100              |



#### 4 КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Схема технологічного контролю виробництва ущільнення рослинної сировини і методика її здійснення наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Схема технологічного контролю отримання ущільненої рослинної сировини

| Продукти виробництва        | Місце відбору проб        | Контролюємі показники        | Методи контролю                       | Прилади                              | Регламентовані норми показника | Періодичність проведення аналізу за зміну | Відповідальний за аналіз |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|
| Ущільнена рослинна сировина | Місця зберігання пакунків | Щільність, кг/м <sup>3</sup> | Зважувальний або за допомогою приладу | ВЛКТ-500, штангель циркуль, лінійка, | 900-1100                       | 8   | Лаборант                 |
| ---                         | ---                       | Температура                  | Візуальний                            | Термометр                            | 20-30°C                        | 8   | ---                      |

Таблиця 4.2 - Перелік важливих контрольних точок виробництва

| Найменування об'єкту контролю           | Найменування технічного засобу контролю | Найменування параметру, який контролюють | Регламентований норматив (рівномірність) | Метод та частота контролю |
|---|---|--|--|---------------------------|
| Електродвигун, пресу                    | Амперметр                               | Навантаження                             | 0,35-1,0 А                               | Постійно                  |
| Електродвигун двогвинтового ущільнювача | Амперметр                               | Навантаження                             | 1,5-5,0 А                                | Постійно                  |
| Електродвигун двогвинтового дозатору    | Амперметр                               | Навантаження                             | 0,5-2,5 А                                | Постійно                  |

## 5 КОНТРОЛЬ ЗА ЯКІСТЮ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 5.1 Пакунки із ущільненою рослинною сировиною та вимоги до них

Пакунки із ущільненою рослинною сировиною, які призначені для збереження якості рослинної сировини в період їх зберігання. Пакунки з ущільненою рослинною сировиною повинні відповідати наступним вимогам:

|   |         |
|---|---------|
| Масова доля загальної вологи, % не більше | 45-55   |
| Щільність, кг/м <sup>3</sup> :            |         |
| рослинної сировини в пакунку              | 800-900 |
| Перетин або діаметр, м                    | 0,3-0,5 |
| Довжина, м, не більше                     | 20-30   |

### 5.2 Визначення щільності пакунків із ущільненою рослинною сировиною

Основний показник, за яким можливо оцінити якість закладеної на зберігання рослинної сировини без хімічних аналізів, це щільність пакунків. Її визначають через одну годину після герметизації пакунку.

Сутність методу оцінки якості за щільністю пакунку із рослинною сировиною полягає в тому, що при більшій щільності пакунку остаточний вміст повітря у рослинній сировині зменшується. Визначення щільності пакунків може відбуватися двома методами: визначення щільності за вагою та об'ємом пакунку та за допомогою приладу для визначення щільності консервованих кормів [6].

Прилад для визначення щільності консервованих кормів (рис. 5.1) містить раму 1 у вигляді двох напрямних зварених між собою планкою 2, до якої прикріплена штанга 3 з наконечником у вигляді п'яти 4. Напрямні рами 1 забезпечені штоками 5, 6, 7. Шток 7 має підпружинений засіб індикації 8. Штоки 5 і 6 з'єднані між собою перекладиною 9, з можливістю вертикального переміщення вздовж штоків 5, 6 та фіксації на них фіксаторами 10. До перекладки 9 приєднаний засіб вимірювання робочого тиску 11, об'єднаний з навантажувальним пристроєм у вигляді двоплечого важеля 12. Шток 7 фіксується за допомогою фіксатора 13. Рама 1 містить дві ручки для транспортування 14.

Прилад для визначення щільності консервованих кормів працює наступним чином. Прилад для визначення щільності консервованих кормів встановлюється на поверхні закладеного до полімерного сховища корму. За допомогою фіксаторів 10 перекладина 9 фіксується на штоках 5 і 6, які пересуваються вздовж напрямних рами 1. Після встановлення та вирівнювання штанги 3, прикріпленої до планки 2 з наконечником у вигляді п'яти 4 та штоку 7, підпружинений засіб індикації 8 виставляється на нульову відмітку, виймається фіксатор 13 і вивільняється шток 7.



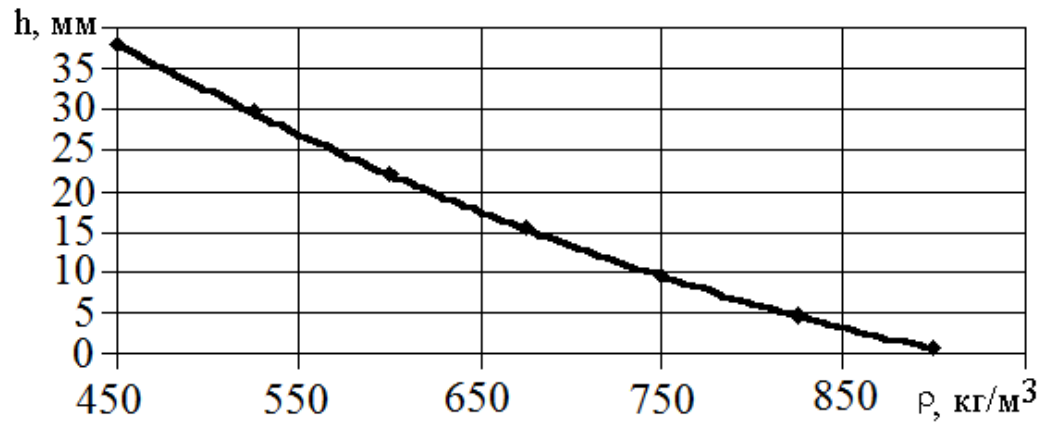


Рис.5.2 - Залежність глибини занурення п'яти приладу від щільності.

прилад витримується 30 секунд. Дані вимірювань знімаються з підпружиненого засобу індикації 8, які дозволяють отримати дійсне значення щільності за допомогою оцінювальної шкали (рис. 5.2), яка йде у комплектації до приладу. На наступну позицію прилад пересувається за допомогою двох ручок для транспортування 14.

## 6 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

До роботи на лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту мають дозвіл працівники, які пройшли інструктаж на робочому місці та навчені за даним фахом, які здали іспити по ТБ і мають довідку на право самостійної роботи.

На лінії обов'язково треба працювати у спецодязі, який добре підігнаний та застібнений на всі гудзики. В одязі не повинно бути деталей які бовтаються.

Робітник повинен утримувати робоче місце в чистоті, не допускати великого скупчення вихідної маси сировини.

Повинен вміти оказувати першу допомогу при ударах, переломах кісток, електротравмах.

Працівники, які порушують інструкцію по ТБ несуть відповідальність в дисциплінарному, адміністративному та в судовому порядку.

### 6.1 Небезпечні місця виробництва ущільненої рослинної сировини

Перелік найбільш небезпечних міст виробництва ущільненої рослинної сировини в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Перелік найбільш небезпечних міст виробництва ущільненої рослинної сировини

| Найменування міст особливої небезпечності | Що небезпечно?                      | Важливі міри обережності                  |
|---|-------------------------------------|---|
| Прес попереднього ущільнення              | Деталі, що обертаються та рухаються | Огорожа, пофарбована в відповідний колір. |
| Дозатор консерванту                       | Деталі, що обертаються, ланцюги     | Огорожа, пофарбована в відповідний колір. |
| Двогвинтовий ущільнювач                   | Деталі, що обертаються, ланцюги     | Огорожа, пофарбована в відповідний колір. |

### 6.2 Вимоги до техніки безпеки на робочому місці

Перед початком роботи оператор зобов'язаний:

- прийняти устаткування і робоче місце від робітника, який здає зміну;
- перевірити наявність вогнегасника;
- перевірити справність огорожі;
- перевірити комунікації, прилади КІПіА;
- перевірити освітлення на робочому місці;
- перевірити наявність сторонніх та видалити їх із робочої зони.

Про несправності та зауваження треба повідомити змінного майстра.

Додержуватися затвердженого технологічного режиму і режиму роботи устаткування.

Доглядати за справністю устаткування. При ремонті та чищенні устаткування, пресу та дозатору необхідно керуватися інструкцією.

Дотримуватися технологічного режиму та правил експлуатації лінії.

Не допускати сторонніх в робочу зону.

Не допускати розливання рідини по підлозі, підтримувати чистоту устаткування і робочого місця.

Слідкувати за рівнем мастила у корпусах редукторів, підтримувати його на визначеному рівні.

Слідкувати за показниками приборів електродвигунів та регулярно вести технологічний журнал.

У випадку короткого замикання проводів електродвигунів або виявлення стороннього шуму у роботі лінії негайно зупинити лінію та повідомити про це керівника зміни.

Забороняється гальмувати частини устаткування які обертаються рукою або якимось предметом. Розбирати та збирати устаткування лінії дозволяється тільки при повній її зупинці.

### **6.3 Вимоги техніки безпеки після закінчення роботи**

Прибрати робоче місце.

Здати зміну з зазначенням недоліків в роботі устаткування.

Спецодяг зберігати в шафі.

Дотримуватися правил особистої гігієни.

Дотримуватися правил техніки безпеки при пересуванні по території виробництва.

### **6.4 Правила аварійної зупинки**

При експлуатації лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту можуть виникнути технічні та організаційні неполадки, усунення яких може призвести до повної зупинки устаткування. Тому слід розмежувати можливі неполадки на 2 категорії:

- неполадки режимні;
- неполадки аварійні.

Неполадки 1 категорії: ліквідація дрібних несправностей може усунути по ходу роботи лінії.

Неполадки 2 категорії: не можуть бути ліквідовані при роботі лінії і потребують обов'язкової її зупинки, щоб запобігти виникненню аварії.

У випадку неполадок або аварії дії персоналу повинні бути негайно після задачі чергування обговорені з керівництвом.

Відповідальною особою за ліквідацію аварії є начальник зміни, або особа

яка його замінює, діючи згідно посадової інструкції.

Основні дії персоналу, які спрямовані на попередження або на ліквідацію аварії та обов'язки кожного робітника визначаються посадовою інструкцією, а також конкретними наказами, які дає особа, керуюча ліквідацією аварії.

### 6.5 Засоби і методи гасіння пожежі

Найбільш високу пожежну небезпеку при роботі лінії по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту представляє вихідна сировина, особливо після її тривалому перебуванні при підвищеній температурі та у випадках її накопичення.

Тому приміщення де розташована лінія по ущільненню та пакуванню рослинної сировини із внесенням консерванту повинно бути обладнане первинними засобами пожежогасіння. Норми первинних засобів пожежогасіння наступні:

- |  |        |
|--|--------|
| - хімічний вогнегасник - ОП-3 або ОП-5                 | 1 шт.; |
| - ящик з піском і лопатою місткість 0,5 м <sup>3</sup> | 1 шт.; |
| - вуглекислотний вогнегасник ОУ-2 або ОУ-5             | 1 шт.; |
| - азбестове полотно 2 х 2                              | 1 шт.; |
| - місткість з водою (ємністю 250 л) та цеберкою        | 1 шт.  |

Для захисту від можливих розрядів статичної електрики все устаткування повинно бути заземлене у відповідності з „Правилами защиты от статического электричества в производстве химической промышленности, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности”.

## 7 САНІТАРІЯ ТА ГІГІЄНА ПРАЦІ

Стіни виробничих приміщень повинні покриватися матеріалами, які забезпечують можливість їх волого прибирання.

Підлоги у виробничому приміщенні повинні мати зручну для миття поверхню.

При появленні плісені стіни, підлогу, необхідно обробити антисептиками, які дозволяються до застосування.

В виробничому приміщенні повинна бути аптечка з необхідними медикаментами для надання першої допомоги.

Рівень шуму у виробничому приміщенні не повинен перевищувати показників, вказаних у „Санитарных нормах и правилах по ограничению шума на территории и в помещениях производственных предприятий”.

Припустимий рівень шуму на робочому місці дорівнює 85 децибел.

У виробничому приміщенні повинні бути прийняті міри до максимального використання природного освітлення. Світлові отвори не повинні заставлятися.

Освітлювальні прилади повинні утримуватися у чистоті та протиратися не менше одного разу на тиждень. Електричні лампочки повинні бути закриті плафонами.

У виробничому приміщенні слід передбачити проходи шириною не менше 1 м, а між устаткуванням і стінами по 0,6 м. Для обслуговування устаткування повинен бути майданчик, який огорожується перилами.

Вентиляційні камери і канали повинні очищатися обслуговуючими їх робітниками по мірі їх забруднення.

Інвентар для прибирання виробничого приміщення повинен зберігатися в шафі.



**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Пат. 18576 Україна МПК7 G01F 11/10 Дозатор - розподільник дрібно-дисперсних матеріалів / Р. І. Безпалов, Д. О. Мілько, В. М. Забудченко, О. М. Курнаєв // Інститут механізації тваринництва Української аграрної академії наук. № 200605147; Заявл. 10.05.2006; Опубл. 15.11.2006; Бюл.№ 11.– 2 с.
2. Пат. 85026 Україна, МПК7 A01F 15/00 Бункерний віброущільнювач / Д.О. Мілько // Таврійський державний агротехнологічний університет. № 201205122; Заявл. 22.04.2013; Опубл. 11.11.2013; Бюл. № 21. – 3с.
3. Пат. 95768 Україна МПК7 A01K 5/00 Бункерний віброущільнювач / Д. О. Мілько, Н. І. Болтянська // Таврійський державний агротехнологічний університет. № 201406693; Заявл. 16.06.2014; Опубл. 12.01.2015; Бюл. №1. – 2 с.
4. Пат. 98162 Україна, МПК7 A23K 3/03, Спосіб консервування рослинної сировини. / Мілько Д. О. // Таврійський державний агротехнологічний університет. №201408538; Заявл. 28.07.2014; Опубл. 27.04.2015; Бюл. №8. - 2 с.
5. ГОСТ 4808-87. Сено. Технические условия. Введ. 01.05.88. - – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 6 с. - (Единая система технологической документации).
6. Пат. 26807 Україна МПК7 G01N 3/40 Прилад для визначення щільності консервованих кормів / Д. О. Мілько, Р. І. Безпалов, В. М. Забудченко // Інститут механізації тваринництва УААН. № 200704942; Заявл. 03.05.2007; Опубл. 10.10.2007; Бюл. №16. - 2 с.

## ДОДАТОК Б

## Матриці планування експериментально–виробничих досліджень

Таблиця Б.1 – Трирівнева матриця повно факторного плану другого порядку для двох факторів

| Фактор | № досліду |    |    |    |   |    |   |    |   |
|--------|-----------|----|----|----|---|----|---|----|---|
|        | 1         | 2  | 3  | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9 |
| $X_1$  | 1         | -1 | 1  | -1 | 1 | -1 | 0 | 0  | 0 |
| $X_2$  | 1         | 1  | -1 | -1 | 0 | 0  | 1 | -1 | 0 |

Таблиця Б.2 – Трирівнева матриця оптимального рото табельного плану Бокса другого порядку для трьох факторів ( $B_3$ )

| № досліду | Фактор |       |       | № досліду | Фактор |       |       |
|-----------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|
|           | $X_1$  | $X_2$ | $X_3$ |           | $X_1$  | $X_2$ | $X_3$ |
| 1         | -1     | -1    | -1    | 8         | +1     | +1    | +1    |
| 2         | +1     | -1    | -1    | 9         | -1     | 0     | 0     |
| 3         | -1     | +1    | -1    | 10        | +1     | 0     | 0     |
| 4         | +1     | +1    | -1    | 11        | 0      | -1    | 0     |
| 5         | -1     | -1    | +1    | 12        | 0      | +1    | 0     |
| 6         | +1     | -1    | +1    | 13        | 0      | 0     | -1    |
| 7         | -1     | +1    | +1    | 14        | 0      | 0     | +1    |

## ДОДАТОК В

**Результати експериментально–виробничих досліджень процесу  
попереднього ущільнення**

Таблиця В.1 – Результати досліджень попереднього ущільнення  
сінажу

| №<br>п. п. | Кут нахилу<br>$\alpha$ , град. | Швидкість<br>подачі $V$ ,<br>мм/с | Щільність<br>$\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | Продуктивність<br>$Q$ , кг/год. | Потужність<br>$N$ , кВт | Енергоємність<br>$E$ , кДж/кг |
|------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1          | 15.0                           | 2.2                               | 582                                     | 642                             | 2.84                    | 15.94                         |
| 2          | 0.0                            | 2.2                               | 320                                     | 553                             | 1.88                    | 12.22                         |
| 3          | 15.0                           | 0.6                               | 371                                     | 172                             | 1.71                    | 35.69                         |
| 4          | 0.0                            | 0.6                               | 325                                     | 147                             | 0.97                    | 23.64                         |
| 5          | 15.0                           | 1.4                               | 465                                     | 429                             | 2.43                    | 20.43                         |
| 6          | 0.0                            | 1.4                               | 345                                     | 371                             | 1.51                    | 14.67                         |
| 7          | 7.5                            | 2.2                               | 509                                     | 617                             | 2.17                    | 12.64                         |
| 8          | 7.5                            | 0.6                               | 395                                     | 176                             | 1.15                    | 23.47                         |
| 9          | 7.5                            | 1.4                               | 460                                     | 418                             | 1.80                    | 15.52                         |
| 10         | 15.0                           | 2.2                               | 722                                     | 809                             | 2.25                    | 10.02                         |
| 11         | 0.0                            | 2.2                               | 410                                     | 724                             | 1.47                    | 7.31                          |
| 12         | 15.0                           | 0.6                               | 476                                     | 227                             | 1.29                    | 20.41                         |
| 13         | 0.0                            | 0.6                               | 429                                     | 187                             | 0.73                    | 14.04                         |
| 14         | 15.0                           | 1.4                               | 611                                     | 563                             | 1.91                    | 12.21                         |
| 15         | 0.0                            | 1.4                               | 434                                     | 479                             | 1.10                    | 8.30                          |
| 16         | 7.5                            | 2.2                               | 717                                     | 777                             | 1.71                    | 7.90                          |
| 17         | 7.5                            | 0.6                               | 521                                     | 216                             | 0.88                    | 14.66                         |
| 18         | 7.5                            | 1.4                               | 626                                     | 535                             | 1.37                    | 9.24                          |
| 19         | 15.0                           | 2.2                               | 580                                     | 635                             | 3.00                    | 17.02                         |
| 20         | 0.0                            | 2.2                               | 320                                     | 553                             | 1.82                    | 11.87                         |
| 21         | 15.0                           | 0.6                               | 371                                     | 172                             | 1.68                    | 35.24                         |
| 22         | 0.0                            | 0.6                               | 325                                     | 147                             | 0.97                    | 23.64                         |
| 23         | 15.0                           | 1.4                               | 465                                     | 429                             | 2.40                    | 20.16                         |
| 24         | 0.0                            | 1.4                               | 340                                     | 366                             | 1.43                    | 14.03                         |
| 25         | 7.5                            | 2.2                               | 523                                     | 594                             | 2.15                    | 13.00                         |
| 26         | 7.5                            | 0.6                               | 395                                     | 176                             | 1.24                    | 25.45                         |
| 27         | 7.5                            | 1.4                               | 491                                     | 405                             | 1.73                    | 15.35                         |

Таблиця В.2 – Результати досліджень попереднього  
ущільнення вороху

| №<br>п. п. | Кут нахилу<br>$\alpha$ , град. | Швидкість<br>подачі $V$ , мм/с | Щільність<br>$\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | Продуктивність<br>$Q$ , кг/год. | Потужність<br>$N$ , кВт | Енергоємність<br>$E$ , кДж/кг |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1          | 15.0                           | 2.2                            | 462                                     | 505                             | 2.43                    | 17.33                         |
| 2          | 0.0                            | 2.2                            | 273                                     | 440                             | 1.59                    | 13.00                         |
| 3          | 15.0                           | 0.6                            | 284                                     | 134                             | 1.45                    | 38.97                         |
| 4          | 0.0                            | 0.6                            | 253                                     | 118                             | 0.82                    | 24.87                         |
| 5          | 15.0                           | 1.4                            | 363                                     | 333                             | 2.03                    | 21.96                         |
| 6          | 0.0                            | 1.4                            | 278                                     | 293                             | 1.30                    | 15.96                         |
| 7          | 7.5                            | 2.2                            | 411                                     | 486                             | 1.85                    | 13.71                         |
| 8          | 7.5                            | 0.6                            | 301                                     | 138                             | 0.98                    | 25.59                         |
| 9          | 7.5                            | 1.4                            | 358                                     | 326                             | 1.52                    | 16.78                         |
| 10         | 15.0                           | 2.2                            | 485                                     | 535                             | 1.92                    | 12.92                         |
| 11         | 0.0                            | 2.2                            | 289                                     | 471                             | 1.24                    | 9.50                          |
| 12         | 15.0                           | 0.6                            | 304                                     | 145                             | 1.09                    | 27.10                         |
| 13         | 0.0                            | 0.6                            | 273                                     | 124                             | 0.62                    | 18.05                         |
| 14         | 15.0                           | 1.4                            | 381                                     | 353                             | 1.59                    | 16.20                         |
| 15         | 0.0                            | 1.4                            | 295                                     | 314                             | 0.95                    | 10.93                         |
| 16         | 7.5                            | 2.2                            | 440                                     | 525                             | 1.46                    | 10.04                         |
| 17         | 7.5                            | 0.6                            | 325                                     | 144                             | 0.75                    | 18.65                         |
| 18         | 7.5                            | 1.4                            | 361                                     | 333                             | 1.16                    | 12.55                         |
| 19         | 15.0                           | 2.2                            | 476                                     | 520                             | 2.56                    | 17.69                         |
| 20         | 0.0                            | 2.2                            | 281                                     | 453                             | 1.55                    | 12.30                         |
| 21         | 15.0                           | 0.6                            | 293                                     | 138                             | 1.42                    | 37.12                         |
| 22         | 0.0                            | 0.6                            | 261                                     | 122                             | 0.82                    | 24.05                         |
| 23         | 15.0                           | 1.4                            | 373                                     | 343                             | 2.00                    | 21.03                         |
| 24         | 0.0                            | 1.4                            | 287                                     | 303                             | 1.23                    | 14.61                         |
| 25         | 7.5                            | 2.2                            | 423                                     | 501                             | 1.84                    | 13.20                         |
| 26         | 7.5                            | 0.6                            | 310                                     | 142                             | 1.05                    | 26.62                         |
| 27         | 7.5                            | 1.4                            | 368                                     | 336                             | 1.45                    | 15.54                         |

Таблиця В.3 – Кореляційна таблиця оцінки показників попереднього ущільнення сінажу і вороху

| Фактор                | Щільність                 | Продуктивність             | Потужність                 | Енергоємність               |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Сінаж                 |                           |                            |                            |                             |
| Кут нахилу            | 0.5503<br><i>p</i> =0.003 | 0.1218<br><i>p</i> =0.545  | 0.6056<br><i>p</i> =0.001  | 0.3592<br><i>p</i> =0.046   |
| Швидкість по-<br>дачі | 0.4241<br><i>p</i> =0.027 | 0.9469<br><i>p</i> =0.0001 | 0.6872<br><i>p</i> =0.0001 | -0.6777<br><i>p</i> =0.0001 |
| Ворох                 |                           |                            |                            |                             |
| Кут нахилу            | 0.6129<br><i>p</i> =0.001 | 0.1130<br><i>p</i> =0.575  | 0.5971<br><i>p</i> =0.001  | 0.4103<br><i>p</i> =0.034   |
| Швидкість<br>подачі   | 0.6162<br><i>p</i> =0.001 | 0.9886<br><i>p</i> =0.001  | 0.6966<br><i>p</i> =0.0001 | -0.7437<br><i>p</i> =0.0001 |

## ДОДАТОК Г

### Попереднє оцінювання експериментальних даних

Таблиця Г.1– Результати критеріальної оцінки експериментальних даних попереднього ущільнення сінажу і вороху

| Найменування критерію       | Значення критерію | Показник  |                |            |               |
|-----------------------------|-------------------|-----------|----------------|------------|---------------|
|                             |                   | Щільність | Продуктивність | Потужність | Енергоємність |
| Сінаж                       |                   |           |                |            |               |
| $t$ -критерій Стюдента      | максимальне       | 1.155     | 1.212          | 1.273      | 1.337         |
|                             | критичне          | 4.303     |                |            |               |
| Розмах усіченої вибірки $k$ | максимальне       | 0.909     | 0.900          | 0.891      | 0.882         |
|                             | критичне          | 3.157     |                |            |               |
| Критерій Кохрена $G$        | розрахункове      | 0.254     | 0.213          | 0.275      | 0.350         |
|                             | критичне          | 0.477     |                |            |               |
| Ворох                       |                   |           |                |            |               |
| $t$ -критерій Стюдента      | максимальне       | 1.104     | 1.159          | 1.155      | 1.152         |
|                             | критичне          | 4.303     |                |            |               |
| Розмах усіченої вибірки $k$ | максимальне       | 0.700     | 0.700          | 0.909      | 0.924         |
|                             | критичне          | 3.157     |                |            |               |
| Критерій Кохрена $G$        | розрахункове      | 0.226     | 0.339          | 0.279      | 0.375         |
|                             | критичне          | 0.477     |                |            |               |

**ДОДАТОК Д**  
**Показники рівняння регресії**

Таблиця Д.1– Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
щільності маси

| Показник          | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|-------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Сінаж</b>      |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | 333.326                              | 32.615  | 10.220                           | 0.002                 |
| Кут нахилу        | 17.289                               | 3.518   | 4.914                            | 0.016                 |
| Швидкість подачі  | 47.292                               | 49.268  | 0.960                            | 0.408                 |
| Кут × Швидкість   | 9.667                                | 1.284   | 7.527                            | 0.005                 |
| Квадрат кута      | -1.366                               | 0.194   | -7.051                           | 0.006                 |
| Квадрат швидкості | -16.146                              | 17.026  | -0.948                           | 0.413                 |
| <b>Ворох</b>      |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | 241.701                              | 19.273  | 12.541                           | 0.001                 |
| Кут нахилу        | 7.650                                | 2.079   | 3.679                            | 0.035                 |
| Швидкість подачі  | 25.000                               | 29.114  | 0.859                            | 0.454                 |
| Кут × Швидкість   | 6.583                                | 0.759   | 8.675                            | 0.003                 |
| Квадрат кута      | -0.673                               | 0.114   | -5.875                           | 0.010                 |
| Квадрат швидкості | -3.646                               | 10.061  | -0.362                           | 0.741                 |

Таблиця Д.2 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
продуктивності подачі

| Показник          | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|-------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Сінаж             |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | -63.753                              | 8.541   | -7.464                           | 0.005                 |
| Кут нахилу        | 4.258                                | 0.921   | 4.621                            | 0.019                 |
| Швидкість подачі  | 395.000                              | 12.903  | 30.614                           | 7.657E-05             |
| Кут x Швидкість   | 2.292                                | 0.336   | 6.814                            | 0.006                 |
| Квадрат кута      | -0.225                               | 0.051   | -4.439                           | 0.021                 |
| Квадрат швидкості | -40.885                              | 4.459   | -9.169                           | 0.003                 |
| Ворох             |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | -31.201                              | 5.581   | -5.591                           | 0.011                 |
| Кут нахилу        | 3.236                                | 0.602   | 5.375                            | 0.013                 |
| Швидкість подачі  | 265.313                              | 8.431   | 31.470                           | 7.050E-05             |
| Кут × Швидкість   | 1.958                                | 0.220   | 8.912                            | 0.003                 |
| Квадрат кута      | -0.216                               | 0.033   | -6.525                           | 0.007                 |
| Квадрат швидкості | -19.792                              | 2.913   | -6.793                           | 0.007                 |



Таблиця Д.3 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
потужності приводу

| Показник          | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|-------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Сінаж             |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | 0.417                                | 0.070   | 5.954                            | 0.009                 |
| Кут нахилу        | -0.006                               | 0.008   | -0.834                           | 0.465                 |
| Швидкість подачі  | 0.863                                | 0.106   | 8.151                            | 0.004                 |
| Кут × Швидкість   | 0.013                                | 0.003   | 4.683                            | 0.018                 |
| Квадрат кута      | 0.003                                | 0.000   | 7.193                            | 0.006                 |
| Квадрат швидкості | -0.128                               | 0.037   | -3.490                           | 0.040                 |
| Ворох             |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член      | 0.382                                | 0.039   | 9.800                            | 0.002                 |
| Кут нахилу        | -0.004                               | 0.004   | -0.997                           | 0.392                 |
| Швидкість подачі  | 0.680                                | 0.059   | 11.542                           | 0.001                 |
| Кут × Швидкість   | 0.011                                | 0.002   | 7.323                            | 0.005                 |
| Квадрат кута      | 0.002                                | 0.000   | 10.229                           | 0.002                 |
| Квадрат швидкості | -0.089                               | 0.020   | -4.347                           | 0.022                 |

Таблиця Д.4 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
енергоємності ущільненн

| Показник               | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Сінаж                  |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член           | 30.816                               | 2.619   | 11.766                           | 0.001                 |
| Кут нахилу             | 0.155                                | 0.283   | 0.549                            | 0.621                 |
| Швидкість подачі       | -21.230                              | 3.956   | -5.366                           | 0.013                 |
| Кут $\times$ Швидкість | -0.256                               | 0.103   | -2.481                           | 0.089                 |
| Квадрат кута           | 0.042                                | 0.016   | 2.693                            | 0.074                 |
| Квадрат швидкості      | 5.581                                | 1.367   | 4.082                            | 0.027                 |
| Ворох                  |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член           | 33.607                               | 3.020   | 11.128                           | 0.002                 |
| Кут нахилу             | 0.232                                | 0.326   | 0.713                            | 0.527                 |
| Швидкість подачі       | -22.935                              | 4.562   | -5.028                           | 0.015                 |
| Кут $\times$ Швидкість | -0.321                               | 0.119   | -2.698                           | 0.074                 |
| Квадрат кута           | 0.048                                | 0.018   | 2.653                            | 0.077                 |
| Квадрат швидкості      | 6.042                                | 1.576   | 3.832                            | 0.031                 |

Таблиця Д.5 – Середні значення показників дозування

| № п. п. | Частота обертання $n$ , об/хв | Діаметр комірки решета $d$ , мм | Розмір часток $D$ , мм | Продуктивність $Q$ , кг/год. | Потужність $N$ , кВт | Енергоємність $E$ , кДж/кг | Коефіцієнт варіації $V$ , % |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1       | 15                            | 3.5                             | 0.1                    | 51.3                         | 0.13                 | 9.27                       | 5.0                         |
| 2       | 80                            | 3.5                             | 0.1                    | 80.6                         | 0.40                 | 17.65                      | 3.6                         |
| 3       | 15                            | 4.5                             | 0.1                    | 63.3                         | 0.11                 | 6.25                       | 4.5                         |
| 4       | 80                            | 4.5                             | 0.1                    | 105.0                        | 0.39                 | 13.26                      | 3.0                         |
| 5       | 15                            | 3.5                             | 0.4                    | 55.6                         | 0.13                 | 8.41                       | 9.4                         |
| 6       | 80                            | 3.5                             | 0.4                    | 28.1                         | 0.50                 | 63.64                      | 9.2                         |
| 7       | 15                            | 4.5                             | 0.4                    | 37.1                         | 0.11                 | 10.88                      | 8.2                         |
| 8       | 80                            | 4.5                             | 0.4                    | 30.3                         | 0.50                 | 58.77                      | 7.8                         |
| 9       | 15                            | 4                               | 0.25                   | 93.8                         | 0.13                 | 5.10                       | 5.3                         |
| 10      | 80                            | 4                               | 0.25                   | 110.6                        | 0.46                 | 14.85                      | 4.4                         |
| 11      | 47.5                          | 3.5                             | 0.25                   | 111.9                        | 0.32                 | 10.17                      | 5.6                         |
| 12      | 47.5                          | 4.5                             | 0.25                   | 120.6                        | 0.31                 | 9.11                       | 4.6                         |
| 13      | 47.5                          | 4                               | 0.1                    | 80.4                         | 0.27                 | 11.91                      | 3.9                         |
| 14      | 47.5                          | 4                               | 0.4                    | 34.1                         | 0.32                 | 33.48                      | 8.6                         |
| 15      | 15                            | 3.5                             | 0.1                    | 55.2                         | 0.15                 | 9.45                       | 5.7                         |
| 16      | 80                            | 3.5                             | 0.1                    | 88.0                         | 0.44                 | 17.81                      | 4.2                         |
| 17      | 15                            | 4.5                             | 0.1                    | 69.4                         | 0.12                 | 6.44                       | 5.1                         |
| 18      | 80                            | 4.5                             | 0.1                    | 115.4                        | 0.42                 | 13.20                      | 3.4                         |
| 19      | 15                            | 3.5                             | 0.4                    | 62.0                         | 0.14                 | 8.13                       | 11.0                        |
| 20      | 80                            | 3.5                             | 0.4                    | 30.4                         | 0.54                 | 64.32                      | 10.3                        |
| 21      | 15                            | 4.5                             | 0.4                    | 42.0                         | 0.12                 | 10.45                      | 9.5                         |
| 22      | 80                            | 4.5                             | 0.4                    | 33.7                         | 0.53                 | 56.81                      | 8.9                         |
| 23      | 15                            | 4                               | 0.25                   | 104.2                        | 0.15                 | 5.04                       | 6.1                         |
| 24      | 80                            | 4                               | 0.25                   | 102.6                        | 0.42                 | 14.84                      | 3.9                         |
| 25      | 47.5                          | 3.5                             | 0.25                   | 104.1                        | 0.29                 | 10.13                      | 5.0                         |
| 26      | 47.5                          | 4.5                             | 0.25                   | 110.5                        | 0.28                 | 9.15                       | 4.1                         |
| 27      | 47.5                          | 4                               | 0.1                    | 74.5                         | 0.25                 | 11.89                      | 3.5                         |
| 28      | 47.5                          | 4                               | 0.4                    | 32.1                         | 0.29                 | 32.65                      | 7.6                         |
| 29      | 15                            | 3.5                             | 0.1                    | 48.1                         | 0.12                 | 9.14                       | 4.5                         |
| 30      | 80                            | 3.5                             | 0.1                    | 74.8                         | 0.37                 | 17.57                      | 3.1                         |
| 31      | 15                            | 4.5                             | 0.1                    | 58.6                         | 0.10                 | 6.14                       | 4.0                         |
| 32      | 80                            | 4.5                             | 0.1                    | 97.2                         | 0.36                 | 13.34                      | 2.7                         |
| 33      | 15                            | 3.5                             | 0.4                    | 50.8                         | 0.12                 | 8.51                       | 8.3                         |
| 34      | 80                            | 3.5                             | 0.4                    | 26.2                         | 0.46                 | 62.75                      | 8.3                         |
| 35      | 15                            | 4.5                             | 0.4                    | 33.8                         | 0.10                 | 10.88                      | 7.3                         |
| 36      | 80                            | 4.5                             | 0.4                    | 27.8                         | 0.47                 | 60.26                      | 7.0                         |
| 37      | 15                            | 4                               | 0.25                   | 85.3                         | 0.12                 | 5.19                       | 4.6                         |
| 38      | 80                            | 4                               | 0.25                   | 120.6                        | 0.50                 | 14.90                      | 5.1                         |
| 39      | 47.5                          | 3.5                             | 0.25                   | 121.9                        | 0.35                 | 10.33                      | 6.3                         |
| 40      | 47.5                          | 4.5                             | 0.25                   | 133.9                        | 0.34                 | 9.01                       | 5.3                         |
| 41      | 47.5                          | 4                               | 0.1                    | 87.4                         | 0.29                 | 11.91                      | 4.5                         |
| 42      | 47.5                          | 4                               | 0.4                    | 36.8                         | 0.36                 | 35.30                      | 9.7                         |

Таблиця Д.6 – Кореляційна таблиця оцінки показників дозування  
сухого консерванту

| Фактор                    | Продуктивність     | Потужність         | Енергоємність      | Коефіцієнт<br>варіації |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Частота<br>обертання      | 0.4229<br>p=0.044  | 0.8797<br>p=0.0001 | 0.5718<br>p=0.0001 | -0.1524<br>p=0.335     |
| Діаметр<br>комірки решета | 0.0684<br>p=0.667  | -0.0316<br>p=0.842 | -0.0656<br>p=0.680 | -0.1529<br>p=0.334     |
| Розмір часток             | -0.4500<br>p=0.003 | 0.1368<br>p=0.388  | 0.5511<br>p=0.0001 | 0.7834<br>p=0.0001     |

## ДОДАТОК Е

### Попереднє оцінювання експериментальних даних

Таблиця Е.1 – Результати критеріальної оцінки експериментальних показників дозування сухого консерванту

| Найменування критерію       | Значення критерію | Показник       |            |               |                     |
|-----------------------------|-------------------|----------------|------------|---------------|---------------------|
|                             |                   | Продуктивність | Потужність | Енергоємність | Коефіцієнт варіації |
| $t$ -критерій Стюдента      | максимальне       | 1.060          | 1.128      | 1.155         | 1.060               |
|                             | критичне          | 4.303          |            |               |                     |
| Розмах усіченої вибірки $k$ | максимальне       | 0.601          | 0.698      | 0.994         | 0.600               |
|                             | критичне          | 3.157          |            |               |                     |
| Критерій Кохрена $G$        | розрахункове      | 0.206          | 0.180      | 0.531         | 0.202               |
|                             | критичне          | 0.570          |            |               |                     |

**ДОДАТОК Ж**  
**Показники рівняння регресії**

Таблиця Ж.1 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
продуктивності дозування

| Показник                                      | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|---|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Вільний член                                  | 309.765                              | 169.878                                       | 1.823                            | 0.142                 |
| Частота обертання                             | 0.493                                | 0.446   | 1.104                            | 0.331                 |
| Діаметр комірки решета                        | -200.817                             | 85.990  | -2.335                           | 0.080                 |
| Величина частки                               | 1527.522                             | 100.530                                       | 15.195                           | $1.094 \cdot 10^{-4}$ |
| Частота $\times$ Діаметр комірки решета       | 0.257                                | 0.091   | 2.811                            | 0.048                 |
| Частота $\times$ Розмір частки                | -2.733                               | 0.305   | -8.970                           | 0.001                 |
| Діаметр комірки решета $\times$ Розмір частки | -88.667                              | 19.807  | -4.477                           | 0.011                 |
| Квадрат частоти                               | -0.007                               | 0.003   | -2.791                           | 0.049                 |
| Квадрат діаметру комірки решета               | 27.100                               | 10.712  | 2.530                            | 0.065                 |
| Квадрат розміру частки                        | -2347.778                            | 119.023                                       | -19.725                          | $3.896 \cdot 10^{-5}$ |

Таблиця Ж.2 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
потужності приводу дозування

| Показник                               | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|--|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Вільний член                           | 0.4033                               | 0.0904  | 4.4606                           | 0.0112                |
| Частота обертання                      | 0.0042                               | 0.0002  | 17.6076                          | 0.0001                |
| Діаметр комірки решета                 | -0.1671                              | 0.0458  | -3.6520                          | 0.0217                |
| Величина частки                        | 0.1981                               | 0.0535  | 3.7031                           | 0.0208                |
| Частота × Діаметр комірки решета       | 0.0002                               | 0.0000  | 4.7434                           | 0.0090                |
| Частота × Розмір частки                | 0.0054                               | 0.0002  | 33.2039                          | $4.907 \cdot 10^{-6}$ |
| Діаметр комірки решета × Розмір частки | 0.0167                               | 0.0105  | 1.5811                           | 0.1890                |
| Квадрат частоти                        | 0.0000                               | 0.0000  | -10.9632                         | 0.0004                |
| Квадрат діаметру комірки решета        | 0.0175                               | 0.0057  | 3.0697                           | 0.0373                |
| Квадрат розміру частки                 | -0.6944                              | 0.0633  | -10.9632                         | 0.0004                |

Таблиця Ж.3 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
енергоємності приводу дозування

| Показник                               | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|--|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Вільний член                           | 49.388                               | 259.154                                       | 0.191                            | 0.858                 |
| Частота обертання                      | 0.059                                | 0.681   | 0.086                            | 0.936                 |
| Діаметр комірки решета                 | -5.586                               | 131.180                                       | -0.043                           | 0.968                 |
| Величина частки                        | -357.984                             | 153.362                                       | -2.334                           | 0.080                 |
| Частота × Діаметр комірки решета       | -0.067                               | 0.139   | -0.483                           | 0.655                 |
| Частота × Розмір частки                | 2.249                                | 0.465   | 4.838                            | 0.008                 |
| Діаметр комірки решета × Розмір частки | 8.083                                | 30.215  | 0.268                            | 0.802                 |
| Квадрат частоти                        | 0.000                                | 0.004   | 0.117                            | 0.913                 |
| Квадрат Діаметр комірки решета         | 0.568                                | 16.341  | 0.035                            | 0.974                 |
| Квадрат розміру частки                 | 593.194                              | 181.572                                       | 3.267                            | 0.031                 |

Таблиця Ж.4 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
коєфіцієнту варіації дозування сухого кнсерванту

| Показник   | Розкодований<br>коєфіцієнт<br>регресії $b$ | Стандартна<br>похибка<br>коєфіцієнта<br>регресії $s_b$ | Фактичний<br>критерій<br>Стьюдента<br>$t$ | Рівень<br>значущості<br>$p$ |
|--|--|--|---|-----------------------------|
| Вільний член                                     | 18.711                                     | 1.081  | 17.307                                    | $6.542 \cdot 10^{-5}$       |
| Частота обертання                                | -0.016                                     | 0.003  | -5.719                                    | $4.625 \cdot 10^{-3}$       |
| Діаметр комірки решета                           | -6.120                                     | 0.547  | -11.183                                   | $3.640 \cdot 10^{-4}$       |
| Величина частки                                  | -6.870                                     | 0.640  | -10.738                                   | $4.263 \cdot 10^{-4}$       |
| Частота $\times$ Діаметр ко-<br>мірки решета     | -0.001                                     | 0.001  | -2.512                                    | 0.066                       |
| Частота $\times$ Розмір частки                   | 0.057                                      | 0.002  | 29.221                                    | $8.166 \cdot 10^{-6}$       |
| Діаметр комірки решета<br>$\times$ Розмір частки | -2.450                                     | 0.126  | -19.437                                   | $4.131 \cdot 10^{-5}$       |
| Квадрат частоти                                  | 0.000                                      | 0.000  | -3.924                                    | 0.017                       |
| Квадрат діаметру комі-<br>рки решета             | 0.732                                      | 0.068  | 10.745                                    | $4.253 \cdot 10^{-4}$       |
| Квадрат розміру частки                           | 59.250                                     | 0.757  | 78.221                                    | $1.601 \cdot 10^{-7}$       |



**ДОДАТОК 3**  
**Результати експериментально–виробничих досліджень**  
**процесу ущільнення**

Таблиця 3.1 – Результати досліджень ущільнення сінажу

| № п. п. | Частоти обертання гвинта $n$ , 1/с | Коефіцієнт висоти вікна $k$ | Щільність на вході $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | Продуктивність $Q$ , кг/год. | Потужність $N$ , кВт | Енергоємність $E$ , кДж/кг | Щільність на виході $R$ , кг/м <sup>3</sup> |
|---------|------------------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|----------------------|----------------------------|---|
| 1       | 25                                 | 1.25                        | 320   | 173                          | 4.17                 | 88.23                      | 803   |
| 2       | 125                                | 1.25                        | 320   | 526                          | 7.17                 | 54.10                      | 630   |
| 3       | 25                                 | 1.95                        | 320   | 232                          | 4.15                 | 63.69                      | 813   |
| 4       | 125                                | 1.95                        | 320   | 404                          | 6.15                 | 52.64                      | 676   |
| 5       | 25                                 | 1.25                        | 720   | 198                          | 5.82                 | 113.58                     | 761   |
| 6       | 125                                | 1.25                        | 720   | 342                          | 8.16                 | 88.84                      | 619   |
| 7       | 25                                 | 1.95                        | 720   | 681                          | 5.38                 | 25.69                      | 851   |
| 8       | 125                                | 1.95                        | 720   | 589                          | 6.73                 | 33.56                      | 745   |
| 9       | 25                                 | 1.6                         | 520   | 237                          | 4.77                 | 77.53                      | 803   |
| 10      | 125                                | 1.6                         | 520   | 393                          | 6.95                 | 61.80                      | 664   |
| 11      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 136                          | 6.55                 | 149.04                     | 377   |
| 12      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 300                          | 5.82                 | 90.60                      | 444   |
| 13      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 156                          | 5.77                 | 112.65                     | 416   |
| 14      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 253                          | 6.88                 | 111.92                     | 430   |
| 15      | 25                                 | 1.25                        | 320   | 178                          | 4.39                 | 87.39                      | 841   |
| 16      | 125                                | 1.25                        | 320   | 535                          | 7.60                 | 53.92                      | 666   |
| 17      | 25                                 | 1.95                        | 320   | 236                          | 4.42                 | 63.64                      | 847   |
| 18      | 125                                | 1.95                        | 320   | 416                          | 6.48                 | 51.92                      | 706   |
| 19      | 25                                 | 1.25                        | 720   | 202                          | 6.17                 | 112.92                     | 802   |
| 20      | 125                                | 1.25                        | 720   | 351                          | 8.63                 | 88.05                      | 644   |
| 21      | 25                                 | 1.95                        | 720   | 707                          | 5.66                 | 25.11                      | 894   |
| 22      | 125                                | 1.95                        | 720   | 603                          | 7.03                 | 33.07                      | 780   |
| 23      | 25                                 | 1.6                         | 520   | 242                          | 5.04                 | 76.79                      | 845   |
| 24      | 125                                | 1.6                         | 520   | 386                          | 6.64                 | 62.32                      | 637   |
| 25      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 134                          | 6.24                 | 150.44                     | 364   |
| 26      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 294                          | 5.55                 | 91.20                      | 427   |
| 27      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 152                          | 5.53                 | 114.27                     | 400   |
| 28      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 250                          | 6.52                 | 111.85                     | 413   |
| 29      | 25                                 | 1.25                        | 320   | 169                          | 4.00                 | 89.05                      | 779   |
| 30      | 125                                | 1.25                        | 320   | 519                          | 6.83                 | 54.28                      | 603   |
| 31      | 25                                 | 1.95                        | 320   | 230                          | 3.96                 | 63.76                      | 785   |
| 32      | 125                                | 1.95                        | 320   | 395                          | 5.89                 | 53.27                      | 651   |
| 33      | 25                                 | 1.25                        | 720   | 195                          | 5.55                 | 114.14                     | 730   |
| 34      | 125                                | 1.25                        | 720   | 335                          | 7.79                 | 89.66                      | 598   |
| 35      | 25                                 | 1.95                        | 720   | 663                          | 5.13                 | 26.09                      | 819   |
| 36      | 125                                | 1.95                        | 720   | 579                          | 6.48                 | 33.98                      | 720   |
| 37      | 25                                 | 1.6                         | 520   | 232                          | 4.55                 | 78.21                      | 770   |
| 38      | 125                                | 1.6                         | 520   | 403                          | 7.34                 | 61.26                      | 698   |
| 39      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 140                          | 6.96                 | 147.63                     | 393   |
| 40      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 308                          | 6.18                 | 89.92                      | 467   |
| 41      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 161                          | 6.06                 | 111.11                     | 436   |
| 42      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 257                          | 7.43                 | 112.19                     | 448   |

Таблиця 3.2 – Результати досліджень ущільнення вороху

| № п. п. | Частоти обертання гвинта $n$ , 1/с | Коефіцієнт висоти вікна $k$ | Щільність на вході $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | Продуктивність $Q$ , кг/год. | Потужність $N$ , кВт | Енергоємність $E$ , кДж/кг | Щільність на виході $R$ , кг/м <sup>3</sup> |
|---------|------------------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|----------------------|----------------------------|---|
| 1       | 25                                 | 1.25                        | 320   | 200                          | 2.60                 | 46.70                      | 812   |
| 2       | 125                                | 1.25                        | 320   | 247                          | 7.80                 | 112.00                     | 669   |
| 3       | 25                                 | 1.95                        | 320   | 472                          | 3.10                 | 24.30                      | 700   |
| 4       | 125                                | 1.95                        | 320   | 336                          | 4.90                 | 51.30                      | 654   |
| 5       | 25                                 | 1.25                        | 720   | 244                          | 2.70                 | 40.90                      | 702   |
| 6       | 125                                | 1.25                        | 720   | 459                          | 5.50                 | 43.70                      | 776   |
| 7       | 25                                 | 1.95                        | 720   | 161                          | 5.90                 | 139.50                     | 566   |
| 8       | 125                                | 1.95                        | 720   | 240                          | 5.20                 | 77.10                      | 736   |
| 9       | 25                                 | 1.6                         | 520   | 250                          | 2.70                 | 42.40                      | 710   |
| 10      | 125                                | 1.6                         | 520   | 306                          | 5.00                 | 56.10                      | 724   |
| 11      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 164                          | 4.20                 | 85.70                      | 484   |
| 12      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 167                          | 4.30                 | 101.40                     | 409   |
| 13      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 191                          | 4.30                 | 83.50                      | 456   |
| 14      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 144                          | 4.50                 | 116.30                     | 442   |
| 15      | 25                                 | 1.25                        | 320   | 198                          | 2.00                 | 47.80                      | 802   |
| 16      | 125                                | 1.25                        | 320   | 241                          | 6.00                 | 117.80                     | 661   |
| 17      | 25                                 | 1.95                        | 320   | 463                          | 2.40                 | 25.20                      | 691   |
| 18      | 125                                | 1.95                        | 320   | 331                          | 3.80                 | 53.10                      | 647   |
| 19      | 25                                 | 1.25                        | 720   | 237                          | 2.00                 | 42.90                      | 693   |
| 20      | 125                                | 1.25                        | 720   | 453                          | 4.20                 | 45.10                      | 766   |
| 21      | 25                                 | 1.95                        | 720   | 159                          | 4.50                 | 144.10                     | 559   |
| 22      | 125                                | 1.95                        | 720   | 234                          | 4.20                 | 80.30                      | 729   |
| 23      | 25                                 | 1.6                         | 520   | 245                          | 2.10                 | 44.10                      | 701   |
| 24      | 125                                | 1.6                         | 520   | 300                          | 4.10                 | 58.30                      | 717   |
| 25      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 160                          | 3.30                 | 89.60                      | 479   |
| 26      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 170                          | 3.30                 | 97.00                      | 404   |
| 27      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 186                          | 3.30                 | 87.50                      | 450   |
| 28      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 142                          | 3.70                 | 120.10                     | 437   |
| 29      | 25                                 | 1.25                        | 320   | 202                          | 2.60                 | 45.20                      | 824   |
| 30      | 125                                | 1.25                        | 320   | 254                          | 7.80                 | 106.70                     | 680   |
| 31      | 25                                 | 1.95                        | 320   | 484                          | 2.90                 | 23.30                      | 709   |
| 32      | 125                                | 1.95                        | 320   | 343                          | 5.00                 | 49.00                      | 665   |
| 33      | 25                                 | 1.25                        | 720   | 250                          | 2.50                 | 39.20                      | 711   |
| 34      | 125                                | 1.25                        | 720   | 468                          | 5.30                 | 42.00                      | 787   |
| 35      | 25                                 | 1.95                        | 720   | 165                          | 5.90                 | 133.50                     | 576   |
| 36      | 125                                | 1.95                        | 720   | 247                          | 5.60                 | 73.70                      | 749   |
| 37      | 25                                 | 1.6                         | 520   | 255                          | 2.60                 | 40.80                      | 721   |
| 38      | 125                                | 1.6                         | 520   | 314                          | 5.30                 | 53.20                      | 736   |
| 39      | 75                                 | 1.25                        | 520   | 168                          | 4.20                 | 82.00                      | 492   |
| 40      | 75                                 | 1.95                        | 520   | 169                          | 4.10                 | 98.00                      | 415   |
| 41      | 75                                 | 1.6                         | 320   | 197                          | 4.10                 | 79.60                      | 461   |
| 42      | 75                                 | 1.6                         | 720   | 146                          | 4.70                 | 111.70                     | 448   |

Таблиця 3.3 – Кореляційна таблиця оцінки показників ущільнення сінажу і вороху

| Показник                 | Продуктивність   | Потужність       | Енергоємність    | Щільність на виході |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Сінаж                    |                  |                  |                  |                     |
| Частоти обертання гвинта | .3780<br>p=.014  | .8020<br>p=.000  | -.1982<br>p=.208 | -.3654<br>p=.017    |
| Коефіцієнт висоти вікна  | .4299<br>p=.004  | -.2706<br>p=.083 | -.5806<br>p=.000 | .1763<br>p=.264     |
| Щільність на виході      | .2962<br>p=.057  | .4118<br>p=.007  | .0057<br>p=.971  | .0348<br>p=.827     |
| Ворох                    |                  |                  |                  |                     |
| Частоти обертання гвинта | .2194<br>p=.0163 | .6682<br>p=.000  | .1182<br>p=.456  | -0.479<br>p=.0463   |
| Коефіцієнт висоти вікна  | 0.545<br>p=.0432 | .0483<br>p=.761  | 0.555<br>p=.0325 | -.2458<br>p=.117    |
| Щільність на виході      | -.1663<br>p=.293 | 0.465<br>p=.0430 | .2518<br>p=.108  | -.0451<br>p=.777    |

Таблиця 3.4 – Результати попередньої критеріальної оцінки експериментальних даних.

| Найменування критерію       | Значення критерію | Показник       |            |               |                     |
|-----------------------------|-------------------|----------------|------------|---------------|---------------------|
|                             |                   | Продуктивність | Потужність | Енергоємність | Щільність на виході |
| Сінаж                       |                   |                |            |               |                     |
| $t$ -критерій Стьюдента     | максимальне       | 1.061          | 1.061      | 1.135         | 1.066               |
|                             | критичне          | 4.303          |            |               |                     |
| Розмах усіченої вибірки $k$ | максимальне       | 0.602          | 0.602      | 0.805         | 0.612               |
|                             | критичне          | 3.157          |            |               |                     |
| Критерій Кохрена $G$        | розрахункове      | 0.438          | 0.146      | 0.298         | 0.124               |
|                             | критичне          | 0.570          |            |               |                     |
| Ворох                       |                   |                |            |               |                     |
| $t$ -критерій Стьюдента     | максимальне       | 1.125          | 1.155      | 1.127         | 1.078               |
|                             | критичне          | 4.303          |            |               |                     |
| Розмах усіченої вибірки $k$ | максимальне       | 0.765          | 0.286      | 0.773         | 0.636               |
|                             | критичне          | 3.157          |            |               |                     |
| Критерій Кохрена $G$        | розрахункове      | 0.230          | 0.209      | 0.213         | 0.112               |
|                             | критичне          | 0.570          |            |               |                     |

## ДОДАТОК И

### Показники рівняння регресії

Таблиця И.1 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
продуктивності двогвинтового ущільнення

| Показник                  | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|---------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Сінаж</b>              |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член              | 1634.059                             | 171.534                                       | 9.526                            | 0.001                 |
| Частота обертання         | 0.738                                | 0.688   | 1.072                            | 0.344                 |
| Коефіцієнт вікна          | -1487.907                            | 217.063                                       | -6.855                           | 0.002                 |
| Щільність входу           | -2.382                               | 0.239   | -9.950                           | 0.001                 |
| Частота × Вікно           | -2.984                               | 0.259   | -11.533                          | $3.228 \cdot 10^{-4}$ |
| Частота × Щільність входу | -0.006                               | $4.528 \cdot 10^{-4}$                         | -13.096                          | $1.963 \cdot 10^{-4}$ |
| Вікно × Щільність входу   | 1.420                                | 0.065   | 21.957                           | $2.546 \cdot 10^{-5}$ |
| Квадрат частоти           | 0.057                                | 0.003   | 17.533                           | $6.214 \cdot 10^{-5}$ |
| Квадрат вікна             | 378.571                              | 66.640  | 5.681                            | 0.005                 |
| Квадрат щільності входу   | 0.001                                | 0.000   | 3.966                            | 0.017                 |
| <b>Ворох</b>              |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член              | -438.960                             | 126.114                                       | -3.481                           | 0.025                 |
| Частота обертання         | -5.494                               | 0.506   | -10.861                          | $4.079 \cdot 10^{-4}$ |
| Коефіцієнт вікна          | 603.714                              | 159.587                                       | 3.783                            | 0.019                 |
| Щільність входу           | 1.199                                | 0.176   | 6.810                            | $2.430 \cdot 10^{-3}$ |
| Частота × Вікно           | -2.294                               | 0.190   | -12.060                          | $2.711 \cdot 10^{-4}$ |
| Частота × Щільність входу | 0.005                                | $3.329 \cdot 10^{-4}$                         | 14.388                           | $1.356 \cdot 10^{-4}$ |
| Вікно × Щільність входу   | -1.185                               | 0.048   | -24.923                          | $1.538 \cdot 10^{-5}$ |
| Квадрат частоти           | 0.048                                | 0.002   | 19.992                           | $3.694 \cdot 10^{-5}$ |
| Квадрат вікна             | 63.571                               | 48.994  | 1.298                            | 0.264                 |
| Квадрат щільності входу   | $2.297 \cdot 10^{-4}$                | $1.500 \cdot 10^{-4}$                         | 1.531                            | 0.201                 |

Таблиця И.2 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
потужності приводу двогвинтового ущільнювача

| Показник                         | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$  |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|------------------------|
| <b>Сінаж</b>                     |                                      |   |                                  |                        |
| Вільний член                     | 0.801                                | 0.205   | 3.902                            | 0.018                  |
| Частота обертання                | 0.074                                | 0.001   | 90.154                           | $9.075 \cdot 10^{-8}$  |
| Коефіцієнт вікна                 | 1.409                                | 0.260   | 5.424                            | $5.602 \cdot 10^{-3}$  |
| Щільність входу                  | 0.003                                | $2.866 \cdot 10^{-4}$                         | 11.013                           | $3.865 \cdot 10^{-4}$  |
| Частота $\times$ Вікно           | -0.014                               | $3.097 \cdot 10^{-4}$                         | -46.127                          | $1.321 \cdot 10^{-6}$  |
| Частота $\times$ Щільність входу | $-1.625 \cdot 10^{-5}$               | $5.420 \cdot 10^{-7}$                         | -29.982                          | $7.370 \cdot 10^{-6}$  |
| Вікно $\times$ Щільність входу   | -0.002                               | $7.743 \cdot 10^{-5}$                         | -19.834                          | $3.812 \cdot 10^{-5}$  |
| Квадрат частоти                  | $-1.410 \cdot 10^{-4}$               | $3.908 \cdot 10^{-6}$                         | -36.077                          | $3.524 \cdot 10^{-6}$  |
| Квадрат вікна                    | -0.184                               | 0.080   | -2.303                           | 0.083                  |
| Квадрат щільності входу          | $3.188 \cdot 10^{-6}$                | $2.443 \cdot 10^{-7}$                         | 13.049                           | $1.991 \cdot 10^{-4}$  |
| <b>Ворох</b>                     |                                      |   |                                  |                        |
| Вільний член                     | 11.425                               | 0.042   | 269.767                          | $1.133 \cdot 10^{-9}$  |
| Частота обертання                | 0.137                                | $1.699 \cdot 10^{-4}$                         | 809.100                          | $1.400 \cdot 10^{-11}$ |
| Коефіцієнт вікна                 | -9.685                               | 0.054   | -180.716                         | $5.624 \cdot 10^{-9}$  |
| Щільність входу                  | -0.023                               | $5.912 \cdot 10^{-5}$                         | -395.246                         | $2.458 \cdot 10^{-10}$ |
| Частота $\times$ Вікно           | -0.051                               | $6.389 \cdot 10^{-5}$                         | -790.450                         | $1.537 \cdot 10^{-11}$ |
| Частота $\times$ Щільність входу | $-6.163 \cdot 10^{-5}$               | $1.118 \cdot 10^{-7}$                         | -551.191                         | $6.500 \cdot 10^{-11}$ |
| Вікно $\times$ Щільність входу   | 0.010                                | $1.597 \cdot 10^{-5}$                         | 598.148                          | $4.687 \cdot 10^{-11}$ |
| Квадрат частоти                  | $-1.275 \cdot 10^{-5}$               | $8.062 \cdot 10^{-7}$                         | -15.814                          | $9.342 \cdot 10^{-5}$  |
| Квадрат вікна                    | 2.719                                | 0.016   | 165.276                          | $8.039 \cdot 10^{-9}$  |
| Квадрат щільності входу          | $1.270 \cdot 10^{-5}$                | $5.039 \cdot 10^{-8}$                         | 252.101                          | $1.485 \cdot 10^{-9}$  |

Таблиця И.3 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
енергоємності приводу двогвинтового ущільнювача

| Показник                  | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$ |
|---------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Сінаж</b>              |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член              | 0.130                                | 72.36189                                      | 0.0018                           | 0.998653              |
| Частота обертання         | 1.948                                | 0.29022                                       | 6.7120                           | 0.002565              |
| Коефіцієнт вікна          | -23.164                              | 91.56829                                      | -0.2530                          | 0.812761              |
| Щільність входу           | 0.467                                | 0.10100                                       | 4.6197                           | 0.009883              |
| Частота × Вікно           | 0.397                                | 0.10916                                       | 3.6403                           | 0.021960              |
| Частота × Щільність входу | $3.554 \cdot 10^{-4}$                | 0.00019                                       | 1.8604                           | 0.136341              |
| Вікно × Щільність входу   | -0.209                               | 0.02729                                       | -7.6699                          | 0.001554              |
| Квадрат частоти           | -0.019                               | 0.00138                                       | -14.1513                         | 0.000145              |
| Квадрат вікна             | 11.607                               | 28.11204                                      | 0.4129                           | 0.700861              |
| Квадрат щільності входу   | $-1.512 \cdot 10^{-4}$               | 0.00009                                       | -1.7563                          | 0.153885              |
| <b>Ворох</b>              |                                      |   |                                  |                       |
| Вільний член              | 288.803                              | 93.426  | 3.091                            | 0.037                 |
| Частота обертання         | 4.542                                | 0.375   | 12.123                           | $2.656 \cdot 10^{-4}$ |
| Коефіцієнт вікна          | -259.374                             | 118.224                                       | -2.194                           | 0.093                 |
| Щільність входу           | -0.749                               | 0.130   | -5.745                           | 0.005                 |
| Частота × Вікно           | -0.738                               | 0.141   | -5.236                           | 0.006                 |
| Частота × Щільність входу | -0.002                               | $2.466 \cdot 10^{-4}$                         | -7.701                           | 0.002                 |
| Вікно × Щільність входу   | 0.383                                | 0.035   | 10.883                           | $4.046 \cdot 10^{-4}$ |
| Квадрат частоти           | -0.015                               | 0.002   | -8.550                           | $1.027 \cdot 10^{-3}$ |
| Квадрат вікна             | 41.495                               | 36.295  | 1.143                            | 0.317                 |
| Квадрат щільності входу   | $3.151 \cdot 10^{-4}$                | $1.112 \cdot 10^{-4}$                         | 2.835                            | 0.047                 |

Таблиця И.4 – Показники рівняння регресії для залежної змінної —  
коефіцієнту варіації ушілення рослинної сировини

| Показник                         | Розкодований коефіцієнт регресії $b$ | Стандартна похибка коефіцієнта регресії $s_b$ | Фактичний критерій Стьюдента $t$ | Рівень значущості $p$  |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|------------------------|
| <b>Сінаж</b>                     |                                      |   |                                  |                        |
| Вільний член                     | 1380.411                             | 5.332033                                      | 258.89                           | $1.336 \cdot 10^{-9}$  |
| Частота обертання                | -21.881                              | 0.021385                                      | -1023.15                         | $5.475 \cdot 10^{-12}$ |
| Коефіцієнт вікна                 | 6.921                                | 6.747269                                      | 1.03                             | 0.362962               |
| Щільність входу                  | -0.703                               | 0.007442                                      | -94.47                           | $7.527 \cdot 10^{-8}$  |
| Частота $\times$ Вікно           | 0.539                                | $8.043 \cdot 10^{-3}$                         | 66.96                            | $2.980 \cdot 10^{-7}$  |
| Частота $\times$ Щільність входу | $7.675 \cdot 10^{-4}$                | $1.408 \cdot 10^{-5}$                         | 54.53                            | $6.772 \cdot 10^{-7}$  |
| Вікно $\times$ Щільність входу   | 0.297                                | 0.002011                                      | 147.77                           | $1.258 \cdot 10^{-8}$  |
| Квадрат частоти                  | 0.128                                | $1.015 \cdot 10^{-4}$                         | 1262.15                          | $2.364 \cdot 10^{-12}$ |
| Квадрат вікна                    | -32.857                              | 2.071454                                      | -15.86                           | $9.232 \cdot 10^{-5}$  |
| Квадрат щільності входу          | $1.956 \cdot 10^{-4}$                | $6.344 \cdot 10^{-6}$                         | 30.84                            | $6.589 \cdot 10^{-6}$  |
| <b>Ворох</b>                     |                                      |   |                                  |                        |
| Вільний член                     | 1303.739                             | 6.101   | 213.699                          | $2.877 \cdot 10^{-9}$  |
| Частота обертання                | -20.641                              | 0.024   | -843.572                         | $1.185 \cdot 10^{-11}$ |
| Коефіцієнт вікна                 | 61.750                               | 7.720   | 7.999                            | $1.325 \cdot 10^{-3}$  |
| Щільність входу                  | -0.130                               | $8.515 \cdot 10^{-3}$                         | -15.248                          | $1.079 \cdot 10^{-4}$  |
| Частота $\times$ Вікно           | 1.390                                | 0.009   | 151.039                          | $1.153 \cdot 10^{-8}$  |
| Частота $\times$ Щільність входу | $5.410 \cdot 10^{-3}$                | $1.611 \cdot 10^{-5}$                         | 335.918                          | $4.712 \cdot 10^{-10}$ |
| Вікно $\times$ Щільність входу   | -0.082                               | $2.301 \cdot 10^{-3}$                         | -35.703                          | $3.673 \cdot 10^{-6}$  |
| Квадрат частоти                  | 0.105                                | $1.161 \cdot 10^{-4}$                         | 904.158                          | $8.978 \cdot 10^{-12}$ |
| Квадрат вікна                    | -72.143                              | 2.370   | -30.439                          | $6.940 \cdot 10^{-6}$  |
| Квадрат щільності входу          | $-1.722 \cdot 10^{-4}$               | $7.258 \cdot 10^{-6}$                         | -23.722                          | $1.872 \cdot 10^{-5}$  |



**ДОДАТОК К****Економічна оцінка варіантів запропонованих технологічних ліній**

|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |  |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|--|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                |              |      |               |  |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         | Ліва частина | Знак | Права частина |  |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |  |
| 4  | Значення змінних           | 5,0            | 16,3           | 3,7            | 15,9           | 2,7            | 1,4            |              |      |               |  |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 18           | >=   | 16,5          |  |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 18           | <=   | 18            |  |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 0,44           | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 16,1         | >=   | 13,6          |  |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 78             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2496         | >=   | 2090          |  |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 78             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2496         | <=   | 2500          |  |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 111            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | >=   | 4120          |  |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 111            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | <=   | 4140          |  |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 7750         | >=   | 4950          |  |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 7750         | <=   | 8100          |  |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 15             | 10             | 3              | 20             | 13             | 492          | >=   | 435           |  |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 15             | 10             | 3              | 20             | 13             | 492          | <=   | 510           |  |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 892          | >=   | 610           |  |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | >=   | 5             |  |
| 18 | Силосу та сінажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 20,0         | <=   | 20            |  |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 15,9         | <=   | 20            |  |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,7          | >=   | 2,7           |  |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | >=   | 45            |  |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,38           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 30,95         |  |

Рис. К.1 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 9 (найефективнішої) та результати її розв'язання

|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                |              |      |               |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5              | 9,5            | 10,5           | 14,9           | 2,8            | 2,3            |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,6         | >=   | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,6         | <=   | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 0,29           | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 13,6         | >=   | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 62             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2116         | >=   | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 62             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2116         | <=   | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | >=   | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | <=   | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | >=   | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | <=   | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 449          | >=   | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 449          | <=   | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 797          | >=   | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | >=   | 5             |
| 18 | Силосу та сенажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 20,0         | <=   | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 14,9         | <=   | 20            |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,8          | >=   | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | >=   | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,62           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 33,47         |

Рис. К.2 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 1 та результати її розв'язання

|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         |              |      |               |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0            | 6,0            | 14,0           | 14,9           | 2,7            | 2,5            |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,0         | > =  | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,0         | < =  | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 72             | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 13,8         | > =  | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 72             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | > =  | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 100            | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | < =  | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4120         | > =  | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4120         | < =  | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | > =  | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | < =  | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 438          | > =  | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 438          | < =  | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 757          | > =  | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | > =  | 5             |
| 18 | Силосу та сінажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 19,9         | < =  | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 14,9         | < =  | 20            |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,7          | > =  | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | > =  | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,69           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 33,40         |

Рис. К.3 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 2 та результати її розв'язання.

|    | A                          | B      | C     | D     | E      | F           | G      | H            | I    | J             |  |
|----|----------------------------|--------|-------|-------|--------|-------------|--------|--------------|------|---------------|--|
| 1  |                            | Змінні |       |       |        |             |        |              |      |               |  |
| 2  | Найменування обмежень      | сено   | сенаж | силос | гарбуз | концентрати | солома | Ліва частина | Знак | Права частина |  |
| 3  |                            | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$  | $x_5$       | $x_6$  |              |      |               |  |
| 4  | Значення змінних           | 5,4    | 5,7   | 14,3  | 14,9   | 2,7         | 2,1    |              |      |               |  |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 16,9         | >=   | 16,5          |  |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 16,9         | <=   | 18            |  |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55   | 0,4   | 0,24  | 0,1    | 1,22        | 0,29   | 14,0         | >=   | 13,6          |  |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93     | 70    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2090         | >=   | 2090          |  |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93     | 70    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2090         | <=   | 2500          |  |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233    | 111   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4120         | >=   | 4120          |  |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233    | 111   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4120         | <=   | 4140          |  |
| 12 | БЕР min                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 8100         | >=   | 4950          |  |
| 13 | БЕР max                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 8100         | <=   | 8100          |  |
| 14 | Сирого жиру min            | 18     | 15    | 10    | 3      | 20          | 13     | 450          | >=   | 435           |  |
| 15 | Сирого жиру max            | 18     | 15    | 10    | 3      | 20          | 13     | 450          | <=   | 510           |  |
| 16 | Каротину min               | 19     | 26    | 15    | 20     |             |        | 762          | >=   | 610           |  |
| 17 | Сіна min                   | 1      |       |       |        |             |        | 5,4          | >=   | 5             |  |
| 18 | Силосу та сенажу max       |        | 1     | 1     |        |             |        | 20,0         | <=   | 20            |  |
| 19 | Кормового гарбуза max      |        |       |       | 1      |             |        | 14,9         | <=   | 20            |  |
| 20 | Концентратів min           |        |       |       |        | 1           |        | 2,7          | >=   | 2,7           |  |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1      | 1     | 1     | 1      | 1           | 1      | 45,0         | >=   | 45            |  |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91   | 1,00  | 0,52  | 0,94   | 1,2         | 0,1    | min          |      | 35,41         |  |

Рис. К.4 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 3 та результати її розв'язання

|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                |              |      |               |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0            | 7,6            | 12,4           | 15,1           | 2,7            | 2,2            |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,1         | >=   | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,1         | <=   | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 0,4            | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 14,0         | >=   | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 66             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | >=   | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 66             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | <=   | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 111            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | >=   | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 111            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | <=   | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8012         | >=   | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8012         | <=   | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 15             | 10             | 3              | 20             | 13             | 456          | >=   | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 15             | 10             | 3              | 20             | 13             | 456          | <=   | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 780          | >=   | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | >=   | 5             |
| 18 | Силосу та сенажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 20,0         | <=   | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 15,1         | <=   | 20            |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,7          | >=   | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | >=   | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,58           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 34,03         |

Рис. К.5 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 4 та результати її розв'язання



|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                |              |      |               |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0            | 5,7            | 14,1           | 15,0           | 2,7            | 2,5            |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,0         | > =  | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,0         | < =  | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 0,42           | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 14,1         | > =  | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 74             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | > =  | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 74             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2090         | < =  | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4120         | > =  | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4120         | < =  | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | > =  | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | < =  | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 437          | > =  | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 437          | < =  | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 754          | > =  | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | > =  | 5             |
| 18 | Силосу та сенажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 19,8         | < =  | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 15,0         | < =  | 20            |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,7          | > =  | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | > =  | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,63           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 33,04         |

Рис. К.6 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 5 та результати її розв'язання

|    | A                          | B      | C     | D     | E      | F           | G      | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|--------|-------|-------|--------|-------------|--------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні |       |       |        |             |        |              |      |               |
| 2  | Найменування обмежень      | сено   | сенаж | силос | гарбуз | концентрати | солома | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 3  |                            | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$  | $x_5$       | $x_6$  |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0    | 13,3  | 6,7   | 15,2   | 2,7         | 2,1    |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 18,0         | >=   | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 18,0         | <=   | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55   | 0,33  | 0,24  | 0,1    | 1,22        | 0,29   | 14,2         | >=   | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93     | 70    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2290         | >=   | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93     | 70    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2290         | <=   | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233    | 100   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4140         | >=   | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233    | 100   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4140         | <=   | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 7977         | >=   | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 7977         | <=   | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18     | 13    | 10    | 3      | 20          | 13     | 457          | >=   | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18     | 13    | 10    | 3      | 20          | 13     | 457          | <=   | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19     | 26    | 15    | 20     |             |        | 845          | >=   | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1      |       |       |        |             |        | 5,0          | >=   | 5             |
| 18 | Силосу та сінажу max       |        | 1     | 1     |        |             |        | 20,0         | <=   | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |        |       |       | 1      |             |        | 15,2         | <=   | 20            |
| 20 | Концентратів min           |        |       |       |        | 1           |        | 2,7          | >=   | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1      | 1     | 1     | 1      | 1           | 1      | 45,0         | >=   | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91   | 0,43  | 0,52  | 0,94   | 1,2         | 0,1    | min          |      | 31,46         |

Рис. К.7 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 6 та результати її розв'язання



|    | A                          | B              | C              | D              | E              | F              | G              | H            | I    | J             |
|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|---------------|
| 1  |                            | Змінні         |                |                |                |                |                | Ліва частина | Знак | Права частина |
| 2  | Найменування обмежень      | сено           | сенаж          | силос          | гарбуз         | концентрати    | солома         |              |      |               |
| 3  |                            | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> |              |      |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0            | 7,0            | 13,0           | 14,8           | 2,7            | 2,5            |              |      |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,2         | > =  | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83           | 0,48           | 0,31           | 0,083          | 0,87           | 0,84           | 17,2         | < =  | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55           | 0,4            | 0,24           | 0,1            | 1,22           | 0,29           | 14,2         | > =  | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93             | 72             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2125         | > =  | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93             | 72             | 40             | 13             | 130            | 37             | 2125         | < =  | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | > =  | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233            | 100            | 81             | 11             | 65             | 358            | 4140         | < =  | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | > =  | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388            | 148            | 150            | 48             | 573            | 371            | 8100         | < =  | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 442          | > =  | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18             | 13             | 10             | 3              | 20             | 13             | 442          | < =  | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19             | 26             | 15             | 20             |                |                | 769          | > =  | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1              |                |                |                |                |                | 5,0          | > =  | 5             |
| 18 | Силосу та сінажу max       |                | 1              | 1              |                |                |                | 20,0         | < =  | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |                |                |                | 1              |                |                | 14,8         | < =  | 20            |
| 20 | Концентратів min           |                |                |                |                | 1              |                | 2,7          | > =  | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 45,0         | > =  | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91           | 0,52           | 0,52           | 0,94           | 1,2            | 0,1            | min          |      | 32,37         |

Рис. К.8 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 7 та результати її розв'язання

|    | A                          | B      | C     | D     | E      | F           | G      | H            | I      | J             |
|----|----------------------------|--------|-------|-------|--------|-------------|--------|--------------|--------|---------------|
| 1  |                            | Змінні |       |       |        |             |        | Ліва частина | Знак   | Права частина |
| 2  | Найменування обмежень      | сено   | сенаж | силос | гарбуз | концентрати | солома |              |        |               |
| 3  |                            | $x_1$  | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$  | $x_5$       | $x_6$  |              |        |               |
| 4  | Значення змінних           | 5,0    | 6,0   | 14,0  | 15,0   | 2,7         | 2,3    |              |        |               |
| 5  | Сухої речовини min         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 16,9         | $\geq$ | 16,5          |
| 6  | Сухої речовини max         | 0,83   | 0,48  | 0,31  | 0,083  | 0,87        | 0,84   | 16,9         | $\leq$ | 18            |
| 7  | Кормових одиниць min       | 0,55   | 0,4   | 0,24  | 0,1    | 1,22        | 0,29   | 14,2         | $\geq$ | 13,6          |
| 8  | Сирого протеїну min        | 93     | 72    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2090         | $\geq$ | 2090          |
| 9  | Сирого протеїну max        | 93     | 72    | 40    | 13     | 130         | 37     | 2090         | $\leq$ | 2500          |
| 10 | Сирої клітковини min       | 233    | 111   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4140         | $\geq$ | 4120          |
| 11 | Сирої клітковини max       | 233    | 111   | 81    | 11     | 65          | 358    | 4140         | $\leq$ | 4140          |
| 12 | БЕР min                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 8058         | $\geq$ | 4950          |
| 13 | БЕР max                    | 388    | 148   | 150   | 48     | 573         | 371    | 8058         | $\leq$ | 8100          |
| 14 | Сирого жиру min            | 18     | 15    | 10    | 3      | 20          | 13     | 449          | $\geq$ | 435           |
| 15 | Сирого жиру max            | 18     | 15    | 10    | 3      | 20          | 13     | 449          | $\leq$ | 510           |
| 16 | Каротину min               | 19     | 26    | 15    | 20     |             |        | 761          | $\geq$ | 610           |
| 17 | Сіна min                   | 1      |       |       |        |             |        | 5,0          | $\geq$ | 5             |
| 18 | Силосу та сенажу max       |        | 1     | 1     |        |             |        | 20,0         | $\leq$ | 20            |
| 19 | Кормового гарбуза max      |        |       |       | 1      |             |        | 15,0         | $\leq$ | 20            |
| 20 | Концентратів min           |        |       |       |        | 1           |        | 2,7          | $\geq$ | 2,7           |
| 21 | Загальний обсяг кормів min | 1      | 1     | 1     | 1      | 1           | 1      | 45,0         | $\geq$ | 45            |
| 22 | Вартість раціону, грн.     | 0,91   | 0,46  | 0,52  | 0,94   | 1,2         | 0,1    | min          |        | 32,12         |

Рис. К.9 - Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону корів при використанні варіанту технології 8 та результати її розв'язання.

## ДОДАТОК Л

## Акт про проведення експериментальних досліджень

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| ЗАТВЕРДЖУЮ        | ЗАТВЕРДЖУЮ             |
| Ректор ТДАТУ      | Керівник ТОВ «АГРОДОМ» |
| проф. Кюрчев В.М. | Данченко Р. С.         |
| « 25 » 09 2015 р. | « 24 » 02 11 2015 р.   |

## АКТ

## про проведення експериментальних досліджень

Ми, що підписалися нижче, керівник ТОВ «АГРОДОМ» (Херсонська обл., Нижньосірогозький район, с.м.т. Нижні Сірогози, вул. Чапаєва 45а) Данченко Р. С., головний інженер Борщоговський А. В., головний агроном Бартошик А. Л., агроном Сінопольський С. М., завідуючий кафедрою технічних систем та технологій тваринництва Таврійського державного агротехнологічного університету (ТДАТУ), доцент, к.т.н. Скляр Р.В., доцент, к.т.н. Мілько Д.О., завідувач лабораторією, інженер Григоренко С.М., склали цей акт про те, що на базі ТОВ «АГРОДОМ» були проведені експериментальні дослідження процесу закладання рослинної сировини на зберігання на технологічній лінії ущільнення рослинної сировини із продуктивністю від 0,2 до 0,5 т/год. Під час виробничої перевірки упродовж тижня було закладено понад 18 т рослинної сировини, в роботі обладнання відмов та перебоїв не спостерігалось. Дослідження проводились у червні 2015 року.

Отримані у процесі заготівлі корми мали поживну цінність на 6-8% вищу у порівнянні з кормами, що використовувались у господарстві на момент перевірки. При згодовуванні кормів спостерігалось зменшення залишків корму на 8-12%, що свідчить про покращену поїдаємість у порівнянні із кормом, заготовленим за попередньою технологією.

Використання запропонованої технологічної лінії буде сприяти підвищенню економічної ефективності виробництва молока за рахунок збільшення продуктивності тварин та зниження експлуатаційних витрат на заготівлю та зберігання консервованих кормів.

Дійсний акт не є документом для отримання матеріального або будь-якого іншого виду винагороди, а є лише документом, що підтверджує факт проведення дослідницьких робіт на території ТОВ «АГРОДОМ».

Представники ТДАТУ  
Завідувач кафедри «ТСТТ»:

Р.В. Скляр

Доцент кафедри «ТСТТ»:

Д.О. Мілько

Завідувач лабораторії кафедри «ТСТТ»:

С.М. Григоренко

Представники  
ТОВ «АГРОДОМ»

Головний інженер:

А.В. Борщоговський

Головний агроном:

А.Л. Бартошик

Агроном:

С.М. Сінопольський



## ДОДАТОК М

## Акт про проведення виробничих випробувань

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Ректор ТДАТУ  
 проф. Кюрчев В.М.  
 «25» 09 2015 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ  
 ФГ «Альфа-Юг»  
 Голова ФГ  
 Харитонов В.І.  
 « » 2015 р.



## АКТ

## про проведення виробничих випробувань

Ми, що підписалися нижче, голова ФГ «Альфа-Юг» (Запорізька обл., Чернігівський р-н, с. Богданівка, вул. Трудова, 30) Харитонов В.І. головний зоотехнік Петров П. Г., головний інженер Самохін В. П., завідуючий кафедрою технічних систем та технологій тваринництва Таврійського державного агротехнологічного університету (ТДАТУ), доцент, к.т.н. Склад Р.В., доцент, к.т.н. Мілько Д.О., завідувач лабораторією, інженер Григоренко С.М., склали цей акт про те, що на базі ФГ «Альфа-Юг» були проведені експериментальні дослідження процесу закладання рослинної сировини на зберігання на технологічній лінії ущільнення рослинної сировини із продуктивністю 0,23 до 0,47 т/год. Під час наробітки у продовж двох тижнів було закладено понад 15 т рослинної сировини, в роботі обладнання відмов та перебоїв не спостерігалось. Дослідження проводились у червні 2015 року.

Отримані у процесі заготівлі корми мали кінцеву щільність на рівні 820 – 980 кг/м<sup>3</sup> та поживну цінність на 5-7% вищу у порівнянні з кормами, що використовувались у господарстві на момент перевірки. При згодовуванні кормів спостерігалось зменшення залишків корму на 7-10%, що свідчить про покращену поїдаємість у порівнянні із кормом, заготовленим за попередньою технологією.

Використання запропонованої технологічної лінії буде сприяти підвищенню економічної ефективності виробництва молока за рахунок збільшення продуктивності тварин та зниження експлуатаційних витрат на заготівлю та зберігання консервованих кормів.



Дійсний акт не є документом для отримання матеріального або будь-якого іншого виду винагороди, а є лише документом, що підтверджує факт проведення дослідницьких робіт на території ФГ «Альфа-Юг».

Представники ТДАТУ  
 Завідувач кафедри «ТСТТ»: Р.В. Склад  
 Доцент кафедри «ТСТТ»: Д.О. Мілько  
 Завідувач лабораторії кафедри «ТСТТ»: С.М. Григоренко

Представники  
 ФГ «Альфа-Юг»  
 Головний зоотехнік:  
 підпис П.І.Б.  
 Головний інженер:  
 підпис П.І.Б.

## ДОДАТОК Н

## Акт упровадження результатів науково-дослідницьких, дослідно-конструкторських та технологічних робіт

|  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">ЗАТВЕРДЖУЮ</p> <p style="text-align: center;">Ректор Таврійського державного<br/>агротехнологічного університету</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">   <p style="text-align: center;">проф. Кюрчев В.М.<br/>(прізвище, ім'я, по батькові)</p> </div> <p style="text-align: right;">_____ 201_ р.</p>   | <p style="text-align: center;">ЗАТВЕРДЖУЮ</p> <p style="text-align: center;">Директор<br/>ТОВ "НВО"Укрхімпроммаш"</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">   <p style="text-align: center;">Скляр О.І.<br/>(прізвище, ім'я, по батькові)</p> </div> <p style="text-align: right;">« _____ » _____ 201_ р.</p> |
| <h3 style="margin: 0;">АКТ</h3> <p style="margin: 0;"><b>упровадження результатів науково-дослідницьких,<br/>дослідно-конструкторських та технологічних робіт</b></p> <p style="margin: 0;">« _____ » _____ 201_ р.</p>  |   |
| <p>Ми, що підписалися нижче, представники Таврійського державного агротехнологічного університету (ТДАТУ): <u>Скляр Р.В. – доцент, к.т.н., завідувач кафедри технічних систем та технологій тваринництва;</u> <u>Мілько Д.О. – доцент, к.т.н.; Григоренко С.М. – завідувач лабораторією.</u><br/>(прізвище, ім'я, по батькові, посада)</p> <p>Та представники ТОВ "НВО"Укрхімпроммаш"<br/>(м. Мелітополь) <u>Провирекова О.І.</u> - директор;<br/>(прізвище, ім'я, по батькові, посада)</p> <p><u>Черкашин А.С.</u> - начальник технічного відділу; :<br/>(прізвище, ім'я, по батькові, посада)</p> <p><u>Волков А.В.</u> - головний інженер<br/>(прізвище, ім'я, по батькові, посада)</p> <p>склали даний акт про те, <u>що результати науково-технічної програми ТДАТУ на 2011-2015 роки ( № ДР 0111U002546 ) "Розробити науково-методичні основи та обґрунтувати параметри біотехнічної системи виробництва молока",</u><br/><u>передані ТОВ "НВО "Укрхімпроммаш" з метою їх використання при розробці нових зразків технологічних ліній та комплексів для заготівлі та зберігання рослинної сировини кормового призначення.</u><br/>(найменування організації, підприємства, установи)</p> <p>Передано: <u>пакет документів щодо механізації технологічних процесів заготівлі та зберігання рослинної сировини, методів використання фізико-механічних властивостей рослинної сировини, алгоритм підбору оптимальних конструктивно – технологічних показників запропонованого обладнання, проект технічного рішення поточної технологічної лінії закладання рослинної сировини в безстінні сховища на тривале зберігання із внесенням сипкого консерванту.</u><br/>(найменування машин, процесу, пристрою)</p> |   |



Від упровадження планується отримати ефект:

- підвищення конкурентоспроможності ТОВ "НВО"Укрхімпроммаш" за рахунок розширення номенклатури продукції та послуг;
- зниження витрат на проектні роботи: модульна будова технологічного обладнання та їх систем керування дозволяє уніфікувати процедуру узгодження існуючого обладнання замовника з продукцією виробника та інтегруватись до діючої системи керування; упровадження результатів досліджень робить можливим отримання експериментальних даних, з метою виконання наукових досліджень або удосконалення методів проектування, без зупинки виробництва;
- використання інновацій сприятиме впровадженню сучасних технологій заготівлі та зберігання рослинної сировини та виробництва кормів у галузі сільського господарства, що позиціонується як прогресивні методи ведення господарства.

Пропозиції до подальшого упровадження результатів роботи:

- ринок збуту запропонованого проекту охоплює господарства, які використовують застаріле технологічне обладнання і мають технічні засоби, які обмежують функціональність сучасних засобів механізації (аналіз сучасного стану обладнання, прогнозування роботи підприємства, звітність), а ті господарства, які використовують елементи технологічної лінії закордонного виробництва не завжди у повному обсязі освоюють їх технологічний та сервісний потенціал.
- маркетингова діяльність може реалізовуватись за такими напрямками: обґрунтування удосконалення технологічного процесу; реалізація алгоритму підбору оптимальних конструктивно-технологічних показників; реалізація техніко-технологічної системи кормозабезпечення сільськогосподарських підприємств молочного напрямку; тестування та упровадження алгоритмів оцінки параметрів технологічного обладнання та поточного стану технічного комплексу для заготівлі та зберігання рослинної сировини; пропозиції щодо блочної реалізації розробленої технологічної лінії (типи пресових та дозуючих механізмів, орієнтовна вартість обладнання).

Термін окупності капітальних вкладень залежить від умов економічної діяльності замовника, напрямку використання кормів, рівня розвитку виробничого процесу та використання інформації.

Представники ТДАТУ  
  
 В.Т. Надикто  
  
 Р.В. Скляр  
  
 Д.О. Мілько  
  
 С.М. Григоренко

Представники  
 ТОВ "НВО"Укрхімпроммаш"  
  
 Начальник технічного відділу  
 Черкашин А.С.  
 Головний інженер  
 Волкод А.В.  


## ДОДАТОК О

## Акти впровадження у навчальний процес

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з ННР

к.т.н.

О.П. Ломейко

М.П.



2015р.

## АКТ АПРОВАДЖЕННЯ

В навчальний процес винаходу,  
Захищеного патентом України на винахід.

Назва винаходу: Бункерний віброушільнювач  
Патент № 95768, UA  
опубл. 12.01.2015, Біол. №1.

Винахід використано в матеріалах лекцій з дисципліни  
«Моделювання технологічних процесів в АПК»,  
для студентів спеціальності:  
8.100102 03 "Механізація сільського господарства"

Автор винаходу

Д. О. Мілько

Н. І. Болтянська

В.о. завідувача кафедри «ТСТТ»,  
к.т.н., доцент

Б. В. Болтянський

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з ННР

К.Т.Н.

М.П.



О.Н. Ломейко

2015р.

## АКТ АПРОВАДЖЕННЯ

В навчальний процес винаходу,  
Захищеного патентом України на винахід.

Назва винаходу: Самозавантажувальний кормороздавач  
Патент № 90743, UA  
опубл. 25.05.2010, Бюл. №10.

Винахід використано в матеріалах лекцій з дисципліни  
«Обґрунтування технологічних процесів в тваринництві»,  
для студентів спеціальності:

8.100102 03 "Механізація сільського господарства"

Автор винаходу

Д. О. Мілько

Б.В.Болтянський

В.о. завідувача кафедри «ТСТТ»,  
к.т.н., доцент

Б.В.Болтянський



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з ЦПР



О.П. Ломейко

2015р.

**АКТ АПРОВАДЖЕННЯ**  
В навчальній процес винаходу,  
Захищеного патентом України на корисну модель.

Назва винаходу: Спосіб консервування рослинної сировини.

Патент № 98162, UA

опубл. 27.04.2015, Бюл. №8.

Винахід використано в матеріалах лекцій з дисципліни  
«Наукові комунікації», для студентів спеціальності:  
8.100102 03 "Механізація сільського господарства"

Автор винаходу

Д. О. Мілько

В.о. завідувача кафедри «ТСТГ»,  
к.т.н., доцент

Б. В. Болтянський