

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЫННЫХ КОРОК

ҚАУЫН ҚАБЫҚТАРЫНЫҢ БЕРІКТІК СИПАТТАРЫН АНЫҚТАУ

THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF MELON CRUSTS

Т.К. КУЛАЖАНОВ¹, Е.Б. МЕДВЕДКОВ¹, М.Е. КИЗАТОВА¹, А.А. ШЕВЦОВ², А.В. ДРАННИКОВ²

Т.К. KULAZHANOV¹, Е.В. MEDVEDKOV¹, М.Е. KIZATOVA¹, А.А. SHEVTSOV², А.В. DRANNIKOV²

(Алматинский технологический университет)¹

(Алматы технологиялық университеті)¹

(Almaty Technological University)¹

(Воронежский государственный университет инженерных технологий)²

(Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті)²

(Voronezh State University of Engineering Technologies)²

E-mail: m.kizatova@atu.kz

В данной статье рассматривается определение прочностных характеристик корки различных сортов дыни, реализуемых в Казахстане. Полученные данные используются при инженерных расчетах оборудования для механической обработки плодов бахчевых культур. Получены новые зависимости усилия прокалывания и прочности на разрыв корки от геометрических характеристик рабочего инструмента, определены его оптимальные параметры.

Берілген мақалада Қазақстанда сатылатын әр түрлі сұрыпты қауын қабықтарының беріктік сипаттарын анықтау қарастырылады. Алынған мәліметтер бақша дақылдарын механикалық өңдеуге арналған қондырғылардың инженерлік есептерінде қолданылады. Жұмыс аспабының геометриялық сипатына байланысты қабықтың үзілу беріктілігі және тесу күшінің жаңа тәуелділіктері алынып оның оңтайлы параметрлері анықталды.

This article is devoted to the determination of the crust strength characteristics of different melon sorts marketed in Kazakhstan. The data is used in the design calculations of engineering equipment for mechanical handling of melon fruits. The new dependences of piercing forces and crust

strength on geometric characteristics of the working tool are defined and its optimal parameters are determined.

Ключевые слова: дыня, угол заточки, диаметр индентора, усилие прокалывания, прочность.

Негізгі сөздер: қауын, қайрау бұрышы, индентор диаметрі, тесу күші, беріктік.

Keywords: melon, anglesharpen, the diameter of the indenter, effort pricking, strength.

Введение

Бахчевые культуры, в частности дыни, играют значительную роль в рационе питания, являясь источником целого ряда необходимых организму человека веществ, прежде всего витаминов, углеводов и минеральных веществ. Диетические и целебные качества дыни очень высоки. Употребление их в пищу способствует оздоровлению организма, выведению шлаков и холестерина, помогает в лечении нарушений работы желудочно-кишечного тракта, мочевыводящей и сердечно-сосудистой систем, нормализует обмен веществ. Путем интенсивной переработки дыни можно получить соки, напитки, джемы и др. продукты высокого качества [1]. Кроме того известно, что в семенах дыни содержится масло, которое за рубежом используется в косметике и может применяться как БАД [2]. В определенном количестве в корке дыни содержится пектин. Пектин применяется как природный детоксикант, входит в состав лекарств и используется в пищевой промышленности как загуститель.

В настоящее время все процессы, связанные с первичной обработкой дыни, в частности, с очисткой от кожуры, резкой и измельчением мякоти ведутся в основном вручную, а существующие конструктивно-технологические решения машин по очистке

плодов от корки не обеспечивают эффективной и качественной работы.

Поэтому особую актуальность приобретает создание новой универсальной установки по очистке плодов дыни от корки и семян, измельчения мякоти, имеющей высокую производительность и малые энергозатраты [3].

При создании и расчете новой установки для очистки дыни от кожуры и ее измельчения одним из основных показателей является усилие прокалывания. Усилие прокалывания необходимо учитывать при определении мощности привода установки.

При транспортировке кусков дыни, нарезанных на дольки, шипы транспортирующего устройства прокалывают корку и перемещают эти куски в зону резания. За счет преодоления силы трения и силы сопротивления резанию в зоне контакта шипа с коркой создается усилие, направленное в сторону, противоположную перемещению дольки дыни. Это усилие стремится разрезать корку шипом, поэтому надо определить максимальное усилие, при котором корка не будет разрушаться шипом. Эти усилия были определены для всех использованных инденторов.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования были взяты дыни следующих сортов: Инжирная,

Гурбек, Гуляби, Амири, Мырзачульская и Жулдыз, так как именно они в основном производятся и реализуются в Казахстане.

Методика проведения экспериментов заключается в обосновании выбора исследуемых параметров, технических средств измерения, измерительных приборов и параметров исследуемого процесса.

Для исследований усилия прокалывания подготавливали набор инденторов (шипов), представляющих собой стальные стержни различного диаметра: $d = 1,4; 1,8; 2,0; 2,4$ и $2,8$ мм, заточенных под различными углами: $30, 45, 60, 75, 90$ градусов (рис. 1).

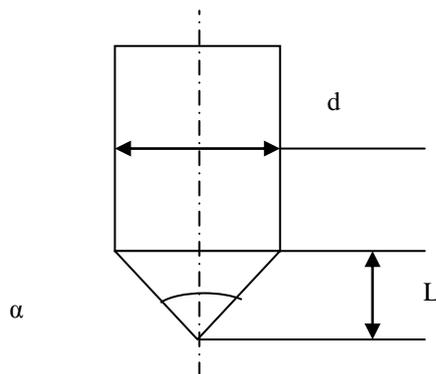


Рисунок 1 – Индентор для проведения исследований по прокалыванию корки дыни.

L – длина заточки индентора, мм; d – радиус индентора, мм; α – угол заточки индентора, град

Определение усилия прокалывания корки дыни проводили с помощью прибора структурометр СТ-2 [4].

Каждым индентором проведена серия из 5 экспериментов для исследуемых сортов дыни. Затем определены средние значения усилия прокалывания.

По результатам экспериментов были построены графики зависимости усилия прокалывания от диаметра и угла заточки индентора.

Построение и обработка графиков произведена в программе Excel с использованием полученных средних значений усилий прокалывания. С помощью этой программы по полученным точкам на графике проведены линии тренда, определены уравнения, описывающие данные зависимости и определена степень аппроксимации для каждого уравнения.

Результаты и их обсуждение

Для построения графиков использована линейная модель, как наиболее удобная для применения в практических целях. На рисунке 2 в качестве примера приведены зависимости усилия прокалывания для индентора диаметром 1,8 мм от угла при его вершине α (угла заточки) для различных сортов дыни. Аналогичные зависимости получены для остальных диаметров.

Данные зависимости описываются уравнением прямой вида

$$y = a + bx, \quad (1)$$

где; y – усилие прокалывания, Н;

x – угол заточки индентора (шипа), град;

a и b – коэффициенты уравнения.

Степень аппроксимации R^2 , близкая к 1 свидетельствует о высокой степени достоверности полученных зависимостей.

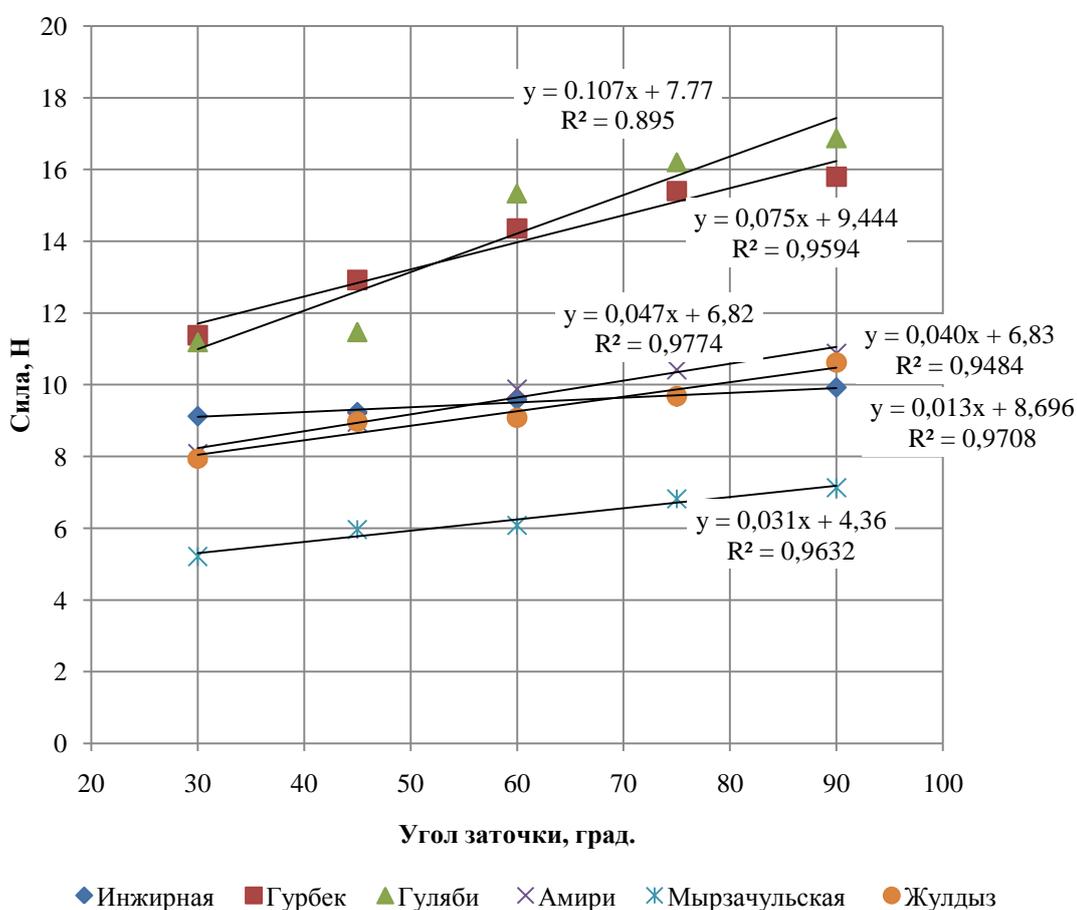


Рисунок 2 - Зависимости усилия прокалывания для индентора диаметром 1,8 мм от угла при его вершине α (угла заточки) для различных сортов дыни

Из графика зависимости силы прокалывания кожуры дыни от угла при вершине индентора (шипа) установлено, что при увеличении угла усилие прокалывания увеличивается, т.е. чем меньше угол заточки индентора, тем меньшее необходимо усилие

для прокалывания корки для всех исследуемых сортов дыни.

На рисунке 3 отображена зависимость усилия прокалывания для инденторов с углом при вершине $\alpha = 45^\circ$ от диаметра. Такие же зависимости были получены для всех углов.

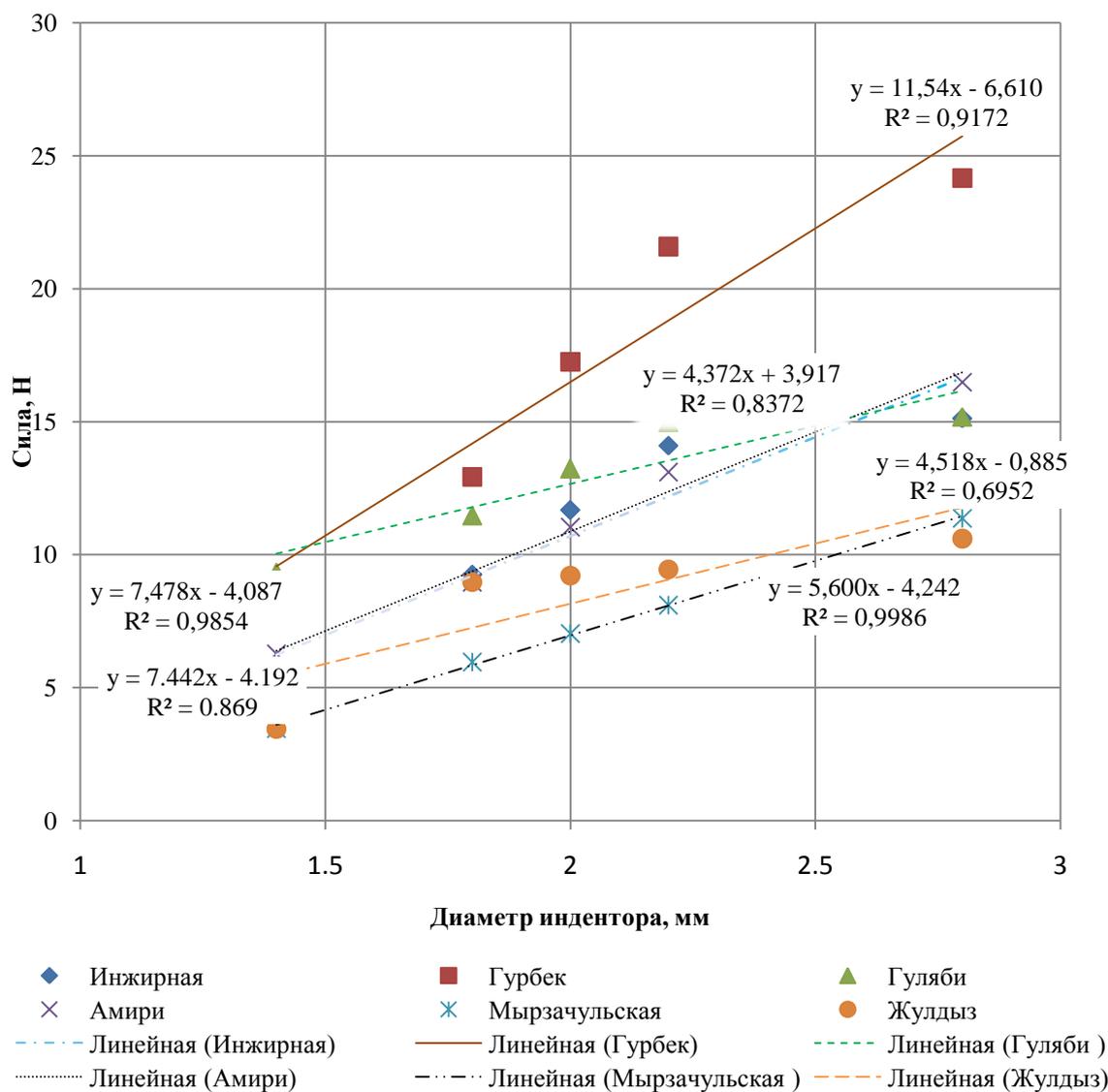


Рисунок 3 - Зависимость усилия прокалывания от диаметра для инденторов с углом при вершине $\alpha = 45^\circ$

Зависимость усилия прокалывания от диаметра индентора (шипа) также носит линейный характер и описывается уравнением

$$y = a + bz, \quad (2)$$

где: y – усилие прокалывания, Н;

z – диаметр индентора (шипа), мм;

a и b – коэффициенты уравнения.

Зависимость усилия прокалывания от диаметра индентора носит линейный характер. Степень аппроксимации R^2 близка к 1, что свидетельствует о применимости полученных зависимостей.

На основании рисунков 2 и 3 можно заключить, что наиболее прочной коркой обладают дыни сорта Гурбек и Гуляби, наименьшая прочность у Мырзачульской, остальные близки по прочности.

Построив графики для всех диаметров инденторов, можно получить диаграммы для инженерных расчетов, позволяющие получить значение усилия прокалывания при заданных диаметре и угле при вершине индентора или наоборот для заданного усилия определить параметры индентора.

На рисунке 4 изображены зависимости усилия разрушающего корку различных

сортов дыни боковой поверхностью инденторов различного диаметра.

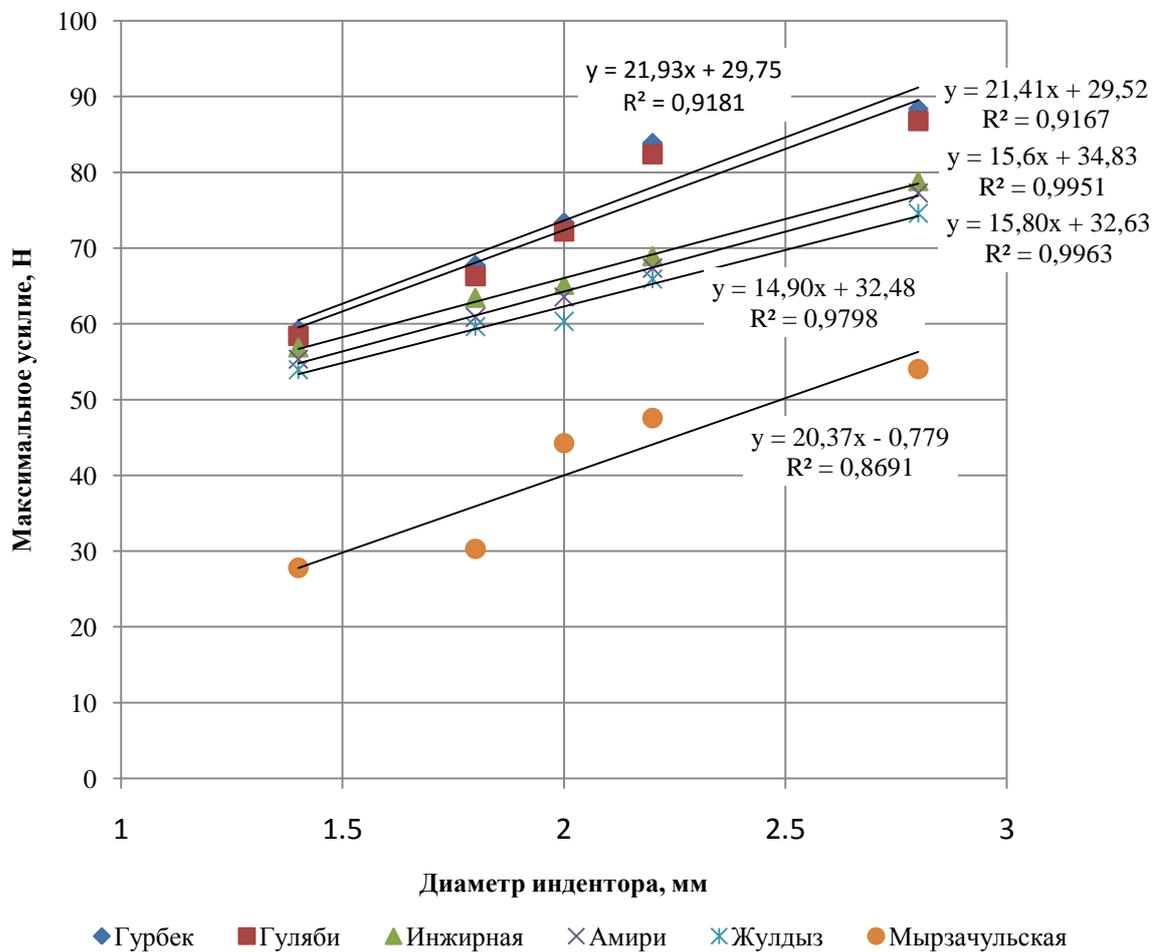


Рисунок 4 - Зависимость усилия разрушения от диаметра стержня индентора

Результаты, приведенные на рисунке 4, показывают прямопропорциональную зависимость усилия разрушения от диаметра стержня индентора. На графике приведены также уравнения, описывающие эти зависимости, и степень аппроксимации, которая также близка к 1.

Полученные зависимости не позволяют полностью описать процесс прокалывания кожуры дыни в зависимости от выбранных нами переменных факторов, поэтому мы обратились к экспериментально-статистическим методам, с помощью которых можно получить достоверные математические модели, адекватные поставленному эксперименту[5].

Для решения поставленной задачи использованы методы планирования многофакторных экспериментов, статистической обработки опытных данных и поисковой оптимизации [6]. Подробное описание этого является темой отдельной статьи, поэтому здесь приведем лишь конечные результаты, согласно которым оптимальное усилие прокалывания $F = 12,8$ Н достигается при диаметре шипа $d = 2,7$ мм и угле заточки $\alpha = 40^\circ$.

Выводы

Установлено, что основными факторами, влияющими на процесс прокалывания, являются угол заточки рабочего инструмента (шипа) и его диаметр.

Для всех сортов дыни получены уравнения вида $y = a + bx$, адекватно описывающие зависимость усилия прокалывания от

диаметра и угла заточки шипа, которые можно использовать при расчете оборудования.

Математическая обработка результатов многофакторного эксперимента позволила определить оптимальные размеры шипа для сорта Инжирная $d = 2,7$ мм, $\alpha = 40^\circ$, при которых усилие прокалывания равно 12,8 Н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адмаева А.М., Медведков Е.Б., Байболова Л.К., Токтамысова А.Б., Нурмуханбетова Д.Е., Кизатова М.Е. Разработка технологии производства соков на основе дыни.// *Universum: Технические науки: электрон.науч.журн.* 2014. Москва, №12 (13). Режим доступа- [<http://7universum.com/ru/tech/archive/item/1836>]
2. Folasade Oluwabamiwo, Gabriel Adegoke, Stella Denloye, R. Akinoso and Doko Bruno. Proximate composition and fatty acid profile of Nigerian melon seeds// *Life Science Archives.V1-2015.* – P.59 – 65.
3. Медведков Е.Б., Байболова Л.К., Адмаева А.М., Шевцов А.А., Кизатова М.Е. Современные проблемы и перспективные направления совершенствования оборудования для подготовки плодов дыни к переработке/Тезисы докл. междунар. науч.-техн.конф. «Инновационные аспекты развития оборудования пищевой и гостиничной индустрии в условиях современности»: -11 сентября 2015 г. – Харьков: ХДУХТ, 2015. –С.173-174
4. Еркебаев М.Ж., Кулажанов Т.К., Медведков Е.Б. Основы реологии пищевых продуктов. – Алматы: АТУ, 2006. - 298 с.
5. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования экспериментов.- М.: ДеЛи. принт, 2005. -296 с.
6. Боровиков В. *Statistica. Искусство анализа данных на компьютере:Для профессионалов.*2-е изд.(+CD).-СПб.: Питер, 2003.-688 с.:ил.