

5. РАСЧЁТ ВАЛЬЦОВЫХ ПЛЮЩИЛОК ЗЕРНА

Кроме молотковых дробилок на практике для измельчения зерна часто применяют вальцовые станки и плющилки. Эти машины в качестве рабочих органов имеют одну или две пары одинакового или разного диаметра вальцов, вращающихся навстречу друг другу с различными или одинаковыми окружными скоростями. Отличительной особенностью вальцовых станков является наличие на наружной поверхности вальцов рифлей. Рифли характеризуются формой, уклоном, числом на единицу длины окружности вальца и углом резания (рис. 2.16).

Угол γ между гранями острия и спинки рифли называют углом заострения и принимают по стандарту равным 90° . Угол острия $\alpha = 20^\circ$ и угол спинки $\beta = 70^\circ$. Угол ψ между гранью рифли и касательной к цилиндру, проведённой через вершину рифли, условно называют углом резания. Обычно принимают $\psi = 90^\circ + \alpha$ или $\psi = 90^\circ + \beta$. Рифли на валец наносят под углом δ к образующей цилиндра.

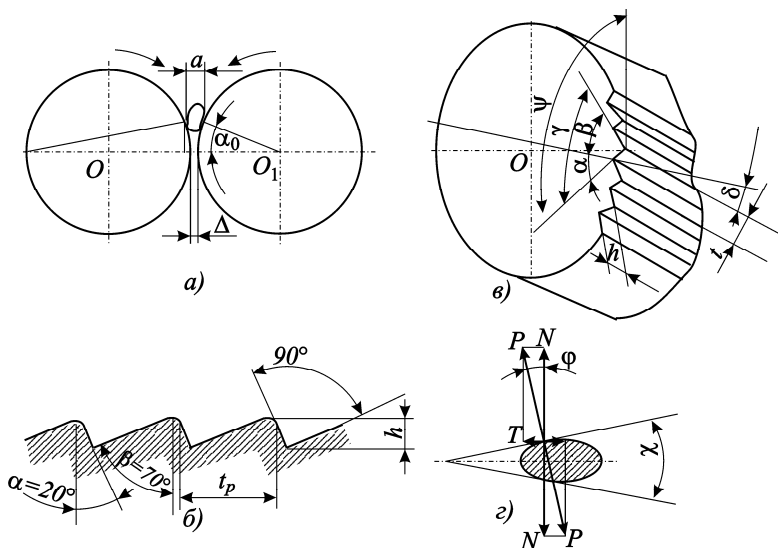


Рис. 2.16. Вальцовый измельчитель:

a – общая схема; б – в – соответственно профиль, форма и уклон рифлей

Шаг рифлей определяют по формуле

$$t_p = \frac{2h}{\sin 2\alpha}, \quad (2.36)$$

где h – высота рифлей, м.

На 1 см длины окружности вальцов для грубого помола число рифлей $n_p = 4...10$, а на вальцах для мелкого помола – 12...15. Наибольший захват или защемление материала между вальцами осуществляется при условии

$$\chi \leq 2\varphi, \quad (2.37)$$

где χ – угол защемления, град; φ – угол трения зерна о вальцы, град.

При выполнении условия (2.37) будет максимальная производительность вальцового станка.

Длина пути обработки зерна в зоне измельчения

$$l_{\text{п}} = \sqrt{R(a - \Delta)}, \quad (2.38)$$

где R – радиус вальца, м; a – толщина зерна, м; Δ – зазор между вальцами, м.

Число воздействий рифлей на измельчаемый материал (по П. А. Козьмину)

$$z_p = l_{\text{п}} n_p (k - 1), \quad (2.39)$$

где $k = v_{\text{об}}/v_{\text{мв}}$ – дифференциал скорости; $v_{\text{об}}$ – окружная скорость быстровращающегося вальца, м/с; $v_{\text{мв}}$ – окружная скорость медленновращающегося вальца, м/с.

Из формулы следует, что число воздействий рифлей на измельчаемый материал существенно зависит от дифференциала скорости k .

Конструктивные схемы рабочих органов плющилок показаны на рис. 2.17. По расположению вальцов плющилки бывают с внешним и внутренним контактами рабочих поверхностей. При внешнем контакте рабочих поверхностей вальцы вращаются навстречу один другому, затягивают в зазор зерно и раздавливают его. При внутреннем контакте рабочих поверхностей внешний барабан и внутренний валец вращаются в одну сторону, что обеспечивает лучшие условия захвата материала.

Наименьший диаметр вальца плющилки определяют исходя из условий захвата материала:

$$D_{\text{min}} = \frac{d_3 - \Delta}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 - f^2}}}, \quad (2.40)$$

где $d_3 = 2r_3$ – толщина зерна, м; r_3 – радиус зерна, м; Δ – зазор между вальцами, м; f – коэффициент трения зерна о вальцы (см. прил. В).

Производительность плющилки

$$Q_{\text{п}} = \Delta L v \gamma_3 \varphi_3, \quad (2.41)$$

где L – длина вальцов, м; v – средняя скорость прохождения зерна в зазоре между вальцами, м/с; γ_3 – объёмная масса зерна, кг/м³; φ_3 – коэффициент, учитывающий степень заполнения материалом зоны измельчения.

Производительность вальцовых станков

$$Q_{\text{п}} = (\Delta + h) L \gamma v_{\text{ср}} \varphi_3, \quad (2.42)$$

где h – высота рифлей, м; $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость прохождения продукта между вальцами, равная половине суммы окружных скоростей вальцов, м/с.

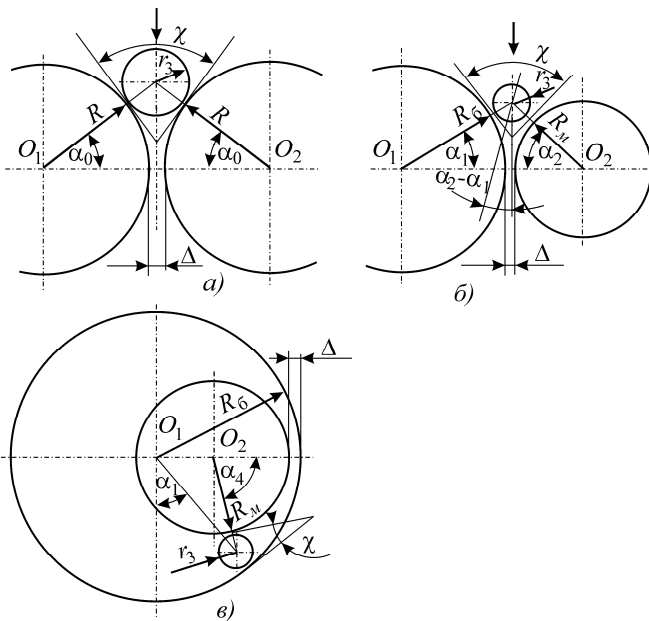


Рис. 2.17. Конструктивные схемы плющилок с внешним (а, б) и внутренним (в) контактами рабочих поверхностей

Мощность, Вт, расходуемая на плющение материала,

$$N_{\text{п}} = \sigma LR\chi v_{\text{в}} \left(f + \frac{3}{8} \chi \right), \quad (2.43)$$

где σ – разрушающее напряжение, Па; R – радиус вальца, м; $v_{\text{в}}$ – окружная скорость вальца, м/с; χ – угол захвата вальцов, рад.

Производительность плющилки и энергоёмкость процесса плющения зависят от влажности измельчаемого зерна. По данным Ф. С. Колесникова, при малых значениях влажности зерна производительность плющилки и энергоёмкость процесса плющения выше.

При воздействии на зерно теплотой, давлением, электрическим током либо их сочетанием в определённых режимах в нём происходят сложные структурно-механические изменения, позволяющие повысить эффективность использования питательных веществ животными. Способы обработки зерна: влаготепловой с плющением, экструзией; электрогидротермический и баротермический. Практическое применение нашли первые два. Основным показателем качества обработки зерна при этом считается степень желатинизации крахмала.

Влаго-тепловая обработка зерна с последующим плющением способствует улучшению вкусовых качеств и поедаемости кормов, повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов в зерне злаковых и бобовых культур, позволяет инактивировать антипитательные вещества и очищать заплесневелые зерна от неблагоприятной микрофлоры.

Влаготепловую обработку зерна производят в запарниках порционного или непрерывного действия вводом пара в зерновой слой через специальные распределители.

Наиболее эффективна обработка зерна в паровом эжекторе, где процесс протекает быстрее, чем в слое, за счёт более эффективной отдачи теплоты паром каждому отдельному зерну. Этот способ влаготепловой обработки зерна до плющения используют в агрегатах типа ПЗ-3 и ПЗ-8 для приготовления хлопьев из зерна на корм животным, что значительно сокращает время его обработки (зерна) в пропаривателе, улучшает равномерность прогрева массы и качество получаемых хлопьев при уменьшении массы оборудования.

Плющение зерна, как правило, осуществляют на плющилках, имеющих внешний или внутренний контакт поверхностей. Наиболее просты по устройству плющилки с внешним контактом рабочих поверхностей, которые работают в составе агрегатов ПЗ-3, ПЗ-3А, ПЗ-3-П, ПЗ-8.