

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ РОТОРНОГО  
ТИПА ИРТ-Ф-25/40**

**А.Н. Брюховецкий, к.т.н., доцент, С.А. Захаров, инженер**  
(Луганский национальный аграрный университет)

*У роботі представлена методика проведення досліджень експериментальної лабораторно – виробничої установки на базі подрібнювача роторного типу ИРТ-Ф-25/40*

**Введение.** Основными исследованиями предусматривалось проведение экспериментальных работ, направленных на установление влияния основных конструкторских и технологических параметров предлагаемого рабочего органа на показатели работы измельчающего аппарата с применением лабораторно-производственной установки на базе измельчителя роторного типа ИРТ-Ф-25/4.

**Постановка задачи.** Измельчитель роторного типа ИРТ-Ф-25/40 «Фермер», который был выбран в качестве технического объекта исследования, с серийными шарнирно подвешенными молотками имеет большую энергоёмкость процесса измельчения, увеличивающуюся при деформации (износе) рабочих органов [1]. Кроме этого данная машина работает эффективно при влажности грубых кормов – до 30%, початков кукурузы – до 35-45% и практически полностью не пригодна для измельчения корнеплодов. Это позволяет сделать вывод о необходимости усовершенствования измельчающего барабана, который в варианте серийного производства не является универсальным и не предназначен для измельчения сочных кормов.

**Изложение основного материала.** Основные задачи экспериментального исследования измельчающего аппарата заключались в следующем:

- установить оптимальное сочетание факторов, влияющих на эффективность технологического процесса измельчающего аппарата при производственном эксперименте;
- исследовать влияние конструкторско-технологических параметров измельчающего аппарата на оценочные показатели процесса измельчения, обеспечивающие выполнение технологического процесса в соответствии с зоотехтребованиями при максимальной пропускной способности и минимальных удельных энергозатратах.

Экспериментальные работы проводились в лаборатории на кафедре «Механизация производственных процессов в животноводстве» Луганского национального аграрного университета и в учебном научно-производственном аграрном комплексе ЛНАУ «Колос» в 2006-2009 годах. Исследования выполнялись на основе общих методик проведения испытаний машин для измельчения кормов [2-5] и методик, разработанных авторами.

Экспериментальная лабораторно – производственная установка разработана и изготовлена на базе измельчителя роторного типа ИРТ-Ф-25/40 «Фермер» 1 (рис.1 а, б). Измельчитель имеет модернизированный барабанный измельчающий аппарат с пакетами новых молотковых ножей и усовершенствованное днище поворотного бункера. Днище изготовлено с возможностью изменять угол наклона относительно горизонта. Привод измельчающего аппарата осуществлялся от электродвигателя постоянного тока б, через контрольно – регулировочный блок (КРБ) (рис. 2).

В состав КРБ входил комплект измерительный К 505 переносной, который предназначен для измерения силы тока, напряжения и мощности в однофазных и трехфазных трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока при равномерной и неравномерной нагрузках фаз. В комплекте встроены: амперметр и вольтметр электромагнитной системы, ваттметр ферродинамической системы, фазоуказатель, отдельный трансформатор тока, установленный в специальную ячейку.



а)



б)

Рис. 1. Экспериментальная лабораторно-производственная установка: а) вариант агрегатирования с трактором Т-25; б) вариант использования электропривода

Также в состав КРБ входило регулировочное устройство, позволяющее плавно изменять частоту вращения барабана измельчающего аппарата посредством включения его в электрическую цепь электродвигателя (рис. 3).



Рис. 2. Контрольно – регулировочный блок (КРБ)

Лабораторные экспериментальные исследования проводились на основе общих методик проведения испытаний машин для измельчения кормов и методик, разработанных соискателем [2-5].

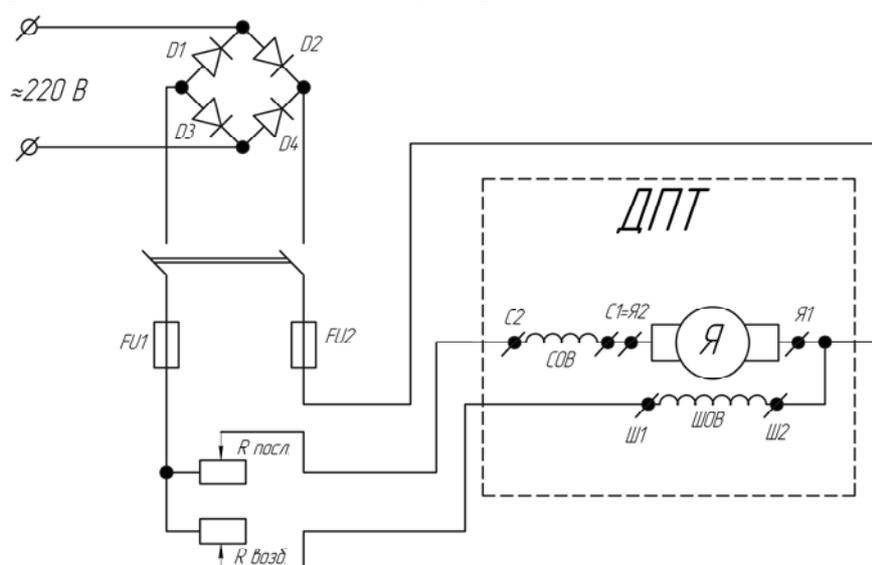


Рис. 3. Схема принципиальная электрическая КРБ и включения в сеть электродвигателя

Экспериментально-производственная лабораторная установка позволяла изменять следующие параметры измельчающего аппарата:

- количество молотковых ножей на барабане;
- схему расположения молотковых ножей на барабане;
- частоту вращения измельчающего барабана;
- угол наклона относительно горизонта днища подвижного бункера измельчителя.

В качестве исходного материала для проведения экспериментальных исследований были использованы тюкованные при уборке с использованием прицепного тюкообразователя сено и солома, стебли кукурузы и корнеплоды

кормовой свеклы. Тюки, доставленные к месту эксперимента, хранили в закрытом полихлорвиниловой пленкой месте. Перед началом опытов производили контрольный замер влажности соломы согласно методике, приведенной в ОСТ 70.19.2-83 [6].

Экспресс- замер влажности (как в лаборатории, и так и в условиях животноводческой фермы) производился при помощи электронного влагомера ЭВ-2К.

Перед началом опытов, проводившихся в трехкратной повторности, подлежащую измельчению порцию материала взвешивали на весах. Взвешенный материал вручную загружался в бункер измельчителя роторного типа, который обеспечивал равномерную подачу материала в измельчающий аппарат. Время полного измельчения порции регистрировалось механическим секундомером. Частота вращения ротора, сила тока и мощность, потребляемая измельчителем, замерялась при помощи измерительных приборов контрольно – регулировочного блока.

Средневзвешенную длину исходного материала определяли по формуле:

$$L_n = \frac{\sum L_i \cdot G_i}{\sum G_i}; \quad (1)$$

где  $L_i$  – средний размер частицы в  $i$ -ом классе, м;

$G_i$  – масса частиц в  $i$ -ом классе, кг;

$\sum G_i$  – масса пробы, кг.

Средневзвешенную длину измельченных частиц определяли по той же методике для определения исходной длины стеблей и вычисляли по формуле:

$$I_c = \frac{\sum l_i \cdot g_i}{\sum g_i}. \quad (2)$$

Отношение средневзвешенной длины исходного материала к средневзвешенной длине измельченных частиц является показателем степени измельчения, который определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{L_c}{I_c}. \quad (3)$$

После разбора проб на фракции с определенной длиной частиц и их взвешивания производилось вычисление степени соответствия измельченного продукта зоотребованиям по формуле:

$$L = \frac{m_3}{m_n} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $m_3$  – масса фракций, длина которых не превышает 50 мм, кг;

$m_n$  – масса пробы, кг.

Производительность измельчителя для каждой повторности опыта определяли путем взвешивания измельченного и собранного в отдельную

емкость продукта. Время опыта фиксировали секундомером. Среднюю производительность подсчитывали по формуле:

$$Q = \frac{G}{t}, \quad (5)$$

где  $Q$  – средняя производительность измельчителя, кг/с;

$G$  – масса измельченного за время опыта продукта, кг;

$t$  – время опыта, с.

Для вычисления удельной энергоемкости процесса измельчения кормовых компонентов использовалась формула:

$$\mathcal{E}_u = \frac{N_{из}}{3,6Q \cdot \lambda}, \quad (6)$$

где  $\mathcal{E}_u$  – энергоемкость процесса измельчения кормов, кВт.ч./т;

$N_{из}$  – мощность, потребляемая на измельчение, кВт;

$Q$  – производительность, кг/с;

$\lambda$  – степень измельчения корма.

В соответствии с ОСТ 70.19.2-83 проба измельченного корма разделяется по длине частиц на 5 классов: до 20 мм; 21-30 мм; 31-40 мм; 41-50 мм; свыше 50 мм. Размеры частиц измельченного корма ограничены зоотехническими требованиями, в соответствии с которыми длины резки грубого корма для крупного рогатого скота должна находиться в пределах 30...50 мм.

Пропускную способность при измельчении кормового сырья определяли по формуле:

$$Q = \frac{3600 \cdot M}{t}, \quad (7)$$

где  $Q$  – пропускная способность при измельчении, т/ч;

$M$  – масса измельчаемых кормов определялась взвешиванием компонентов, для каждой повторности, т;

$t$  – время, затрачиваемое на измельчение, с.

Пропускная способность определялась при установившемся режиме работы. Показатель удельных энергозатрат  $\mathcal{E}$  определяли по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{P_{изм}}{Q \cdot \lambda}, \quad (8)$$

где  $P_{изм}$  – мощность, потребляемая измельчителем - раздатчиком, кВт;

$Q$  – пропускная способность измельчителя - раздатчика, т/ч;

$\lambda$  – степень измельчения материала.

Наряду с определением энергетических характеристик при испытаниях измельчителя кормов, была поставлена задача - изучить качество продуктов измельчения, которое можно характеризовать с помощью законов распределения размеров частиц по длине. Длина частиц выбрана потому, что в технологии измельчения стебельных кормов, она является главным размером,

характеризующим процесс. По длине частиц оценивается степень измельчения стебельного материала и соответствие корма зоотехническим требованиям.

По средним данным опытов подсчитывали массовые выходы в процентах для всех классов измельченных частиц.

**Выводы.** 1. Экспериментальные исследования направлены на изучение процесса измельчения кормовых компонентов при работе измельчителя кормов.

2. При проведении экспериментов использовались как общепринятые методики, так и оригинальные или усовершенствованные методики, которые применимы при исследованиях технологического процесса измельчения кормов.

3. При проведении экспериментов использовались стандартные и специально изготовленные приборы и оборудование.

4. Проведенные сравнительные экспериментальные исследования показали преимущество нового универсального измельчающего барабана перед серийно выпускаемыми измельчающими рабочими органами при выдержанных зоотребованиях по длине резки.

5. Универсальный измельчающий барабан предназначен для получения разной длины фракции резки, начиная от 1-3 мм до 50-70 мм, различных кормовых компонентов. В измельчитель могут загружаться сформированные как прямоугольные тюки сена, так и эти культуры насыпом, а также сочные корма в частности кормовая свекла. Производительность от 100 кг/час при измельчении грубых кормов до 2500 кг/час при измельчении корнеплодов. Энергоноситель лабораторно-производственной установки на базе измельчителя роторного типа ИРТ-Ф-25/4: электродвигатель мощностью от 5 кВт до 7,5 кВт. Возможен привод от ВОМ трактора Т-25.

## **Список использованных источников**

1. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: Учебное пособие. - М.: Форум, 2007.-176 с.

2. Веденяпин Г.И. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных.- М.: Колос, 1967.-с.130.

3. Горячкин В.П. Общие принципы испытания сельскохозяйственных машин и орудий. Собр.соч. в 7 т. том.4.-М.: Сельхозгиз, 1940.-с.247-252.

4. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытаний сельскохозяйственных машин. – К.: Техника, 1991. – 157 с.

5. Кукта Г.М. Испытания сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1964. – 281 с.

6. ОСТ.70.19.2-83. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины и оборудование для приготовления кормов. Программа и методы испытаний. М., ВНИИЭСХ, 1983.-118 с.

7. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. К.: Техника, 1975.- 168 с.

## **Анотація**

**Методика проведення досліджень експериментальної лабораторно-виробничої установки на базі подрібнювача роторного типу ИРТ-Ф-25/40**

Брюховецький А.М., Захаров С.О.

*У роботі представлена методика проведення досліджень експериментальної лабораторно – виробничої установки на базі подрібнювача роторного типу ИРТ-Ф-25/40*

**Abstract**

**Method of conducting of researches of the experimental laboratory production setting on a base grinding down of rotor type of ИРТ-Ф-25/40**

A.Bryukhovetskiy, S.Zakharov

*In work the method of conducting of researches of experimental is presented laboratory – production setting on a base grinding down of rotor type ИРТ-Ф-25/40*