

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУЙНОГО РАСПЫЛИВАНИЯ В ПРОТРАВЛИВАТЕЛЕ

Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А.

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина» Ульяновск,
e-mail: isurmi@yandex.ru

В спирально-винтовом протравливателе при определенном давлении в гидравлической системе и установившемся истечении жидкости через отверстие средняя скорость в сжатом сечении струи по уравнению Бернулли равна:

$$v = \varphi \sqrt{2 \Delta p / \rho}, \quad (1)$$

где $\varphi = 1 / \sqrt{\alpha + \zeta}$ – безразмерный коэффициент скорости; α – коэффициент кинетической энергии в сжатом сечении струи; ζ – коэффициент сопротивления отверстия, выражающий потерю напора при истечении в долях скоростного напора струи, подсчитанного по средней скорости; Δp – перепад давления (напор истечения); ρ – плотность жидкости, кг/м³ [1].

Расход жидкости через отверстие

$$Q = \mu F_0 \sqrt{2 \Delta p / \rho}, \quad (2)$$

где $\mu = \varepsilon \varphi$ – коэффициент расхода.

Значения коэффициентов истечения круглого малого отверстия зависят от формы его кромок, условий подтока жидкости к отверстию и числа Рейнольдса:

$$Re = (d_0 \sqrt{2 \Delta p / \rho}) / \nu; \quad (3)$$

где ν – кинематическая вязкость жидкости.

Для малых отверстий других форм при больших Re значения коэффициента расхода можно принимать равными $\mu = 0,6$.

Распад жидкостных струй в значительной мере определяется формой струи, которая у струйных форсунок зависит от формы соплового канала.

Для определения условий перехода к режиму распыливания можно воспользоваться эмпирическим соотношением, предложенным в работе [2]:

$$Re_{\kappa} = 16,2 L p^{0,434} \left(\rho_{\text{жс}} / \rho_{\text{г}} \right)^{-0,525}.$$

Так, при сравнительно невысоких скоростях истечения до 20 м/с можно воспользоваться зависимостью:

$$d_{\kappa} = \delta / 0,11 Re^{-0,34},$$

где δ – толщина пленки, закон изменения которой с изменением расстояния от начала координат r определяется отношением: $\delta = k_{\text{г}} / r$, где $k_{\text{г}}$ – коэффициент, зависящий от отношения длины щели b_0 к ее ширине h_0 [3].

Для определения толщины пленки Струевич Н.Н. получил формулу:

$$\delta = \left(d_c \left(1 - \sqrt{1 - \mu \cos(\beta / 2)} \right) \right) / 2 \cos(\beta / 2),$$

где β – угол распыливания, град; d_c – диаметр сопла, м.

Для описания контура пленки и определения угла α_0 уравнения:

$$2r / \psi = 1 - \cos(\alpha - \alpha_0) + 3 \cos(\alpha - \alpha_0)^2, \\ \alpha_0 = \pi / 2 - G / 2 \omega k_{\text{г}},$$

где $\psi = 0,5 \rho_{\text{жс}} \omega^2 k_{\text{г}}$; $\omega = \mu \sqrt{2 \Delta p / \rho_{\text{жс}}}$ – скорость жидкости в пленке вдоль любой линии

тока. Тогда $2a = b_0 \operatorname{tg} \alpha_0$. Длину не распавшегося участка пленки $l = r^2 / k_{\text{г}}$ определяют по уравнениям:

$$\text{при } \rho_{\text{жс}} / \rho_{\text{г}} > 0,17 \cdot 10^3 \\ l = 9,73 \cdot 10^2 \left(\rho_{\text{жс}} / \rho_{\text{г}} \right)^{1,5} (We)^{-1},$$

где $We = \rho_{\text{жс}} \omega^2 \sqrt{k_{\text{г}}} / \sigma$

Проведя вычисления по вышеприведенным формулам для истечения из форсунки, используемой для распыливания протравливателя, получено, что средний диаметр капель равен 0,12 мм, а длина не распавшейся струи не превышает 2 см.

Зная значения подачи спирально-винтового транспортера семян в зависимости от частоты вращения спирального винта и подачу протравливателя через форсунку в зависимости от давления, создаваемого насосом в гидравлической системе, руководствуясь нормами расхода протравителя на тонну семенного материала, можно определить оптимальные характеристики спирально-винтового протравливателя.