

УДК 621.43

## ОСОБЕННОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ ФОРСУНОК

*Воронова А.А., студент 1 курса факультета агротехнологий,  
земельных ресурсов и пищевых производств*

*Научные руководители – Злобин В.А., кандидат технических  
наук, доцент;*

*Семашкин Н.М., кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** форсунка, распыление, жидкость, сила, капля, струя

*Работа посвящается разделению на этапы процесса истечения жидкости из форсунки. На первом этапе из сопла вытекает струя жидкости, которая постепенно удлиняется, достигая некоторого равновесного объема. На втором этапе капли начинают отрываться от конца струи в месте наибольшего сужения.*

Согласно приведенной классификации, в основу которой положен принцип действия, различают струнные, с соударением струй, ударно-струнные, центробежные, центробежно-струнные и комбинированные форсунки [3].

Все струйные форсунки предлагается разделить на четыре типа: с цилиндрическим, со щелевидным, с кольцевым сопловым каналом и с сопловым каналом в виде круговой прорези (рисунок 1) [2].

Процесс образования монодисперсных капель делится на два этапа [1]. На первом этапе из сопла вытекает струя жидкости, которая постепенно удлиняется, достигая некоторого равновесного объема  $V_p$ . На этом этапе действуют гидростатические силы  $F_p$ , силы поверхностного натяжения  $F_n$ , импульсный перенос (распределение скорости жидкости в сопловом канале принимается параболическим)  $F_m$ , силы сопротивления  $F_c$  и инерции  $F_u$ :

$$F_r = \pi d_k^2 g \Delta p (2 + 3 \cos \alpha - \cos^3 \alpha) / 12, \quad (1)$$

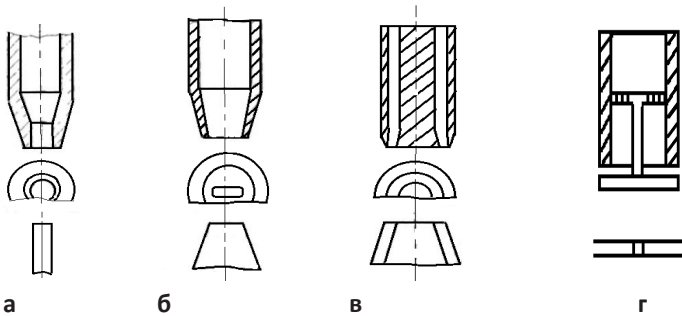


Рисунок 1 Формы сопловых каналов форсунок

- а — цилиндрическое сопло (цилиндрическая струя);  
 б — щелевидное сопло (плоская веерная струя); в — кольцевое сопло (полая коническая струя);  
 г — сопло в виде круговой прорези (радиально - расширяющаяся струя).

где  $d_k$  — диаметр капли, м;  $\alpha$  — угол отклонения оси струи от вертикали, град.

$$F_n = \pi \sigma d_c, \quad (2)$$

$$F_a = (\pi / 3) \rho \omega^2 d^2, \quad (3)$$

где  $\rho_{ж}$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega_c$  — скорость струи, м/с.

$$F_a = (\pi / 8) d_k^2 c_k \rho \omega^2, \quad (4)$$

где  $c_k$  — расход жидкости, м<sup>3</sup>/ч.

$$F_e = \frac{(\rho_a + 0,5\rho_a) G_a^2}{3\pi (6/\pi)^{\frac{2}{3}} V^{\frac{2}{3}}}. \quad (5)$$

где  $\rho_2$  — плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;  $G_{ж}$  — вес жидкости, Н;  $V$  — полный объем, м<sup>3</sup>.

Баланс сил, действующих на струю на первом этапе, определяется уравнением:

$$F_r + F_m = F_n + F_c + F_u \quad (6)$$

На втором этапе капли начинают отрываться от конца струи в месте наибольшего сужения. Диаметр сужения  $d_s$  уменьшается в соответ-

ствии с уравнением:

$$d_s = d_c \left( \frac{1 - \omega_e}{2\omega_{\bar{n}}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Тогда критерием отрыва в момент времени  $t = t_0$  будет  $d_s = Q$  или  $w_x = 2w_c$ . Силы, действующие на втором этапе на отделяющуюся частицу, записываются в виде следующих уравнений [4]:

$$F_i = \pi \sigma d_k, \quad (8)$$

$$F_a = \left( \frac{\pi}{8} \right) d_k^2 c_k \rho \left[ \omega + \frac{d}{dt} (dk) \right]^2, \quad (9)$$

$$F_m = \left( \frac{\pi}{4} \right) \rho_k (2\omega_{\bar{n}} - \omega)^2 d^2 \left( 1 - \frac{\omega_k}{2\omega_c} \right), \quad (10)$$

$$F_e = (\rho_e + 0,5\rho_{\bar{a}}) \left( V \frac{d\omega_k}{dt} + \omega_k \frac{dV}{dt} \right). \quad (11)$$

### Библиографический список

1. Исаев, Ю.М. Нестационарный процесс перемещения сыпучего материала в транспортерах / Ю.М.Исаев, Н.М.Семашкин, В.А. Злобин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. -№ 3. -С. 65-68.
2. Исаев, Ю.М. Гидравлическое струйное распыливание в протравливателе семян / Ю.М.Исаев, Н.М.Семашкин, В.А. Злобин // Современные тенденции в науке: Новый взгляд. – Тамбов.- 2011. – Часть 4.- С. 48-49.
3. Исаев, Ю.М. Расчет характеристик струйного распыливания в протравливателе семян / Ю.М.Исаев, Н.М.Семашкин, В.А. Злобин // Международный журнал экспериментального образования.–2014. –№8 (часть 3).- С. 97-98.
4. Изменение концентрации жидкости при центробежном фильтровании Ю.М.Исаев, Н.М.Семашкин, В.А.Злобин, И.И.Шигапов // Международный журнал экспериментального образования.–2015. – №11.- С. 81-82.

---

## FEATURES FLUID OUTFLOW FROM THE NOZZLES

Voronova A.A.

**Key words:** nozzle, spray, liquid, power, drop, jet

*The work is dedicated to the separation of the process steps expiration Jew-bones out of the nozzle. In the first stage nozzle of the fluid jet flows, which gradually elongates, reaching a certain equilibrium volume. At the second stage the drops begin to break away from the end of the jet in place of greatest contraction.*