

УДК 631

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ С ДИСКОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Туманова Марина Ивановна  
к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 676 203

РИНЦ SPIN-код: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный университет,  
Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина 13*

Котелевская Елена Анатольевна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 788 241

РИНЦ SPIN-код: 6276-1524

9183119059@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный университет,  
Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина 13*

Данильченко Денис Николаевич

студент

redweek@bk.ru

*Кубанский государственный аграрный университет,  
Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина 13*

Кормление животных питательными и качественными грубыми кормами, гранулометрический состав которых отвечает зоотехническим требованиям, прошедшими измельчение для лучшей усвояемости, является залогом увеличения продуктивности животных. В статье рассматриваются существующие методы определения качества измельченных грубых частиц и влияние технологических параметров на энергетическую составляющую процесса измельчения кормов. Технологический процесс измельчения является одним из энергоемких при приготовлении грубых кормов, поэтому необходимы ресурсосберегающие технические средства. Предлагается конструктивно-технологическая схема измельчителя с дисковым рабочим органом. В статье также приведены теоретические и экспериментальные аспекты исследования оценки качественных показателей степени измельчения дисковым рабочим органом

Ключевые слова: СТЕПЕНЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПОВЕРХНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЯ, ОЦЕНКА, КАЧЕСТВО, ГРУБЫЕ КОРМА, ИССЛЕДОВАНИЯ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-177-017>

<http://ej.kubagro.ru/2022/03/pdf/17.pdf>

UDC 631

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization (Technical sciences)

**EVALUATION OF THE QUALITY INDICATORS OF THE SHREDDER WITH A DISK WORKING BODY**

Tumanova Marina Ivanovna  
Cand.Tech.Sci., docent

Scopus Author ID: 676 203

RSCI SPIN-code: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

*Kuban State Agrarian University,  
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia*

Kotelevskaya Elena Anatolyevna

Cand.Tech.Sci., docent

Scopus Author ID: 788 241

RSCI SPIN-code: 6276-1524

9183119059@mail.ru

*Kuban State Agrarian University,  
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia*

Danilchenko Denis Nikolaevich

student

redweek@bk.ru

*Kuban State Agrarian University,  
13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia*

Feeding animals with nutritious and high-quality roughage is the key to increasing animal productivity. The roughage is shredded for better digestibility, so the granulometric composition meets zootechnical requirements. The article discusses the existing methods for determining the quality of shredded coarse particles and the influence of technological parameters on the energy component of the roughage shredding process. The technological process of shredding is one of the most energy-intensive in the preparation of roughage, therefore resource-saving technical means are needed. The article gives a constructive-technological scheme of a shredder with a disk working body. The paper also presents theoretical and experimental aspects of the study of the evaluation of the qualitative indicators of shredding by a disk working body

Keywords: DEGREE OF SHREDDING, GRANULES METRIC COMPOSITION, SURFACE, TECHNOLOGY, EVALUATION, QUALITY, ROUGHAGE, RESEARCH

Интеграция и интенсификация производства продукции животноводства в условиях малых форм хозяйствования, таких как личные подсобные хозяйства, фермерские, по-прежнему уделено внимание в Государственной программе развития агропромышленного комплекса до 2030 года. Запланировано государственная поддержка в виде грантов для развития фермерских хозяйств их кредитование на закупку животных с высоким генетическим потенциалом. Мясное животноводство по выпуску продукции вышло на запланированный уровень, но показатели прироста незначительные.

Выращивание на откорм бычков для производства говядины – это задача, для решения которой, необходим генетический потенциал, качественные и питательные корма. В свиноводстве основополагающими задачами является соблюдение всех технологических процессов при производстве свинины, ветеринарно-санитарных правил для исключения массовым заболеванием животных. Ниже запланированного показателя, по итогам развития АПК в области животноводства, цифры по производству молока. Недостаток ресурсосберегающих технических средств в малых формах хозяйствования делают высоким использования ручного труда, что удорожает продукцию, снижает производительность труда.

Кормление животных высококачественными грубыми кормами, особенно в зимний период, имеет первостепенное значение для сохранения и повышения продуктивности животных. Обязательно должно присутствовать сено злаково-бобовое в рационе питания животных, которое богато протеинами, микроэлементами, клетчаткой. Клетчатка, содержащаяся в грубых кормах, является необходимым структурированным углеводом для рубцового пищеварения высокопродуктивных животных. В силу их физиологического строения, этого вида корма должны постоянно присутствовать в любое время года. Экспериментальные исследования ученых показали, что наиболее высокий

удой коров 23,0 кг молока наблюдали при гранулометрическом составе частиц грубых (соломенных) кормов равным 20-50 мм. Для лучшей усвояемости животными грубых кормов требуется измельчение материала, но технологический процесс измельчения трудоемкий и энергоемкий. Грубые корма (сено, солома), которые не прошли технологический процесс измельчения, они могут наматываться на рабочие органы технических средств, тем самым нарушая нормальный процесс. А также могут быть остатки различных металлических примесей и остатков почвы. Измельченные корма также лучше дозируются, хорошо смешиваются.

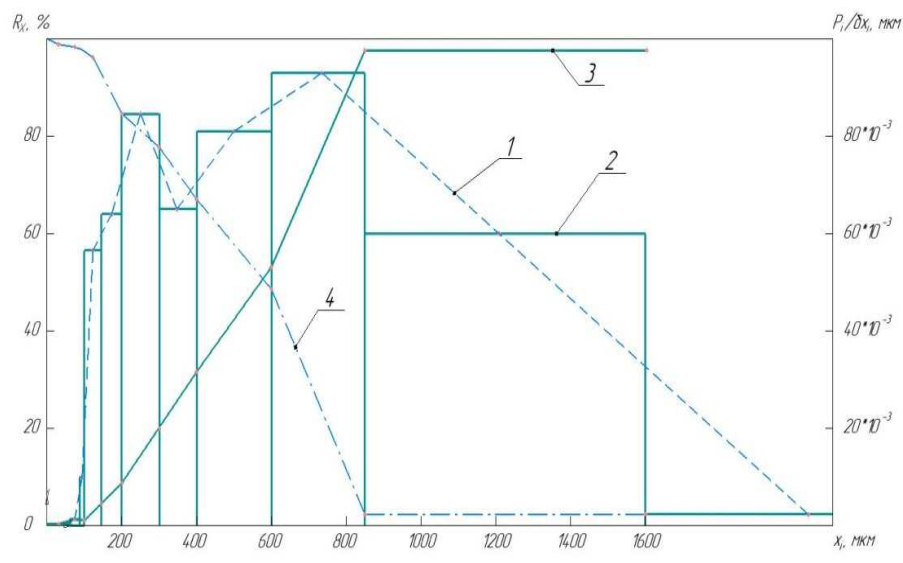
Особенно высока доля ручного труда в малых формах хозяйствования, отсутствует ресурсосберегающие технические средства для измельчения, дозирования и выдачи грубых кормов. Рабочими органами технических средств могут быть молотки, штифты, зубья, ножи. Ножевые рабочие органы измельчителей имеют низкую удельную энергоемкость, имеют возможность измельчать корма любой влажности, что особенно важно в условиях малых форм хозяйствования. Необходимо произвести оценку качественных показателей работы технического средства, а именно производительность и удельные энергозатраты, а также влияние технологических параметров на гранулометрический состав.

Заготовленное сено, которое используется в ходе испытания машины, получено путем машинного скашивания и спрессовано пресс-подборщиком в рулоны или тюки в соответствии с агротехническими сроками спелости. По цвету сено должно быть желтовато-зеленым, с приятным запахом не более 5% примеси сорных трав, с влажностью от 10 до 30%.

При использовании метода квартования для определения гранулометрического состава и средневзвешенной длины измельченного корма изготавливают сборный лоток. Измельченный продукт собирается при установившемся режиме рабочих органов. Пробы собираются по

методике ВИСХОМ. На измельченный продукт, распределяемый ровным слоем, накладывается сетка из 20...50 квадратов. Из этих квадратов отбирается 3...4 пробы с заранее предусмотренным объемом и затем результаты усредняются. Эти пробы помещаются в полиэтиленовые пакеты, снабженные бирками с указанием даты, номера опыта. Затем собранные пробы, с помощью ручной разборки, разбираются на фракции по длине частиц. Каждая из фракций взвешивается на весах а, затем средняя длина частиц, характеризующая степень измельчения, определяется среднеарифметической величиной вариационного ряда. Для оценки измельченного корма по однородности состава в соответствии с ОСТ 70.19.2–83 рассчитывается среднеквадратичное отклонение размера частиц и коэффициент вариации.

Характеристику распределения частиц по фракциям измельченного грубого корма дает гранулометрический состав. Существуют следующие анализы для определения: ситовый; седиментометрический; микроскопический. Для определения гранулометрического состава наибольшее распространение нашел метод ситового анализа. Его сущность, заключается в том, что навеска измельченного материала рассеивается, на ситах различных размеров. Сита устанавливаются в пакет снизу вверх от сит с мелкими размерами ячейки до крупных. По окончании отсева определяют массу остатков на всех ситах  $G_i$ , взвешиванием точно до сотых долей грамма. А частные остатки  $R_i$  определяют после взвешивания  $P_i$ » [1]. Графическое изображение гранулометрического состава продуктов измельчения грубого корма представлено на рисунке 1, также закон распределения размеров измельченных частиц можно представить в виде аналитических выражений.



1 - частная; 2 - гистограмма; 3 - суммарная «по минусу»; 4 - суммарная «по плюсу»

Помольная характеристика «по плюсу» или «по минусу» показывает соответственно количество частиц в пробе материала с размерами частиц крупнее или меньше данного размера.

Предлагается измельчитель грубых кормов с дисковым рабочим органом, который оснащен комбинированными режущими сегментами (рисунок 2). В цилиндрический, вертикально установленный бункер опускают рулон или тюк. Бункер имеет шнековую навивку для равномерного направления рулона на рабочие органы измельчителя.



Рисунок 2 – Измельчитель с дисковым рабочим органом

Взаимодействуя со шнековой навивкой, и под воздействием сил гравитации, тюк попадает на конусообразный рабочий орган измельчителя. Материал попадает на зубчатые измельчающие элементы Z и измельчающими двухплоскостными дугового профиля сегментами и происходит измельчение как вдоль, так и поперек волокон, а затем материал попадает в ромбообразные отверстия, а затем посредством лопастного колеса в выгрузной воздуховод.

Контроль изменения средневзвешенной длины фракции измельченного продукта осуществлялся путем разбора полученных порций корма свыше 20 мм вручную, а фракций от 2 до 20 мм на решетном классификаторе с последующим взвешиванием каждой фракции на весах марки «KERN» (рисунок 3 а, б).



а)



б)

Рисунок 3 - Контроль изменения средневзвешенной длины фракции измельченного продукта от 2 до 20 мм на решетном классификаторе



Рисунок 4 – Лоток



В специально изготовленный лоток (рисунок 4) в ходе испытания машины собиралась разовая выдача корма, а затем взвешивалась на весах марки «KERN».

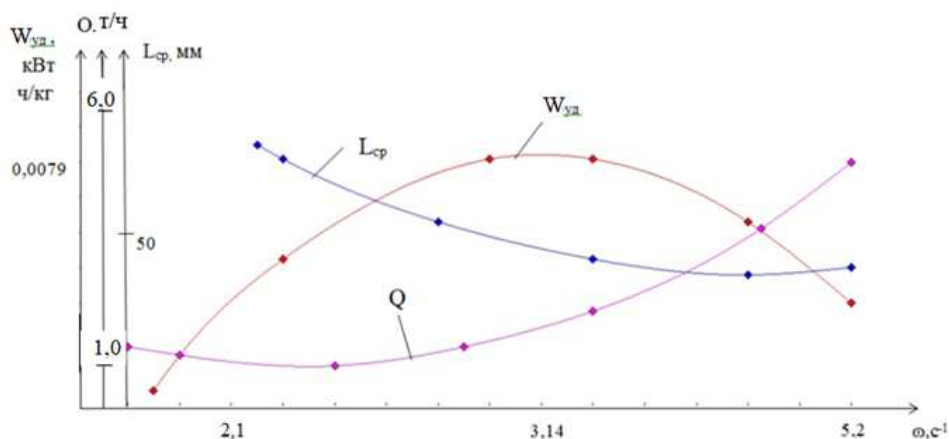


Рисунок 5 - График экспериментальных зависимостей средневзвешенной длины частиц, удельной энергоемкости, производительности от угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа

В результате проведенных экспериментальных исследований для оценки качественных показателей работы измельчителя был проведен графический анализ. При угловой скорости вращения  $\omega = 3,14 \text{ с}^{-1}$  и выше, средневзвешенная длина частиц составляет  $L_{cp} = 45 \text{ мм}$ , что соответствует зоотехническим требованиям.

Анализируя график (рисунок 6) экспериментальных зависимостей производительности  $Q$ , можно отметить, что при количестве измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов,  $n = 6$  значение  $Q = 1,1 \text{ т/ч}$ , при этом анализ зависимости средневзвешенной длины частиц  $L_{cp}$  показал, что  $L_{cp} = 50 \text{ мм}$  также при  $n=6$ , а зависимость удельной энергоемкости при количестве горизонтальных зубчатых сегментов,  $Z = 6$  показывает минимальное значение  $W_{уд} = 0,002 \text{ кВт ч/кг}$  ( $2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$ ), что согласуется с предыдущими графиками зависимостей.

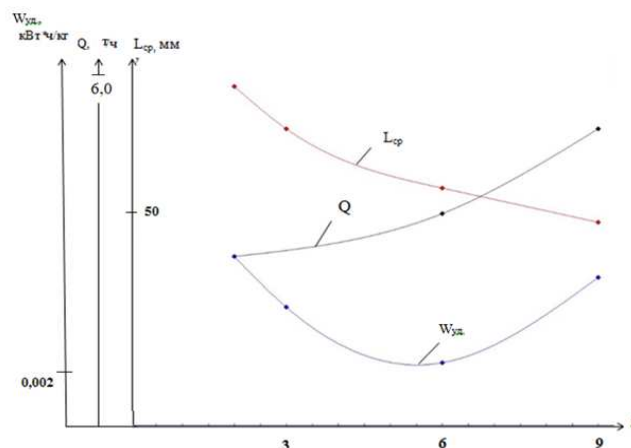


Рисунок 6 - График экспериментальных зависимостей средневзвешенной длины частиц, удельной энергоёмкости, производительности от количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов,  $n$

Таким образом, можно оценить энергетические показатели работы измельчителя и его производительность, являющиеся основными техническими характеристиками машины. Проведенные экспериментальные исследования технологического процесса измельчения, показали что технологические параметры измельчителя с дисковым рабочим органом на котором расположены комбинированные режущие сегменты, равные угловой скорости вращения  $3,14 \text{ с}^{-1}$  происходит снижение удельной энергоёмкости до 2 к Вт/ч, этот показатель значительно ниже по сравнению с показателем энергоёмкости стационарного измельчителя ИРР-1М. При этом получаем продукт заданного гранулометрического материала, который был определен с помощью ситового анализа, средневзвешенная длина частиц составляет 50 мм. По зоотехническим требованиям наилучшие показатели по усвояемости и скорости поедания измельченных грубых кормов для частиц должна составлять 20-50 мм.



**Список литературы:**

1.Алешкин В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. // М.: Колос. 1993. – С. – 319.

**References:**

1.Aleshkin V.R. Mehanizacija zhivotnovodstva / V.R. Aleshkin, P.M. Roshhin. // М.: Kolos. 1993. – S. – 319.