



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРУШАЮЩЕГО КОНКРЕТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ УПРУГО-ВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

С.С. Тухтамишев

Г.К. Тухтамишова

Старший преподаватель, Гулистанский государственный
университет

М.У. Рахмонкулов

Студент, Гулистанский государственный университет

ARTICLE INFO

Received: 16th January 2024

Accepted: 21th January 2024

Online: 22th January 2024

KEY WORDS

Установка, безфасковое
лезвие, контактное
напряжение, усилие, груз,
динамометр, лента,
деформация.

ABSTRACT

В статье рассматривается методика экспериментального определения величины контактного напряжения σ_p , входящего наряду с модулем деформации E , коэффициентом Пуассона μ , коэффициентом трения материала о лезвие f , в выражение, определяющее величину критического усилия $P_{кр}$ резания лезвием. Приводится краткое описание экспериментальной установки, постановка лабораторных исследований и анализ полученных данных по исследованию некоторых материалов растительного происхождения.

Введение

В настоящее время во многих отраслях народного хозяйства, будь это консервная или мясо-молочная промышленность, сельское хозяйство и коже перерабатывающее производство и даже в повседневном быту, широко используются машины и аппараты, основанные на резании материалов лезвием.

Многие сельхозпродукты, с некоторыми допущениями, можно отнести к упруго-вязким материалам. К таковым относятся, например: мякоть дыни, картофель, свекла, морковь и другие, при обработке которых необходимо располагать сведениями об их технологических свойствах, т.е. о свойствах, содействующих или противодействующих данному виду обработки. Для количественной оценки технологических свойств этих материалов пользуются экспериментальными методами и приборами, которые позволяют получить некоторые относительные индексы.

Технологическим свойством материала при резании лезвием в соответствии с сущностью этого процесса является степень его податливости разделению под воздействием силового взаимодействия лезвия с материалом, определяемым величиной критического усилия резания $P_{кр}$ [1].

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \left[\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu f (1 + \cos^2 \beta) \right], \quad (1)$$

где δ – толщина лезвия, м; σ_p – разрушающее контактное напряжение на кромке лезвия, Па; h и $h_{сж}$ – соответственно толщина перерезаемого слоя материала и слоя сжатого лезвием до момента начала резания, м; β – угол заточки лезвия, град; E – модуль упругости, Па; μ – коэффициент Пуассона;

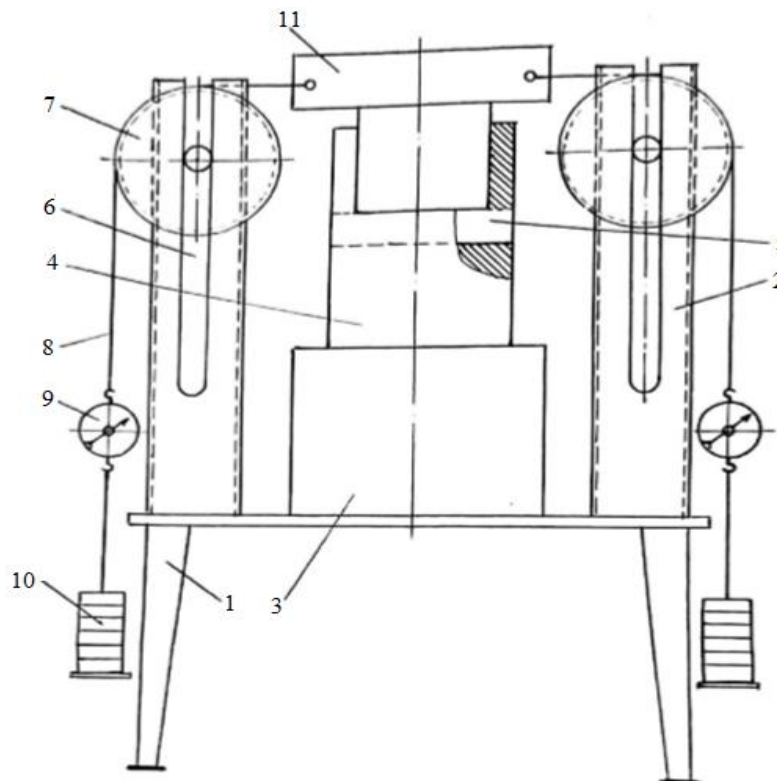
f – коэффициент трения материала о лезвия.

Последние являются определяющими технологическими свойствами материала.

Цель исследования

Целью настоящих исследований является разработка методики и экспериментальное определение разрушающего контактного напряжения некоторых упруго-вязких материалов растительного происхождения, включающих мякоть дыни, морковь, картофель и свекла.

Для этого нами разработана лабораторная установка, изображенная на рис.1, которая включает, установленные на столе 1 расположенные зеркально, два пилона 2 коробчатого сечения и тумбу 3, на которой установлена матрица 4 с образной прорезью 5, расположенной посередине.



1-стол; 2 - пилоны; 3 - тумба; 4 - матрица; 5 - прорезь; 6 - прорезь для хода; 7 - блоки; 8 - тяга; 9 – динамометр; 10 - пригруз; 11- бесфасковое лезвие.

Рис.1. Схема лабораторной установки для определения разрушающего контактного напряжения



Верхняя часть пилонов выполнена с прорезями 6, в которых свободно перемещаются блоки 7 и тяги 8, на одном конце которых закреплены динамометры 9 с грузовыми емкостями 10, а вторым концом к бесфасковому лезвию 11[2].

Действие предлагаемой установки основано на применении бесфаскового лезвия, кромкой которого, равной толщине δ полотна ножа, производится сжатие перерезаемого материала, при этом с достаточной точностью можно определить напряжение $\sigma_p = P / \delta \Delta l$, относительную деформацию $\varepsilon = h_{сж} / h$ материала и модуль деформации E .

Сущность реализации методики

Разрушающее контактное напряжение σ_p зависит от свойств материала и определяется как частное от создаваемого давления $P_{рез}$ на площадь $F_{кр}$ кромки лезвия, находящуюся в контакте с материалом. В процессе резания разрушающее напряжение в значительной мере зависит от ширины режущей кромки, δ т.е. остроты лезвия [3]

$$\sigma_p = \frac{P_{рез}}{F_{кр}} = \frac{P_{рез}}{\sigma \Delta l}, \quad (2)$$

где Δl - принятая длина лезвия.

Сказанное хорошо подтверждается бытовыми примерами из повседневной нашей жизни, например, при чистке картофеля и резке хлеба, чем острее лезвие ножа, тем менее мы прикладываем усилие к ножу и наоборот, при тупом лезвии прикладываемое усилие возрастает. Это объясняется тем, что при прочих равных условиях величина контактного напряжения σ_p зависит, прежде всего, от свойств самого материала, определяющего его технологические свойства. Поэтому методика сравнительного определения величины контактного напряжения для сопоставляемых материалов должна предусматривать применение лезвий одинаковой остроты и углом заточки β .

Практические результаты

Для экспериментов были выбраны: морковь, картофель, свекла и мякоть дыни (пять сортов). В качестве бесфаскового лезвия 11 использовали стандартное полотно для резки по металлу, толщиной $\sigma = 1$ мм. Усилие сжатия на кромке полотна $P_{рез}$ создавали пригрузом, закладываемым в емкость 10. Для более точного измерения веса пригруза была использована вода, наливаемая в емкости малыми порциями.

Опыты проводили в следующем порядке. После закладки образца в матрицу 4, устанавливали полотно 11 нижней кромкой на поверхность образца и создавали усилие сжатия образца, путем заливки воды в грузовые емкости 10 и по динамометру 9 фиксировали величину пригруза. При этом, по мере увеличения нагрузки, кромка полотна будет внедряться в массу образца и при достижении критического значения $P_{рез}$ образец разделится на две части. Для достоверности показания динамометра в



момент разрезки, его сравнивают с весом воды в емкостях. Опыты проводят с каждым образцом в пятикратном повторении, данные заносятся в журнал регистрации и обрабатываются.

Анализ результатов экспериментов

В процессе эксперимента было замечено, что в начальный момент образец сжимается и после этого начинается процесс внедрения полотна в его массу.

На таком теоретическом суждении, обоснованно будет представить выражение (1) в виде

$$P_{кр} = P_{рез} + P_{пред}, \quad (3)$$

где $P_{рез} = \delta\sigma_p$ – первое слагаемое

$$P_{пред} = \frac{E h_{сж}^2}{2h} \left[\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu f (1 + \cos^2 \beta) \right]. \quad (4)$$

Величина $P_{пред}$ обуславливает непроизводительные деформации материала, незначительно содействующими процессу резания. Поэтому для упрощения задачи определения $P_{кр}$ упростим выражение (4), приняв угол заточки лезвия $\beta = 0$.

Тогда выражение (4) принимает вид

$$P_{пред} = \frac{E h_{сж}^2}{2h} \mu f. \quad (5)$$

Таким образом, применение бесфаскового лезвия упрощает экспериментальную задачу, в связи с тем, что при этом случае относительная деформация ε_1 в направлении, перпендикулярном направлению резания, равна ориентировочно нулю, т.е. $\varepsilon_1 \approx 0$. Отсюда вытекает, что коэффициент Пуассона μ тоже равен нулю.

Тогда с учетом этих условий и, приняв $P_{пред}$ равным нулю, выражение (3) переписывается как

$$P_{кр} \approx P_{рез}. \quad (6)$$

Практическая погрешность от изложенных допущений незначительна и, таким образом, экспериментально разрушающее контактное напряжение можно определить на основании выражения (2).

Нами по этой методике были определены разрушающее напряжение четырех сельхозпродуктов: дыни, моркови, картофеля и свеклы. Результаты экспериментальных данных сведены на таблице и показаны на рис. 2.

Таблица

Экспериментальные данные усилия резания мякоти дыни и некоторых корнеклубнеплодов

Материал	Усилие резания мякоти $P_{кр}$, Па	Удельное усилие резания $P_{уд}$, Па	Разрушающее контактное напряжение σ_p , Па
Ич-кизил	6,1-6,3	214-220	1,22-1,26
Амери	6,4-6,6	228-230	1,28-1,32
Ак-уруг	5,8-6,2	210-212	1,16-1,24
Нон-гушт	5,9-6,1	218-220	1,18-1,22
Шакар-пара	6,6-6,7	232-234	1,32-1,34
Свекла	10,2-12,4	358-433	2,04-2,48
Картофель	9,6-11,2	337-392	1,92-2,24
Морковь	12,1-13,6	425-475	2,42-2,72

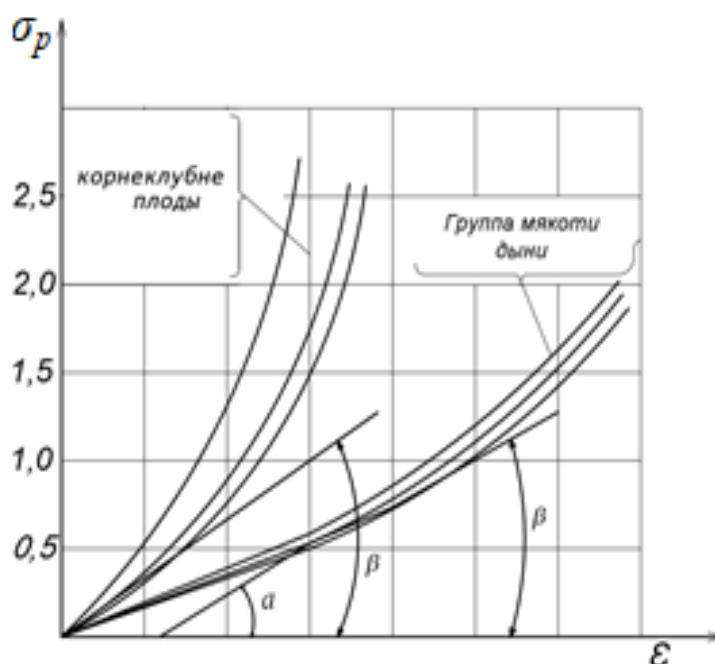


Рис. 2. График зависимости модуля деформации от напряжения сжатия

В процессе эксперимента было визуально замечено, что в начальный момент образец сжимается на величину, $h_{сж}^2 / h$, которое определяется экспериментально.

Таким образом, быстро и упрощено, можно определить расчетно-графическим методом модуль упругости упруго-вязких материалов.

References:

1. Рахматов, О. О., Рахматов, О., Нуриев, К. К., & Тўхтамишев, С. С. (2019). МИНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПО БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ ДЫНИ. In ВКЛАД УНИВЕРСИТЕТСКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (pp. 332-337).
2. То'хтамишев, С. С. (2023). MEVA O 'SIMLIKLARINING INDIVIDUAL RIVOJLANISHI. RESEARCH AND EDUCATION, 2(4), 51-56.



3. Tukhtamishiev, S. (2023). WEIGHT-DIMENSIONAL AND VOLUMERIAN INDICATORS AND PHYSICAL AND MATHEMATICAL PROPERTIES CHARACTERISTIC FOR CENTRAL ASIAN VARIETIES OF MELONS. *Journal of Agriculture & Horticulture*, 3(11), 9-12.
4. Тухтамишев, С. С., Рахматов, О., & Давлатов, П. (2020). ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ДЛЯ ОВОЩЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР. *Журнал Технические исследования*, 3(3).
5. Тухтамишев, С. С., Рахматов, О., Нуриев, К. К., & Жайнаков, Б. (2019). Установка для разрезания плодов дыни на кольцевые дольки. In *Научные основы развития АПК* (pp. 293-295).
6. Чимпайизов, Ф. Н., Тўхтамишев, С. С., & Адилов, А. У. О. (2023). НОМЕНКЛАТУРА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ. *Universum: технические науки*, (2-4 (107)), 19-21.
7. Рахматов, О., & Тухтамишев, С. С. (2022). Математическая импретация процесса резания плода дыни лезвием.
8. Рахматов, О. О., Тухтамишев, С. С., Нуриев, К. К., & Рахматов, О. (2019). Разработка мини-технологической линии по безотходной переработке плодов. In *Научные основы развития АПК* (pp. 286-289).
9. Тухтамишов, С. С., Рахматов, О. О., Янгибаева, Г., & Худайбердиев, Р. (2019). Разработка конструктивной схемы выделителя семян. In *Научные основы развития АПК: Сб. науч. тр. по материалам XXI Всерос.(нац.) научн.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (19 апреля–10 июня 2019г.)–Томск-Новосибирск: ИЦ Золотой колос, 2019.–491 с. (p. 296).*
10. Мухтаров, З., Тухтамишев, С. С., Рахматуллаев, Р. К., & Холматова, З. (2019). Машина для очистки плода дыни от кожуры. In *Научные основы развития АПК* (pp. 274-278).
11. Нуриев, К. К., Рахматов, О., & Тухтамишев, С. С. (2019). Устройство для извлечения семян дыни из плаценты. In *Научные основы развития АПК* (pp. 281-283).
12. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., Тухтамишев, С., & Равшанов, Ж. Н. (2017). ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ УЗБЕКСКИХ СОРТОВ ДЫНЬ. In *Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства* (pp. 1312-1316).
13. Shaidullayeva, S. B., Mirzakulova, G. S., & Tukhtamishova, G. K. (2023). CLASSIFICATION OF FOOD ADDITIVES AND BAKING IMPROVERS. *RESEARCH AND EDUCATION*, 2(2), 85-87.
14. Саттаров, К. К., Тухтамишева, Г. К., & Нуриддинов, Б. Р. (2021). Совершенствование технологии получения муки из зерна пшеницы. *Образование и право*, (7), 236-241.
15. Тухтамишева, Г. Қ., & Саттаров, К. К. (2021). Махалий буғдой донидан юқори сифатли унларни олиш технологияси. *Scientific progress*, 2(4), 1003-1101.
16. Tukhtamishiev, S., Xudayberdiyev, R., & Tukhtamishova, G. (2023). MECHANIZED APPARATUS FOR CUTTING MELON FRUIT INTO ANNULAR SLICES. *Science and innovation*, 2(A1), 252-255.
17. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., Тухтамишев, С. С., & Худойбердиев, Р. (2019). Дыня древнейшая культура центральной Азии. In *Научные основы развития АПК* (pp. 166-168).



18. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., & Тухтамишев, С. (2017). ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЯЛЕННОЙ ДЫНИ. In Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства (pp. 1317-1320).
19. Углы, Ф. О., Каримкулов, А. Т., & Базарова, Р. Ш. (2014). Инновационный подход к развитию тутового шелкопряда в черводне замкнутого типа. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, (9 (119)), 122-125.
20. Rakhmatov, O., Rakhmatov, F., Kurbanov, E., Rakhmatullaev, R., Kasimov, A., & Musayeva, N. (2023). The methodological foundations of the thermal efficiency in a convective drying unit of the chamber type. In E3S Web of Conferences (Vol. 390). EDP Sciences.