

УДК 631.354

СХЕМОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ І ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ СТАЦІОНАРНОГО АГРЕГАТУ ДОРОбКИ ОЧОСАНОВОГО ВОРОХУ ЗЕРНОВИХ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Леженкін О.М., д.т.н. (РФ)

Таврійський державний агротехнологічний університет

тел. (0619) 42-68-74

Анотація – в статті приводиться технологічна схема та опис робочого процесу стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових, а також розглядається методика його розрахунку.

Ключові слова – очесаний ворох, стаціонарний агрегат, горохоочисник, сепарація, кормові брикети.

Постановка проблеми. В результаті впливу очосуючих робочих органів на рослину отримується ворох, який представляє собою суміш зерна, обірваних колосків (мітелок) і грубих соломистих домішок. Для отримання кінцевого продукту – зерна і кормових брикетів встає проблема доопрацювання очосаного вороху.

Аналіз публікацій. Розробці стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових присвячені дослідження лабораторії збиральних машин МІМСГ (ТДАТУ) [1, 2, 3].

Подальшим розвитком досліджень [1, 2, 3] стосовно до умов фермерських господарств присвячені роботи [4, 5, 6]. Ідея отримання в результаті доробки очосаного вороху одночасно зерна і кормових брикетів описана в патенті [7].

Постановка завдання. З метою підвищення ефективності функціонування стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових за рахунок розширення його можливостей потрібно розробити технологічну схему і методику розрахунку агрегату, який дозволяє в процесі перетворення вихідного матеріалу мати в якості кінцевого продукту зерно і кормові брикети.

Основна частина. Як вказувалося вище, очесаний ворох зернових і зернобобових культур складається, головним чином, із трьох компонентів - вільного зерна, обірваних колосків (мітелок), для зернобобових - стручків, і соломистих домішок, причому, вільного зерна втримується більше 60%. Виходячи з вище наведених фактів,

найбільш доцільним на першому етапі доробки очосаного вороху, є виділення вільного зерна.

Оскільки зерно за своїми розмірами значно відрізняється від соломистої фракції й обірваних колосків (мітелок), то найбільш доцільно їх розділяти за розмірними ознаками.

Аналіз методів і засобів розподілу сильнозабрудненого зернового вороху дає підставу для використання циліндричних решіт із зовнішньою робочою поверхнею (скальператорів) [8, 9].

Циліндричні решета із зовнішньою робочою поверхнею дозволяють розділяти очосаний ворох за розмірними ознаками на дві фракції - вільне зерно й грубі соломисті домішки (солома) з обірваними колосками (мітелками). Подальший етап доробки другої фракції полягає в приготуванні кормових брикетів.

Технологічна схема доробки очосаного вороху наведена на рис. 1.

Стаціонарний агрегат доробки очосаного вороху (рис. 1) складається із двох технологічних ліній: лінії виділення вільного зерна й лінії готування кормових брикетів.

Лінія виділення вільного зерна з очосаного вороху містить у собі бункер 1, циліндричні решета 2 і 3 із зовнішньою робочою поверхнею, ротаційну 4 і пасивну 5 очисні щітки, живлючий 9 і дозуючий 10 транспортери, вібрлоток 6 з ексцентриковим приводом 7 і зерновий шнек 8.

На підставі аналізу джерел [10, 11, 12, 13, 14, 7], а також проведених польових експериментальних досліджень було розроблено технологічну схему лінії приготування кормових брикетів (рис. 1). Лінія приготування кормових брикетів складається з бункера-живильника 13 (для цього можна використовувати бункер, що випускається серійно, живильник БДК-Ф-70-20), подрібнювача грубих кормів 17 (ИГК-30Б), циклона 19 з шлюзовим затвором 20, стрічкового транспортера 21, змішувача 22, живильника 23, преса 24, транспортерів 25 і 26, охолоджувача 27 і вентиляторів 28 і 29.

Робочий процес агрегату протікає таким чином. Оchosаний ворох, що поступає з поля, із причепа вивантажується в бункер 1, за допомогою живильного транспортера 9 він переміщається до дозуючого транспортера 10 і рівномірним потоком надходить на вібрлоток 6.

Вібрлоток призначений для попередньої сепарації очосаного вороху. У міру переміщення по поверхні вібрлотка відбувається перерозподіл фракційного складу очосаного вороху. Внаслідок вібрації вільне зерно переміщається долілиць, а великі соломисті домішки й обірвані колоски (мітелки) виявляються вгорі. Вібрлоток

частково розвантажує циліндричне решето 2, тому що на ньому відбувається перерозподіл компонентів очосаного вороху.

Сегрегирований потік очосаного вороху надходить на робочу поверхню циліндричного решета 2. Вільне зерно, дрібні домішки й незначна частина соломистих домішок ідуть проходом через осередки барабана, а великі соломисті домішки, обірвані колоски (мітелки), що не пройшли через осередки решета 2 знімаються ротаційною очисною щіткою 4 і подаються в бункер-живильник 13. Проходова фракція по напрямних лотках 11 і 12 надходить на друге циліндричне решето 3. Циліндричні решета 2 і 3 розрізняються розмірами отворів. На решеті 2 отвори більшого розміру, вони дозволяють збільшити його пропускну здатність, однак разом із зерном у прохід іде частина соломистих домішок. Для виділення цих домішок встановлюється друге циліндричне решето 3, на якому отвори меншого розміру, ніж на першому. На другому решеті зерно із дрібними домішками йде проходом, а соломисті домішки - сходом. Для знімання соломистих домішок встановлюється пасивна очисна щітка 5.

Виділене вільне зерно виводиться шнеком 8. Надалі зерно надходить на попереднє очищення, для чого доцільніше всього використовувати ворохоочисник ОВС-25.

Другим етапом доробки очосаного вороху є приготування кормових брикетів зі сходової з решіт фракції. Технологічний процес приготування кормових брикетів полягає в наступному. Поступаюча у бункер 13 із циліндричних решіт друга фракція, що включає в себе грубі соломисті домішки й обірвані колоски (мітелки), за допомогою живильного транспортера 14 переміщаються до дозуючого транспортера 15 і дозованим рівномірним потоком подається на стрічковий транспортер 16, що транспортує її в подрібнювач 17. В подрібнювачі за рахунок впливу робочих органів, що надійшов матеріал подрібнюється на частки розмірами 10...30 мм із розщепленням стебел уздовж волокон. Подрібнений продукт відводиться по трубі 18 повітряним потоком у циклон 19. Через шлюзовий затвор 20 подрібнений матеріал надходить із циклона 19 на стрічковий транспортер 21, що завантажує змішувач 22. У змішувачі відбувається перемішування й зволоження подрібненого матеріалу. Для одержання якісних кормових брикетів їх збагачують карбамідом, мелясою або лугом. Підготовлений водяний розчин карбаміду, меляси або лугу вводиться в змішувач 22 форсунками системи подачі води. У змішувачі 22 компоненти ретельно перемішуються й живильником 23 подаються в прес 24. У пресі корм продавлюється вальцями через отвори кільцевої матриці. Прес дозволяє одержувати кормові брикети розмірами 35x35 мм.

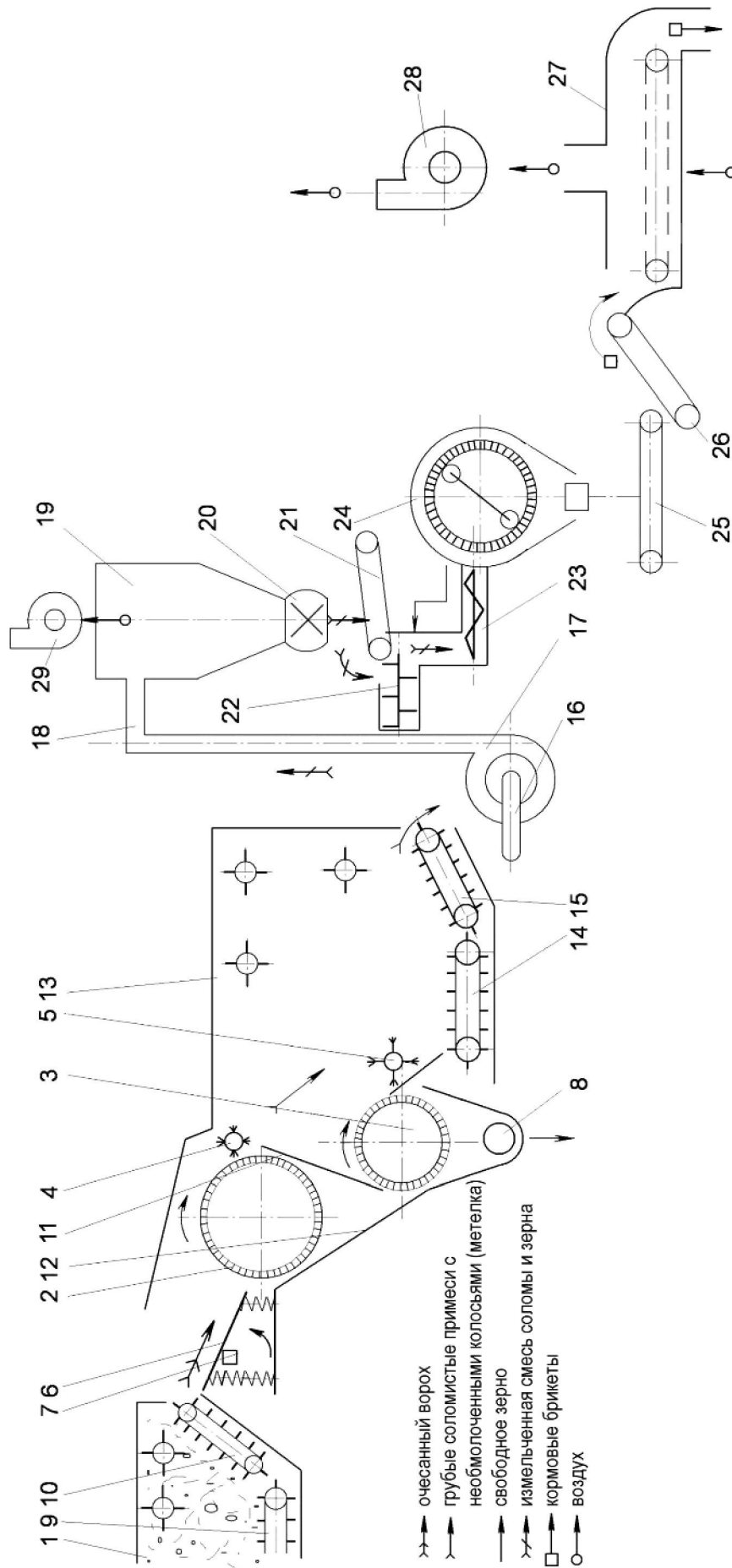


Рис. 1. Технологічна схема стаціонарного агрегату доробки очосаного вороха

Готові брикети із преса за допомогою стрічкових транспортерів 25 і 26 направляються в охолоджувач 27, звідки вони надходять на зберігання.

Розглянемо методику розрахунку продуктивності ворохоочисника. Сепарація є першою операцією в загальному технологічному ланцюзі дробки очосаного вороху, і тому від роботи ворохоочисника залежить функціонування всієї технологічної лінії стаціонарного агрегату.

Продуктивність сепараторів вороху визначиться з виразу:

$$q_c = \frac{G_{\max} - G_H}{T_M - T_H}, \quad (1)$$

де G_{\max} - кількість максимального добового постачання вороху, т;

G_H - кількість вороху, що поступило за час роботи з недовантаженням, т;

T_M - тривалість роботи ворохоочисника в годинах (в добу);

T_H - тривалість добової роботи машин з недовантаженням, год.

Для визначення G_H і T_H використовуються залежності [15]:

$$G_K = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} T \bar{g}_m \hat{O}(t) - T G_m \varphi(t) \right]_{t_m}^{t_1}, \quad (2)$$

$$T_K = \frac{1}{4} T [\hat{O}(t_1) - \hat{O}(t_m)]$$

де $\Phi(t)$ - табличний інтеграл ймовірностей;

$\varphi(t)$ - нормована функція щільності ймовірностей;

\bar{g}_m - середньогодинне постачання вороху в день максимального постачання, т/год;

σ_m - середньоквадратичне відхилення постачання очосаного вороху в день максимального постачання, т/год;

t_m - нормоване відхилення, що відповідає мінімальному годинному постачанню вороху;

t_1 - нормоване відхилення, що відповідає постачанню вороху, що дорівнює розрахованій продуктивності машини.

Нормовані відхилення визначаються за формулами [16]:

$$t_m = \frac{(g_m)_{\min} - \bar{g}_m}{\sigma_m}, \quad (3)$$

$$t = \frac{q_m - \bar{q}_m}{\sigma_m}.$$

Розрахунок продуктивності проводиться способом послідовних наближень, повторюючи процес розрахунку t_1, T_K, G_K , причому при розрахунку величини t_1 підставляється наближене значення q_c^n :

$$q_c^n \approx \frac{G_M}{T_M}. \quad (4)$$

Даний метод визначення продуктивності дещо громіздкий. Можна використовувати інший метод, якщо прийняти, що в денні години постачання вороху на доробку змінюється незначно, в утрішні години постачання зростає від нуля рівномірно до денного максимуму. Такий процес добре описується β -розподілом, при визначених значеннях параметрів форми γ і η [16].

Щільність β -розподілу, визначена в інтервалі (0,1) має вигляд - [16]:

$$f(x, \gamma, \eta) = \begin{cases} \frac{\tilde{A}(\gamma + \eta)}{\tilde{A}(\gamma) \cdot \tilde{A}(\eta)} x^{\gamma-1} (1-x)^{\eta-1}, & (5) \\ 0 \leq x \leq 1; & 0 < \gamma; & 0 < \eta. \end{cases}$$

Інтегральна функція β -розподілу описується наступним рівнянням та умовами [16]:

$$F(x, \gamma, \eta) = \begin{cases} x < 0 \\ \frac{\tilde{A}(\gamma + \eta)}{\tilde{A}(\gamma) \cdot \tilde{A}(\eta)} \int_0^x t^{\gamma-1} (1-t)^{\eta-1} dt, & 0 \leq x \leq 1 \\ x > 1 \end{cases} \quad (6)$$

де 1 – оціночне значення.

На рис. 2 представлений графік щільності розподілу при параметрах форми в межах $2 > \eta > 1, 2 > \gamma > 1$.

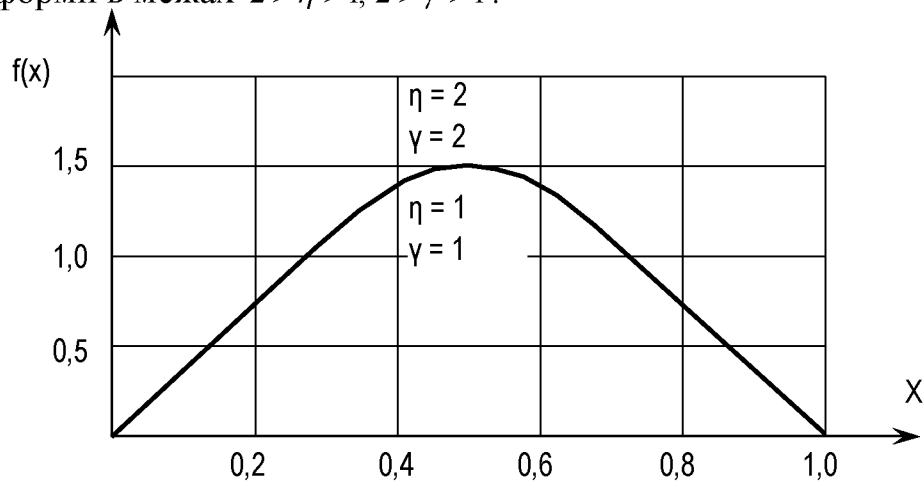


Рис. 2. Щільність розподілу денного постачання вороху на доробку

Якщо вважати, що площа під трапецією (рис. 3), у відповідному масштабі, дорівнює добовому надходженню вороху на стаціонарний пункт, а висота трапеції відповідає надходженню вороху в денний час, то одержимо вираз для визначення продуктивності сепаратора вороху:

$$q_c = \frac{q_n}{b} \left[T_p - \sqrt{T_p^2 - 2b(T_i - b)} \right], \quad (7)$$

де T_{Π} – час постачання очосаного вороху на стаціонарний пункт в добу, год.;

T_p – час роботи сепаратора вороху, год;

b – час, протягом якого постачання вороху на пункт зростає від 0 до величини постачання в денні години;

q_n - постачання вороху в денний час, т/год.

Вираз (7) дає можливість визначити необхідну продуктивність, що повинен мати сепаратор очосаного вороху.

Якщо розглядати технологічний процес сепаратора очосаного вороху, то подачу очосаної маси на робочу поверхню першого циліндричного решета можна представити як суму подач зерносомистої маси $q_{зс}$ й вільного зерна $q_{сз}$:

$$q_c = q_{зс} + q_{сз} \quad (8)$$

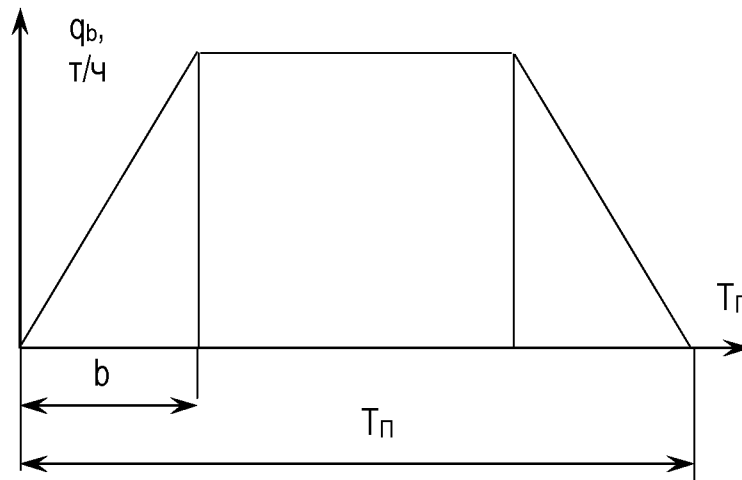


Рис. 3. Апроксимований β -розподіл, у якого щільність графічно представлена рівносторонньою трапецією

Так як основним фактором, що визначає роботу сепараторів, є ймовірність сепарації вороху $P_n(t)$, то продуктивність по вільному зерну $q'_{сз}$:

$$q'_{сз} = q_{\tilde{нс}} \cdot P_n(t) \quad (9)$$

а кількість залишевшогося вільного зерна в масі після першого решета:

$$q''_{сз} = q_{\tilde{нс}} [1 - P_n(t)] \quad (10)$$

На ґрунті проведених досліджень [9] ймовірність виділення вільного зерна з вороха на першому решеті складає 0,8...0,85. Використання вібротка вивільняє роботу решета, так як попередньо розділяє крупні домішки від вільного зерна, тому на 10...15% зменшується кількість вільного зерна в сходовій фракції. Таким чином, ймовірність виділення вільного зерна першим решетом складає 0,9...0,95, значить, для приготування кормових брикетів поступить маса, в якій міститься:

$$q'' = 0,1 \cdot q_{\tilde{нс}} + q_{\tilde{нс}} \quad (11)$$

Друге решето очищає проходову фракцію першого решета. Зерно, яке проходить крізь ячейки другого решета йде на подальшу очистку, а сходова фракція йде на приготування кормових брикетів.

Таким чином, на приготування брикетів поступає маса:

$$q_a = q_a - 0,9 \cdot q_{\tilde{нс}}, \quad (12)$$

де q_6 - подача матеріалу для приготування кормових брикетів;

q_v - подача очосаного вороха на ворохоочисник.

Продуктивність ворохоочисника можна визначити з співвідношення:

$$q_c = L \cdot q, \text{ кг/с} \quad (13)$$

де L – довжина решета, м;

q – питома продуктивність, кг/с·м.

Експериментальними дослідженнями [9] встановлено, що питома продуктивність скальператорних робочих органів при сепарації очосаного вороху складає 6,5...7 кг/с·м.

Висновки. В результаті проведених досліджень розроблена технологічна схема агрегату доробки очосаного вороху і отримані залежності для розрахунку його технологічного процесу.

Література

1. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Цыбульников В.Н. - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1986. – 79 с.
2. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Данченко Н.Н. - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1987. – 82 с.
3. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Шабанов - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1988. – 44 с.
4. *Леженкин А.Н.* Перспективная технология уборки зерновых для фермерских и крестьянских хозяйств Юга Украины /А.Н.Леженкин /Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: междунар.науч.конф. – Ярославль, 2003. – Ч.III. – С. 28-29.
5. *Леженкин А.Н.* Уборка зерновых методом очеса /А.Н.Леженкин //Сел.механизатор. – 2004. - №11. – С.27.
6. *Кушнарев А.С.* Энергосберегающая технология уборки зерновых для фермерских и крестьянских хозяйств /А.С.Кушнарев, А.Н.Леженкин //Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса и семян трав /ТГАТА. – Мелитополь, 2003. – С. 17-21.
7. Пат.20841 Україна, МПК А01D41/08. Спосіб збирання зернових культур /О.М.Леженкін (Україна). - №U200609091: под..16.08.2006, надр.15.02.2007, бюл.№2.

8. *Леженкин А.Н.* Повышение эффективности работы ворохоочистителя за счет интенсификации его технологического процесса. Дисс...канд.техн.наук /А.Н.Леженкин. – Л., 1989. – 215 с.
9. *Аблогин Н.Н.* Обоснование технологической схемы и параметров устройства для сепарации очесанного вороха риса. Дис...канд.техн.наук / Н.Н.Аблогин. – Мелитополь, 19997. 215 с.
10. *Кулаковский И.В.* Машины и оборудование для приготовления кормов: Справочник / И.В.Кулаковский. – М.: Россельхозиздат, 1987-19688, Ч.1. – 285 с., Ч2 – 285 с.
11. *Ясенецкий В.А.* Индустриальная технология кормопроизводства / В.А. Ясенецкий, В.Я. Осыпак. – К.: Урожай, 1984. - 216 с.
12. *Кукта Г.М.* Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М.Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 302 с.
13. *Сеньков А.Н.* Технология приготовления, хранения и оценки качества кормов: Учебное пособие / А.Н.Сеньков, И.И.Сиряк. – К.: Вища школа, 1990. – 168 с.
14. *Кучикскас З.М.* Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М.Кучикскас, В.И.Особов, Ю.Л.Фреггер. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
15. *Хан Г.* Статистические модели в инженерных задачах / Г.Хан, С.Шапиро. – М.: Мир, 1969. – 397 с.
16. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО АГРЕГАТА ДОРАБОТКИ ОЧЕСАННОГО ВОРОХА ЗЕРНОВЫХ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Леженкин О.М.

Аннотация - в статье приводится технологическая схема и описание рабочего процесса стационарного агрегата доработки очесанного вороха зерновых, а также рассматривается методика его расчета.

SHEMOTENICHESKY DECISIONS AND BASES OF CALCULATION OF THE STATIONARY UNIT OF COMPLETION OF LOTS GRAIN FOR FARMS

O. Legenkin

Summary

In article the technological scheme and the description of working process of the stationary unit of completion lots grain is resulted, and also the technique of its calculation is considered.