

# АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ АППАРАТОВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

**К. М. Михайлов**

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

Научный руководитель П. Н. Богданович

Совершенствованию конструкций измельчающих аппаратов кормоуборочных комбайнов посвящено большое количество работ.

Режущие аппараты, работающие по принципу резания лезвием, классифицируются:

– по характеру (виду) рабочего движения ножей режущих аппаратов: с вращательным, возвратно-поступательным, колебательным и поступательным движением ножей;

– по виду резания: нормального, наклонного и скользящего резания;

– по виду поверхности следа лезвия: плоскость или цилиндрическая поверхность;

– в зависимости от направления реакции противорежущего подпора относительно режущей кромки: с нормальным и наклонным подпором;

– в зависимости от вида подпора: лезвием; пластиной; поверхностью; материалом; аэрогидродинамической; трением материала о поверхность, на которой он лежит; сопротивлением материала растяжению и гравитационный подпор;

– по характеру питания аппарата материалом: с непрерывным и с периодическим или порционным питанием;

– по способу отвода измельченного материала от режущего аппарата: механическим, пневматическими швырковым способами (т. е. энергией самих режущих ножей).

Наибольшее распространение в качестве измельчающих аппаратов кормоуборочных комбайнов получили рабочие органы, совершающие вращательное движение. Причем лезвия ножей таких аппаратов оставляют в пространстве след, который представляет собой плоскость или цилиндрическую поверхность, т. е. плоского или цилиндрического (барабанного) типа.

Согласно выполненным исследованиям наклонное резание ( $0 < \varepsilon < 2$ ) в энергетическом отношении более выгодно, чем нормальное, что соответствует общим закономерностям.

Результаты экспериментальных исследований ряда авторов показывают, что наименьшую величину удельная работа для различных материалов имеет в пределах значения угла скольжения  $\tau = 25\text{--}50^\circ$ , после чего происходит постепенно ускоряющееся увеличение удельной работы.

Плосковращательные аппараты позволяют достичь нормального и скользящего резания. Однако неравномерность нагрузки на вал диска плосковращательных аппаратов нормального резания и большинства аппаратов скользящего резания является их существенным недостатком, поэтому более широкое распространение нашли вращательно-цилиндрические режущие аппараты. Они имеют равномерную нагрузку на вал машины, нет уравновешенного маховика, относительно небольшие габаритные размеры при равной пропускной способности, также конструкция позволяет применять относительно несложные приспособления для дополнительного дробления зерен кукурузы. Поэтому в ряде случаев их применение становится не только предпочтительным, но и необходимым.

Однако не все разновидности вращательно-цилиндрических аппаратов одинаково распространены в практике. Так, почти не находят применения аппараты нормального и скользящего резания. Первые ввиду нерациональности процесса резания в них и в связи с неизбежным возникновением одновременной нагрузки по всей длине лезвия ножа, что в случае нарушения зазора между ножами и противорежущей пластиной (в меньшую сторону) приводит к разрушениям не только режущей пары, но и всей конструкции аппарата. Вторые, т. е. аппараты скользящего резания, не находят применения в связи с конструктивными сложностями, в то же время их функции могут быть выполнены другими, более рациональными рабочими органами.

В последнее время широкое применение нашли измельчающие аппараты со швыряющими ножами. Такие ножи выполняются в сечении с плавно изогнутой передней поверхностью, которая играет роль швыряющей лопатки.

Такие ножи имеют сложную форму: в поперечном сечении Г-образную или V-образную, в продольном – винтообразную. Угол наклона таких ножей позволяет использовать более рациональное наклонное резание и обеспечить равномерную нагрузку на барабан в период его работы.

Все это, а также высокая швыряющая способность, являются достоинствами такого барабана. Однако Г-образные ножи винтовой формы имеют и определенные недостатки.

Технология их изготовления сложнее, чем для плоских ножей. Расположение лезвий на консоли, обусловленное Г-образной формой ножей, снижает их стойкость к ударной деформации и разрушению. Наконец, износ лезвий таких ножей и, как следствие, многократная их заточка могут существенно изменить исходную рациональную форму лезвий. В последнее время все чаще применяют швыряющие барабаны с плоскими ножами, но со специальными подножевыми швыряющими лопатками.

По своим функциональным возможностям вращательно-цилиндрические аппараты бывают измельчающе-швыряющие и просто измельчающие. Первые выполняют совместно операции измельчения и швыряния, другие служат только для измельчения.

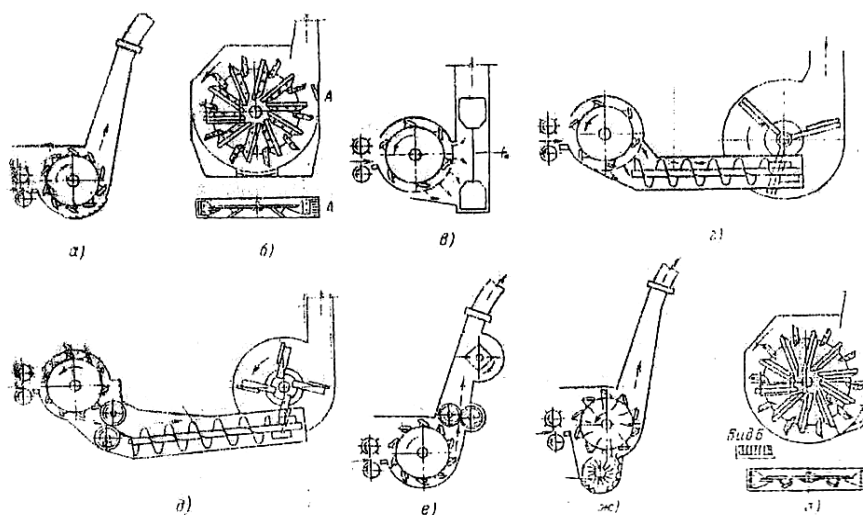
Швырялка размещена или непосредственно за измельчающим аппаратом (рис. 1, а) или в верхней части (рис. 1, б) выгрузного силосопровода (ускоритель выброса). Последнее решение позволяет понизить энергоемкость выгрузки измельченной массы, так как частицы корма во время измельчения получают определенный запас кинетической энергии, которая используется для транспортирования массы по силосопроводу.

лосопроводу. При размещении швырляки непосредственно за измельчающим аппаратом (аналогично сменному измельчающему аппарату КСК-600) происходит гашение накопленной частицами во время измельчения энергии, – в результате для транспортирования массы швырлякой расходуется больше энергии, чем при применении ускорителя выброса.

Наличие в комбайне дополнительного рабочего органа – ускорителя выброса – несколько усложняет его конструкцию, но вместе с тем дает ряд существенных преимуществ. Во-первых, упрощается конструкция измельчающего рабочего органа, предназначенного только для резания. Во-вторых, разделение двух процессов – резания и швырания – позволяет повысить качество их выполнения. В-третьих, повышается степень универсальности благодаря возможности оснащать аппарат сменными перфорированными рекаттерами или деками.

В связи с перечисленными преимуществами в настоящее время больше половины всех комбайнов (52 %) оборудовано вращательно-цилиндрическим аппаратом с ускорителем выброса.

Проведенные исследования показали, что даже при настройке питающе-измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна на минимальную длину резки (при скорости подачи растительной массы вальцами питающего аппарата 0,8 м/с, зазоре между лезвием ножа измельчающего барабана и кромкой противорежущего бруса 0,3–0,5 мм, остроте лезвия ножа 0,1 мм, полном комплекте ножей на измельчающем барабане комбайна КВК-250 – 10 шт., частота вращения измельчающего барабана – 110 мин<sup>-1</sup>, гладком поддоне измельчающего барабана) количество дробленых зерен кукурузы не превышало 50–55 %. Поэтому выпускаемые зарубежными фирмами кормоуборочные комбайны с целью повышения качества дробления зерна оборудуются различными доизмельчающими устройствами (рис. 1).



*Рис. 1. Устройства для измельчения зерен кукурузы:*  
*а* – рифленого рекаттера; *б* – швыряющих лопаток гребенчатого типа, отбойной гребенкой, установленной неподвижно, и рифленого рекаттера;  
*в, г* – перфорированного рекаттера и дополнительного устройства для транспортирования массы; *д, е* – двух вальцев для доизмельчения (вальцовдробилки), дополнительных устройств для транспортирования измельченной массы; *ж* – роторной дробилки; *з* – инерционно-возвратного поддона (Петли Кемпера)

Анализ литературных источников показывает, что продолжается поиск рациональных технологических схем и конструктивных решений устройств для измельчения зерен кукурузы.

На сегодняшний день ни одна из схем не удовлетворяет полностью предъявленным требованиям. Применение большинства из этих схем (рис. 1, *в–ж*) существенно усложняет конструкцию комбайна. Все схемы снижают его производительность. Так, при установке рекаттеров не только повышается на 25–30 % энергоемкость, но и снижается пропускная способность измельчающих аппаратов, в то время как качество дробления зерен кукурузы улучшается только на 12–15 %.

Вальцовые дробилки обеспечивают 100%-е дробление корма до необходимой степени. Но введение их в технологическую схему комбайна, несмотря на усложнение конструкции, может быть оправдано лишь при заготовке силоса и корнажа для свиней.

#### Л и т е р а т у р а

1. Алилуев, В. А. Техническая диагностика тракторов и сложных сельскохозяйственных машин на индустриальной основе : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Л., 1984. – 33 с.
2. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой [и др.] – М. : Машиностроение, 1978. – 328 с.
3. Власов, П. А. Надежность сельскохозяйственной техники / П. А. Власов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2001. – 124 с.
4. Волков, Ю. И. Справочник конструктора сельскохозяйственной техники / Ю. И. Волков. – М. : Машиностроение, 1962. – 574 с.
5. Ефаменко, В. И. Эффективность комплексной механизации и автоматизации / В. И. Ефаменко – М. : Экономика, 1983. – 328 с.
6. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. Т. 8. Эксплуатация и ремонт / под ред. В. И. Кузнецова и Е. Ю. Барзиловича. – М. : Машиностроение. – 320 с.
7. Прейсман, В. И. Основы надежности сельскохозяйственной техники / В. И. Прейсман. – Днепропетровск, 1972. – 174 с.
8. Турбин, Б. Г. Сельскохозяйственные машины / Б. Г. Турбин, А. Б. Лурьев, С. М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1967.