

культивации, посева, образования гребней и прикатывания, что позволит сократить эксплуатационные затраты на посев пропашных культур.

В основе предлагаемого способа принят прием высева семян сеялкой-культиватором с комбинированными сошниками (рисунок 1). При данном способе предпосевная культивация, высев семян и прикатывание посевов с образованием гребня проводят одним агрегатом, что сокращает количество проходов агрегатов по полю.

Способ посева пропашных культур осуществляется следующим образом. При движении сеялки-культиватора комбинированный сошник и стрельчатые лапы, установленные с перекрытием величиной 2...3 см, рыхлят почву и подрезают сорняки. При этом комбинированные сошники высевают семена на влажное уплотненное ложе, образуют над высеянными семенами бугорок почвы и уплотняют его, формируя гребень почвы высотой 6...8 см.

При осуществлении предлагаемого способа посева в сравнении с традиционным способом посева в гребни, осуществляемого за несколько технологических проходов агрегата, улучшаются тепловой, водный и воздушный режимы, что способствует более быстрому развитию растений. При этом полевая всхожесть растений увеличивается до 20...30 %.

Для реализации предлагаемого способа нами разработан агрегируемый с сеялкой-культиватором комбинированный сошник (рисунок 1).

УДК 631:362.7

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ЗЕРНА В УСТАНОВКЕ КОНТАКТНОГО ТИПА ENERGY CONSUMPTION REDUCTION ON GRAIN DRYING IN CONTACT DRYER

В.И. Курдюмов, И.Н. Зозуля, А.А. Павлушин
V.I. Kurdyumov, I.N. Zozulya, A.A. Pavlushin
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk state agricultural academy

Importance of the grain drying at process production and conversion agricultural products has been motivated. Contact grain dryer has been offered.

Some calculations on determination of the energy consumption of grain drying have been brought, as well as methods of their reduction have been intended.

Важнейшее место в обеспечении сохранности собираемого урожая, а также доведении его до товарной кондиции принадлежит послеуборочной обработке зерна, особенно сушке. Сушка зерна - энергозатратная технологическая операция, поэтому создание энергосберегающих установок для выполнения этого процесса является актуальной задачей.

Предложена установка для сушки зерна (рисунок) на основе комбинированного подвода теплоты к обрабатываемому зерну [1].

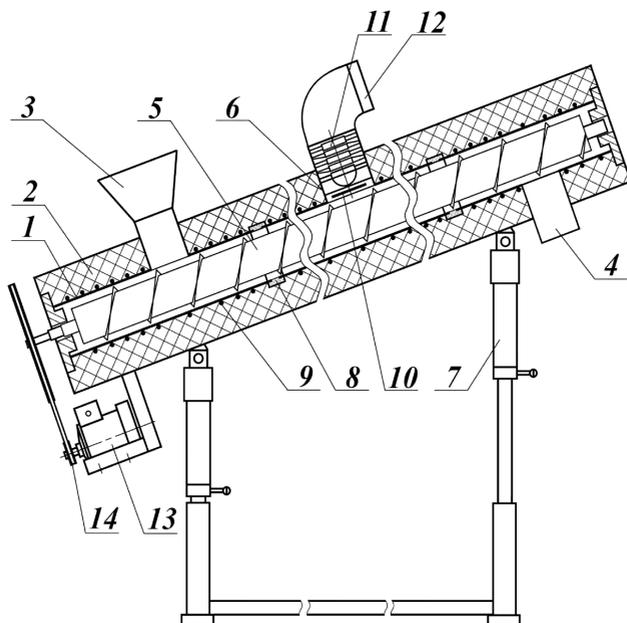


Рис. Установка для сушки зерна:

1 – кожух; 2 – слой теплоизолирующего материала; 3 – загрузочный бункер; 4 – выгрузное окно; 5 – транспортирующий рабочий орган; 6 – воздуховод; 7 – винтовые опоры; 8 – разделительное кольцо, 9, 10 – нагревательные элементы; 11 – вентилятор; 12 – патрубок; 13 – двигатель; 14 – ременная передача

Мощность, необходимая для обеспечения процесса сушки зерна в предлагаемой установке, затрачивается на:

- вращение вала шнека, перемещающего зерно от загрузочного бункера к выгрузному окну;

- нагрев цилиндрического кожуха шнека;

- привод вентилятора, установленного в воздуховоде установки;

- нагрев воздуха, подаваемого вентилятором внутрь кожуха.

Мощность, необходимая для вращения шнека, затрачивается на:

- преодоление сил инерции, возникающих при изменении скорости движения зерна (в момент загрузки);

- преодоление силы трения зерна о внутреннюю поверхность кожуха;

- перемещение зерна вдоль оси винта и преодоление силы трения зерна о винтовую поверхность шнека.

Мощность, Вт, затрачиваемая на преодоление сил инерции в момент загрузки зерна в установку,

$$N_{01} = 0,278Qv_a^2,$$

где Q - пропускная способность установки, т/ч; v_a - абсолютная скорость перемещения зерна, м/с.

Мощность, Вт, на преодоление трения груза о внутреннюю поверхность кожуха

$$N_{02} = F_{\kappa}v_a,$$

где F_{κ} - сила трения зерна о поверхность кожуха, Н.

Сила трения зерна о поверхность кожуха, Н,

$$F_{\kappa} = f_2(P_c + G \cos \beta \cos \varphi),$$

где f_2 - коэффициент трения зерна о стенку кожуха; P_c - центробежная сила, Н; G - вес зерна, находящегося в установке, Н; φ - угол отклонения частицы при вращении шнека с постоянной угловой скоростью ω , с⁻¹.

Центробежная сила, Н,

$$P_c = \frac{G\omega^2 D_0}{2g}.$$

Вес зерна, Н, находящегося в установке,

$$G = \frac{QLg}{3,6v_{1cp}},$$

где ω - угловая скорость абсолютного вращательного движения зерна в установке, с⁻¹; D_0 - средний диаметр кольцевого зазора между валом и кожухом шнека, м; L - рабочая длина шнека, м; v_{1cp} - средняя осевая скорость движения зерна в установке, м/с.

Угловая скорость абсолютного вращательного движения и средняя осевая скорость зерна в установке соответственно:

$$\omega = \frac{v_2}{R} = \omega_0 - \frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_a \cos \beta}{R} = \frac{\omega_0 \sin \alpha \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \text{ с}^{-1};$$

$$v_1 = \frac{Q}{900\pi(D^2 - d^2)\psi\gamma_0 c_0} \text{ м/с},$$

где α - угол подъема винтовой линии шнека, град.; Q - пропускная способность сушильной установки, т/ч; D - диаметр шнека, м; d - диаметр вала шнека, м; ψ - коэффициент заполнения межвиткового пространства; γ - насыпная плотность обрабатываемого зерна, кг/м³; c_0 - коэффициент осыпания

зерна через зазоры между кромкой шнека и внутренней поверхностью кожуха.

Мощность, Вт, затрачиваемая на перемещение зерна вдоль оси винта и преодоление трения зерна о винтовую поверхность шнека,

$$N_{03} = \frac{P'_0 D_0 (\omega_0 - \omega)}{2} + \frac{P''_0 D (\omega_0 - \omega)}{2},$$

где P'_0 - движущая сила, касательная к окружности, проходящей через центр давления зерна на винтовую поверхность, Н;

P''_0 - окружная сила на наружной кромке винта, Н.

Силы P_0 , Н, определяют, исходя из теории движения тела по наклонной плоскости:

$$P'_0 = G \sin \beta \cdot \operatorname{tg}(\alpha_0 + \rho_1);$$

$$P''_0 = F_k \sin \theta \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho_1),$$

где $\alpha_0 = \operatorname{arctg}(S/\pi D_0)$ - угол подъема винтовой линии, проходящей через центр давления зерна на винтовую поверхность шнека, град; θ - угол подъема траектории движения зерна в установке, град; ρ_1 - угол трения частицы о поверхность витка шнека, град.

При определении мощности двигателя установки необходимо учесть:

- защемление и дробление зерна в зазорах между наружной кромкой шнека и внутренней поверхностью кожуха;
- трение в подшипниках вала;
- трение в передаточном механизме;
- возможность пуска установки под нагрузкой после вынужденной остановки двигателя.

Мощность, Вт, требуемая на привод вала шнека,

$$N_0 = \frac{(N_{01} + N_{02} + N_{03})k_0}{\eta_n},$$

где k_0 - коэффициент, учитывающий защемление и дробление зерна; η_n - КПД подшипников качения вала шнека.

Мощность, Вт, снимаемая с вала двигателя,

$$N_1 = k_1 \frac{N_0}{\eta_m}, \quad (1)$$

где k_1 - коэффициент запаса мощности; η_m - КПД трансмиссии.

Мощность, Вт, затрачиваемая на нагрев кожуха установки, определяется мощностью, потребляемой нагревательными элементами:

$$(2) \quad N_2 = \sum UJ ,$$

где U – напряжение, В; J – сила тока, А.

Вентилятор, перемещающий определенное количество воздуха L , развивает полное давление H , потребляя при этом мощность N .

Не вся энергия, расходуемая на вращение рабочего колеса вентилятора, передается перемещаемому воздуху. Часть энергии теряется на преодоление внутренних потерь в вентиляторе, а также на потери в приводе вентилятора.

Мощность, Вт, потребляемая вентилятором, установленным в воздухопроводе установки,

$$N_3 = \frac{LH}{\eta_\varepsilon \eta_n} , \quad (3)$$

где L – подача вентилятора, м³/с; H – напор, создаваемый вентилятором, Па; η_ε – коэффициент полезного действия (КПД) вентилятора; η_n – КПД привода.

Мощность, Вт, потребляемая нагревательным элементом, установленным в воздухопроводе,

$$N_4 = \frac{c\rho L(T_{\text{вых}} - T_{\text{нар}})}{\eta} , \quad (4)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С); ρ – плотность воздуха, кг/м³; L – количество нагреваемого воздуха, м³/ч; $T_{\text{вых}}$ – температура воздуха на выходе из нагревательного элемента, °С; $T_{\text{нар}}$ – температура наружного воздуха (на входе в нагревательный элемент), °С; η – КПД нагревательного элемента.

Из формул (1 - 4) можно определить суммарную мощность, Вт, затрачиваемую на процесс сушки зерна в установке:

$$N = k_1 \frac{N_0}{\eta_m} + \sum UI + \frac{LH}{\eta_\varepsilon \eta_n} + \frac{c\rho L(T_{\text{вых}} - T_{\text{нар}})}{\eta} . \quad (5)$$

Из уравнения (5) следует, что все затраты мощности постоянны, кроме мощности, затрачиваемой на нагрев кожуха.

Таким образом, изменяя напряжение и силу тока и определяя оптимальные их значения, мы можем добиться снижения энергетических затрат на процесс сушки зерна при обеспечении требуемого качества готового продукта.

Литература:

1. Патент № 75233 РФ. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, И.Н. Зозуля; опубл. 27.07.2008 г., Бюл. № 21.