

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А. С. Ковалев

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель С. И. Кирилук

Состояние и уровень развития животноводства находятся в непосредственной зависимости от кормопроизводства, от объема и качества заготавливаемых кормов. Для создания прочной кормовой базы необходимы современные кормоуборочные машины, передовые технологии заготовки и хранения кормов. В нашей стране используют силос и его разновидность – силаж, сенаж, зеленый корм, сено различной влажности в измельченном и неизмельченном виде и др. Подавляющую часть (72–75 %) занимают измельченные корма, получаемые с помощью комбайнов.

Появление новых, более перспективных технологий заготовки кормов и особенно силоса предопределило развитие конструкций кормоуборочных комбайнов. Сжатые сроки уборки (до 10 дней) и высокая степень измельчения позволяют заго-

товить корм высокого качества. Основная культура для заготовки силоса – кукуруза. Наилучшее его качество обеспечивает уборка растений в фазе восковой спелости зерна (влажность 65 %). В этом случае при силосовании в траншеях не вытекает сок и создаются наиболее благоприятные условия для деятельности молочно-кислых бактерий, благотворно влияющих на пищеварение животных. Сроки прохождения фазы восковой спелости колеблются от 8 до 14 дней. Уборка в более ранние фазы вегетации приводит к недобору 16–39 % кормовых единиц, в более поздние – к снижению качества корма и уменьшению на 5–6 % сухого вещества.

Кроме того, необходимо выполнение агротехнических требований по качеству измельчения растительной массы: отрезки стеблей до 10 мм должны составлять не менее 75 %, а частицы дробленых зерен не крупнее 5 мм – не менее 95 %. Только в этом случае обеспечивается полная поедаемость силоса.

Для выполнения вышеизложенных процедур необходимы значительные затраты мощности. В настоящее время все производители сельскохозяйственной техники работают над тем, чтобы уменьшить энергоемкость технологического процесса и, как следствие, увеличить производительность выпускаемой продукции.

Рассмотрим несколько примеров из опыта работы зарубежных производителей.

Компания «Ростсельмаш» (Россия) и ее кормоуборочный комбайн RSM1401 (рис. 1).

Форма компонентов технологического тракта на комбайне RSM-1401 позволяет двигаться измельченному продукту с минимальным изменением направления движения, что снижает затраты энергии на транспортировку продукта. Предусмотрена возможность установки в транспортный канал доизмельчающего устройства вальцового типа (два вращающихся с разной скоростью навстречу друг другу вальца).

Для выполнения стабильного протекания технологического процесса и, как следствие, получения отменного корма каждая последующая операция в кормоуборочном комбайне должна происходить с большей линейной скоростью, чем предыдущая.

Применен ускоритель, лопасти которого расположены под углом к продольной оси барабана, что позволяет направлять массу к центру поворотного устройства с минимальными затратами энергии и получением плотного потока измельченной массы на выходе из силосопровода – более плотное и равномерное заполнение транспортных средств.

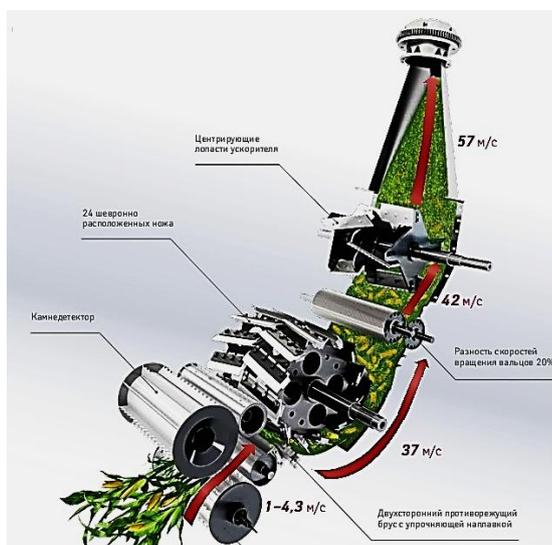


Рис. 1. Технологический процесс комбайна RSM-1401

Компания John Deere (США). Кормоуборочный комбайн серии 7080. Кормоуборочные комбайны серии 7080 обеспечивают плавный равномерный поток растительной массы к измельчающему барабану, а затем деликатно направляют измельченный материал с ускорением по направляющим в силосопровод, из которого масса быстро и точно попадает в прицеп или трейлер. На серии 7080 измельчающий барабан DuraDrum (рис. 2) с многочисленными ножами сконструирован для равномерного распределения измельченной массы по всей ширине рабочего потока. Он не только гарантирует использование полной рабочей ширины зернового процессора при уборке кукурузы, но также позволяет материалу равномерно поступать в силосопровод. Это одна из причин того, почему кормоуборочные комбайны John Deere являются такими экономичными по расходу топлива.

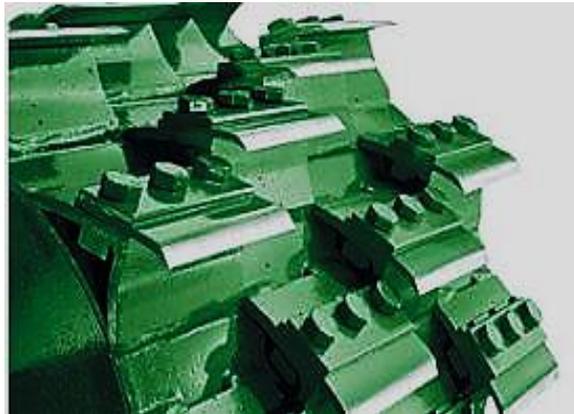


Рис. 2. Ножи на барабане DuraDrum

Рассмотрим пример отечественной кормоуборочной техники на примере кормоуборочного комплекса КВК-800, выпускаемого ПО «Гомсельмаш».

Рассмотрим схему измельчающего аппарата комбайна КВК-800 (рис. 3). Растительная масса до выхода в силосопровод из измельчающего барабана проходит путь BC . При прохождении этого пути затрачивается работа на преодоление силы трения между металлом подбарабанья и растительной массой. Если уменьшить этот путь, то затраты энергии на прохождение этого пути будут снижены и, следовательно, энергоёмкость процесса подачи измельченной массы будет уменьшена. Сокращение пути массы можно получить путем уменьшения угла Ψ (рис. 3).

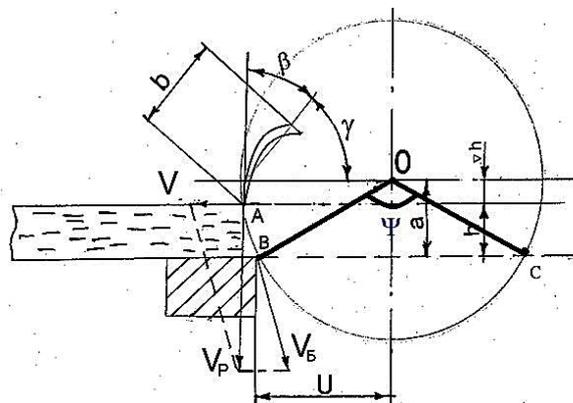


Рис. 3. Схема работы измельчающего барабана кормоуборочного комбайна

Сила трения растительной массы о дно подбарабанья равна:

$$F_{\text{тр}} = (ma + mg)f.$$

Центростремительное ускорение, действующее на растительную массу, равно:

$$a = \omega^2 r = \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \frac{D}{2},$$

где ω – частота вращения измельчающего барабана; D – диаметр барабана.

Тогда сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \left(m \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \frac{D}{2} + mg \right) f.$$

Работа сил трения равна:

$$A = F_{\text{тр}} S,$$

где S – путь пройденный растительной массой, он равен:

$$S = \frac{\pi r \Psi}{180},$$

где Ψ – угол прохождения растительной массы по подбарабанью.

Мощность, затрачиваемая на протаскивание растительной массы по подбарабанью:

$$N_{\text{тр}} = A\omega, \text{ или } N_{\text{тр}} = \frac{\pi r \Psi}{180} \omega.$$

Очевидно, мощность прямо пропорционально связана с углом Ψ и при уменьшении угла уменьшается мощность, затрачиваемая на трение.

Угол $\Psi = 115^\circ$. При уменьшении угла на 10° технологический процесс не нарушается, но уменьшаются затраты мощности на трение.

$$\frac{N'_{\text{тр}}}{N_{\text{тр}}} = \frac{\Psi'}{\Psi} = \frac{115^\circ - 10^\circ}{115^\circ} = 0,91.$$

Таким образом, в процентном соотношении имеем экономию мощности, затрачиваемую на трение:

$$\Delta = (1 - 0,91) 100 \% = 9 \%.$$