

УДК 621.78

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕПЛОДОВ

*Н.П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент кафедры
сервиса и механики, тел. 8(8422)55-95-83, nikall85g@yandex.ru;*

В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор;

*И.И. Богданов, кандидат биологических наук, доцент кафедры
микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ВСЭ,
тел. 8(8422)55-95-83, nicugsha@yandex.ru;*

*Р.Ш. Халимов, кандидат технических наук, доцент кафедры
сервиса и механики, тел. 8(8422)55-95-83, hrasp29@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *корнеплоды, измельчение, резание, энергоёмкость.*

В работе проведено сравнение теоретических исследований процесса измельчения и лабораторных исследований. Приведены зависимости мощностей, затрачиваемых на измельчение корнеплодов, холостой ход и резание корнеплодов от частоты вращения барабана измельчителя, пропускной способности от частоты вращения измельчающего барабана, удельных затрат энергии на измельчение от скорости резания.

Подготовка кормов к скармливанию повышает их усвояемость, уменьшает расход энергии на пережевывание, предупреждает заболевание кишечно-пищеварительного тракта, устраняет вредное влияние некоторых кормов на организм животных [1-3].

Необходимость измельчения корнеплодов с требуемым качеством и низкими энергозатратами, способствовала созданию многочисленных измельчителей, различающихся по технологическим схемам рабочего процесса, конструктивному исполнению, металло- и энергоёмкости.

В результате научного поиска [4, 5] и анализа известных измельчителей корнеплодов, предлагается конструкция измельчителя.

Рабочий процесс разработанного нами устройства осуществляется следующим образом: корнеплоды, попадая в бункер, защемляются между стенками бункера и гребенчатыми ножами, установленными на поверхности измельчающего барабана под наклоном к его образующей, и измельчаются. Частицы измельченного материала проходят

через окна и попадают внутрь измельчающего барабана, а затем под действием силы тяжести и потока воздуха, создаваемого выгрузными лопастями, направляются в нижнюю часть бункера. Затем измельченный материал выгрузными лопастями через выгрузное окно выбрасывается наружу.

Применение выгрузных лопастей устраняет забивание внутренней полости измельчающего барабана измельченным продуктом за счет создания потока воздуха. Также снижает энергоемкость процесса измельчения, повышает производительность и обеспечивает бесперебойную выгрузку частиц измельченного материала.

После проведения эксперимента [7-9] была построена графическая зависимость мощности, затрачиваемой на работу измельчителя $N_{\text{общ}}$ на холостой ход $N_{\text{хх}}$, резание корнеплодов $N_{\text{рез}}$ (рисунок 1) и пропускной способности измельчителя W (рисунок 2) от частоты вращения измельчающего барабана n .

Из графика (рисунок 1) следует, что при увеличении частоты вращения измельчающего барабана до 300 мин⁻¹, наблюдается уменьшение расхода энергии потребляемой измельчителем, а при дальнейшем её увеличении энергозатраты увеличиваются.

Мощность, затрачиваемая на холостой ход, с увеличением частоты вращения измельчающего барабана увеличивается в квадратичной зависимости. Это связано с тем, что с увеличением скорости движения выгрузных лопастей, сопротивление воздуха увеличивается в квадратичной зависимости.

Сопоставление мощностей, расходуемой измельчителем и затрачиваемой на холостой ход, позволяет найти зависимость мощности, затрачиваемой на резание корнеплодов от частоты вращения измельчающего барабана. Как видно из графика, мощность, затрачиваемая на резание корнеплодов, имеет минимальное значение при частоте вращения 550 мин⁻¹.

Из рисунка 2 следует, что при увеличении частоты вращения измельчающего барабана до 700 мин⁻¹, наблюдается увеличение пропускной способности измельчителя, затем плавное снижение.

Для определения оптимальной частоты вращения измельчающего барабана следует рассматривать такой показатель, как удельные затраты энергии на измельчение q , кВт·ч/т. К тому же этот показатель обладает достаточной универсальностью и позволяет сравнивать между собой измельчители различных типов.

На рисунке 3 изображен график зависимости удельных затрат

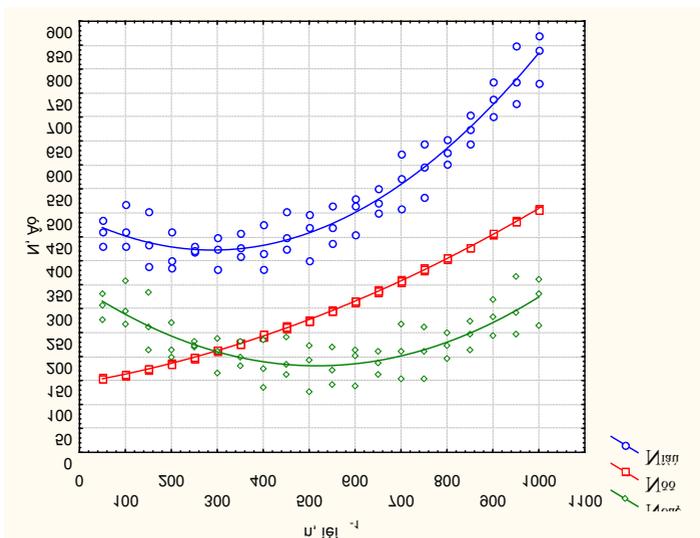


Рисунок 1 – График зависимости мощностей, затрачиваемых на измельчение корнеплодов $N_{общ}$, холостой ход $N_{хх}$ и на резание корнеплодов $N_{рез}$ от частоты вращения измельчающего барабана n

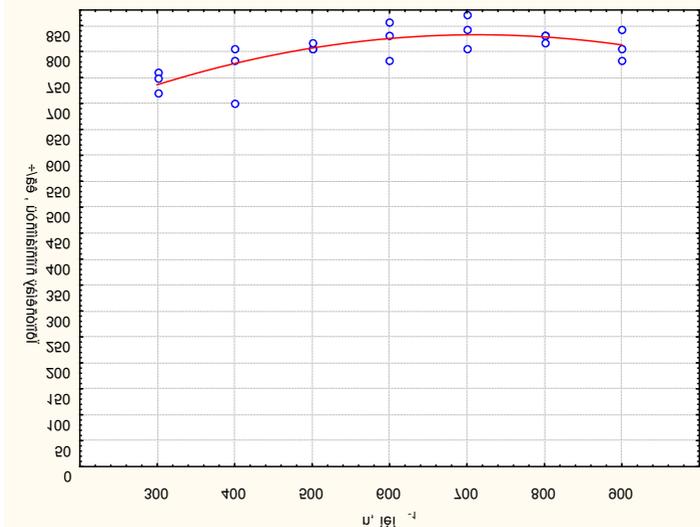


Рисунок 2 - График зависимости пропускной способности W от частоты вращения измельчающего барабана n

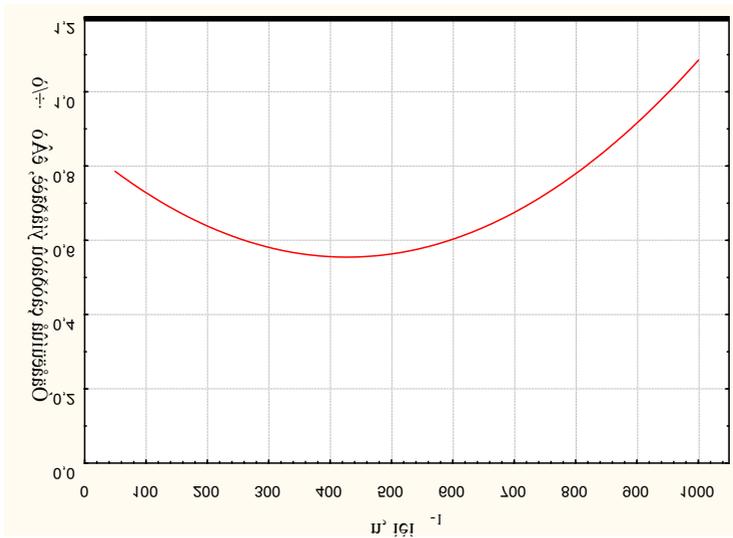
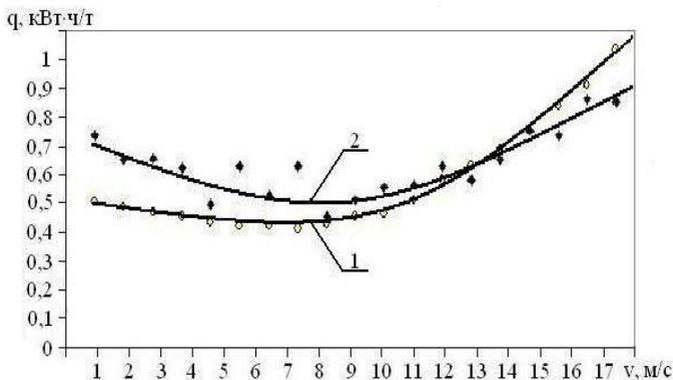


Рисунок 3 – Зависимость удельной затраты энергии на измельчение q от частоты вращения измельчающего барабана n



1 – расчетное значение удельной энергоёмкости измельчения корнеплодов предлагаемым измельчителем; 2 – результаты лабораторных исследований по определению удельной энергоёмкости измельчения корнеплодов экспериментальным измельчителем

Рисунок 4 - Результаты теоретических и лабораторных исследований предлагаемого измельчителя корнеплодов

энергии на измельчение от частоты вращения измельчающего барабана. Согласно этому графику наиболее оптимальная частота находится в пределах 390..460 мин⁻¹.

На основании проведенного эксперимента можно сделать следующий вывод, что наименьший расход энергии измельчителем наблюдается при 300 мин⁻¹, наибольшая пропускная способность при 700 мин⁻¹, а оптимальная частота вращения измельчающего барабана находится в пределах 390..460 мин⁻¹.

Для сравнения теоретических и лабораторных испытаний измельчителя корнеплодов целесообразно перевести частоту вращения барабана в линейную скорость ножей (рисунок 4).

Результаты производственных исследований показали, что среднее значение удельной энергоемкости измельчения корнеплодов на оптимальных режимах составляет 0,59 кВт•ч/т. Это свидетельствует о достаточной сходимости результатов теоретических и лабораторных исследований, расхождение на оптимальных скоростях резания не превышает 9 %.

Библиографический список:

1. Курдюмов В.И. Снижение энергоемкости измельчения / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, П.Н. Аюгин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2008. - № 5. - С. 50-53.
2. Курдюмов В.И. Анализ факторов, влияющих на энергоемкость резания/ В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, П.Н. Аюгин // Нива Поволжья. - 2008. - № 3. - С. 57-59.
3. Аюгин Н.П. Определение оптимальных параметров ножей измельчающего аппарата кормоприготовительных машин / Н.П. Аюгин, Р.Ш. Халимов, П.Н. Аюгин, Н.Н. Аксенова // Техника и оборудование для села. – 2016. - № 1. – С. 20-23.
4. Патент РФ № 2369082. Измельчитель корнеклубнеплодов/ Курдюмов В.И. Аюгин Н.П., Лемаева М.Н.; Опубл. 10.10.2009 Бюл. № 28
5. Патент РФ № 73153. Измельчитель корнеклубнеплодов / Курдюмов В.И. Аюгин Н.П.; Опубл. 20.05.2008 Бюл. № 14
6. Аюгин Н.П. Разработка энергосберегающего измельчителя корнеклубнеплодов / Н.П. Аюгин, Н.В. Павлушин, В.И. Курдюмов // Ползуновский альманах. - 2011. - № 4-2. - С. 9-13.
7. Аюгин Н.П. Совершенствование рабочих органов измельчителя кукурузы / Н.П. Аюгин, Р.Ш. Халимов / Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ульяновского государственного

го аграрного университета имени П.А. Столыпина «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск. - Ульяновский ГАУ. - 2018. - С.108-112.

8. Аюгин Н.П. Совершенствование рабочих органов измельчителя кормов / Н.П. Аюгин, Р.Ш. Халимов, Л.Г. Татаров, К.Р. Кундротас // Научная жизнь. - 2017.- № 10. - С. 6-13.

THEORETICAL RESEARCH AND TESTING OF ROOT CUTTER BREAKER

Key words: *root crops, grinding, cutting, energy intensity.*

The paper compares theoretical studies of the grinding process and laboratory studies. The dependencies of the power expended on chopping root crops, idling and cutting of root crops on the frequency of rotation of the chopper drum, throughput on the frequency of rotation of the chopping drum, and specific energy consumption for grinding on the cutting speed are given.