

УДК 631.363.23

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

REVIEW OF RESEARCHES INTO PROCESS OF ROOT CROPS GRINDING

С. Н. ШУХАНОВ, доктор технических наук, профессор

В. Д. КОВАЛИВНИЧ, ассистент

А. С. ДОРЖИЕВ, аспирант

А. И. МАРТЫНЕНКО, доцент

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ имени А.А. Ежевского

S. N. SUKHANOV, doctor of technical sciences, professor

V. D. KOVALIVNICH, assistant

A. S. DORZHIEV, post-graduate student

A. I. MARTYNENKO, assistant professor

FGBNU VO Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky

Дан обзор и анализ современных исследований процесса измельчения корнеплодов. Выявлены положительные и отрицательные свойства устройств для выполнения этих работ. Определены пути совершенствования рабочих органов и рабочего процесса, существующих аппаратов.

Ключевые слова: животные, питательные вещества, корнеплоды, измельчитель.

A review and analysis of modern researches of process of grinding of root crops shallow are given. Positive and negative properties of devices are educed for implementation of these works. The ways of perfection of working organs and working process, existent vehicles are revealed.

Key words: animals, nutritives, root crops, grinding down.

Для успешного развития агропромышленного комплекса необходимо создание технологий и средств механизации сельского хозяйства, отвечающих современным требованиям [1, 2, 3, 4].

Качество кормов, степень сбалансированности, а также рационы оказывают значительное влияние на продуктивность животных, а также на качество получаемой продукции [5, 8].

Известно, что животные активно усваивают питательные вещества в измельченном виде, так как в измельченных кормах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ [6].

Обзор исследований и анализ процесса резания корнеклубнеплодов

В зависимости от обрабатываемых кормов, технологии их приготовления, вида сельскохозяйственных животных применяют разные способы измельчения [7, 9].

Теория резания лезвием академика В. П. Горякина позволяет решать вопросы инженерного расчета машин, рабочим органом которых служит дисковый или барабанный режущий аппарат [48, 98].

Данная теория получила дальнейшее развитие в трудах академика В. А. Желиговского, профессора Н. Е. Резника.

Трение материалов о рабочие органы измельчающих аппаратов и ограждающие их поверхности существенно влияет на энергоемкость процесса резания. Исследования изменений коэффициентов трения кормов по различным поверхностям в зависимости от давления и скорости взаимного перемещения показывают, что при увеличении давления до 0,15 МПа коэффициент трения резко снижается до 0,1. При увеличении давления более 0,25 МПа коэффициент трения остается постоянным на уровне 0,07. Это обусловлено выделением клеточного сока, являющегося смазкой. Возможность выделения сока зависит от вида корнеплодов и его влажности. Поэтому необходимы дополнительные исследования для уточнения результатов, полученных В. С. Горюшинским.

Н. П. Аюгин установил, что в диапазоне скоростей резания от 3 до 10 м/с минимальное значение энергоемкости измельчения наблюдается при углах скольжения 30—35° [3].

Уменьшение угла скольжения приводит к увеличению усилий резания. При углах скольжения более 35° возрастает сила трения между фасками ножа и измельчаемым материалом.

Скорость рабочих органов — важный показатель, существенно влияющий на качество продукции и энергоемкость процесса. Исследования многих авторов показывают, что скорость рабочих органов при резании находятся в пределах от 1,2 до 25 м/с.

Так, Н. И. Резник установил, что в диапазоне скоростей от 12 до 30 м/с удельное сопротивление резанию уменьшается, хотя в некоторых работах утверждается, что с увеличением скорости резания удельный расход энергии увеличивается.

С увеличением скоростных характеристик рабочих органов возрастает количество частиц размером 5—10 мм (менее 5%), что приводит к переизмельчению готового продукта и увеличению потерь, связанных с соковыделением.

Указанное противоречие требует дополнительных исследований для определения оптимальных скоростных режимов разрабатываемых рабочих органов.

М. Н. Лазарев предложил обобщенный параметр оптимизации измельчения корнеклубнеплодов [1].

Производительность дисковых и барабанных корнерезок определяется выражением:

$$Q = Vnp,$$

где Q — производительность корнерезки, кг/с; V — объем продукта, отрезаемый ножами рабочего органа, м³; n — частота вращения рабочего органа, рад/с; p — насыпная плотность корнеплодов, кг/м³.

Для дисковой корнерезки со сплошным лезвием значение объема V можно определить:

$$V = \pi(R^2 - r^2)hzk_0k^1,$$

где R, r — радиусы круга, описываемого внешним и внутренним концами лезвия ножа, м; h — толщина отрезаемой стружки, м; z — число ножей, шт; k_0 — коэффициент использования длины ножей: для вертикально-дисковых корнерезок 0,3—0,4, для горизонтально-дисковых — 0,8; k^1 — коэффициент, учитывающий пустоты между частицами корма (0,6—0,7).

Мощность привода рабочего органа корнерезки расходуется на преодоление сил сопротивления резанию, сил трения между кормом и рабочими органами и сил сопротивления в передаточном механизме.

Г. П. Юхиным установлено, что удельная работа резания корнеплодов свеклы дисковым измельчающим аппаратом зависит от угла скользящего резания, скорости резания, температуры и описывается уравнениями:

$$A_{уд} = 2574,6 - 815,91t - 146,41\vartheta + 3,43\vartheta^2, \text{ при } t = +18^\circ\text{C};$$

$$A_{уд} = 4707 - 324,11\vartheta + 6,78\vartheta^2, \text{ при } t = -8^\circ\text{C}$$

и имеет минимальное значение при скорости резания 21,1—24,3 м/с при $\tau = 30^\circ$.

В работах ряда ученых применительно к предложенным конструкциям определены рациональные и относительные конструктивные и режимные параметры работы измельчителей, обеспечивающие снижение удельных затрат энергии. Полученные выражения для определения производительности и мощности применимы только для конкретных, предложенных в этих работах, конструкций измельчителей.

В выпускаемых промышленностью серийных измельчителях корнеклубнеплодов большая часть энергии используется неэффективно.

Приведенный анализ исследований показал, что энергоемкость и качество измельчения корнеклубнеплодов в значительной степени зависит от скоростных характеристик рабочих органов.

Необходимы дальнейшие исследования процесса измельчения корнеклубнеплодов с целью обоснования режимов и параметров работы устройства для измельчения, а также уточнение общих закономерностей процесса резания.

Выводы:

— одной из важнейших операций при подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию является их измельчение;

— применяемые аппараты для измельчения корнеклубнеплодов не отвечают современным зоотехническим требованиям из-за несовершенства технологического процесса и рабочих органов, имеют высокие удельные затраты энергии;

— наиболее перспективными являются двухступенчатые измельчители корнеклубнеплодов с вертикальным расположением измельчающего органа, вальцовым подпором и плоскими ножами, установленными по окружности.

● ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев М. В. Технология обработки корнеклубнеплодов с обоснованием параметров и режимов работы измельчающего аппарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук. // Рязань, 2000. — 23 с.
2. Лемаева М. Н. Разработка измельчителя корнеплодов и обоснование его оптимальных конструктивных параметров и режимов его работы: автореф. дис. ... канд. техн. наук. // Саранск, 2007. — 19 с.
3. Аюгин Н. П. Снижение энергоемкости измельчения корнеплодов с разработкой измельчителя и обоснованием его конструктивно-режимных параметров. // Уфа, 2010. — 19 с.
4. Брусенков А. В. Разработка технологического процесса и устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцовым подпором. // Тамбов, 2015. — 19 с.
5. Шуханов С. Н., Арданов Ч.-С. Е. Совершенствование способа изготовления щетки для машины сухой очистки корнеплодов // Тракторы и сельхозмашины, 2013. — № 10. — С. 41—42.
6. Шуханов С. Н., Ханхасиев Г. Ф., Коваливнич В. Д., Гармаев Ж. В. Конструктивные особенности ножа устройства для измельчения корнеклубнеплодов // Материалы междунауд. науч.-практ. конф. (Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники). Уфа: Башкирский ГАУ, 2013. — С. 407—408.
7. Булатов С. Ю., Смирнов Р. А. Анализ факторов, влияющих на рабочий процесс измельчителя корнеплодов // Вестник НГИЭИ. Вып. № 10 (29), 2013. — С. 15—23.
8. Арданов Ч.-С. Е., Шуханов С. Н., Болоев П. А. Модернизация сухого способа очистки корнеклубнеплодов // Тракторы и сельхозмашины, 2014. — № 6. — С. 13—14.
9. Шуханов С. Н., Болоев П. А., Коваливнич В. Д., Доржиев А. С. Модернизация технических средств для измельчения корнеклубнеплодов // Аграрная наука, 2015. — № 5. — С. 30—31.

e-mail: Shuhanov56@mail.ru