

*Орифжон Рахматов*

*Доктор технических наук, Гулистанский государственный  
университет,*

*Гулистан, Республика Узбекистан*

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШАЮЩЕГО КОНТАКТНОГО  
НАПРЯЖЕНИЯ УПРУГОВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

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

**Ключевые слова:** установка, безфасковое лезвие, контактное напряжение, усилие, груз, динамометр, лента, деформация.

**Orifjon Rakhmatov**

**Doctor of Technical Sciences, Gulistan State University,  
Gulistan, Republic of Uzbekistan**

**INVESTIGATION OF DESTRUCTIVE CONTACT STRESS OF  
ELASTIC-VISCOUS MATERIALS OF VEGETABLE ORIGIN**

**Abstract:** The article discusses the method of experimental determination of the value of the contact stress, which, along with the deformation modulus  $E$ , Poisson's ratio, the coefficient of friction of the material on the blade, is included in the expression that determines the value of the critical force  $P_{cr}$  blade cutting. A brief description of the experimental setup, laboratory research and

analysis of the obtained data on the study of some materials of plant origin are given.

**Key words:** installation, bevelled blade, contact stress, force, load, dynamometer, tape, deformation.

**Введение.** В настоящее время во многих отраслях народного хозяйства, будь это консервная или мясомолочная 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 [1,2]. 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  $P_{kp}$  [2,3].

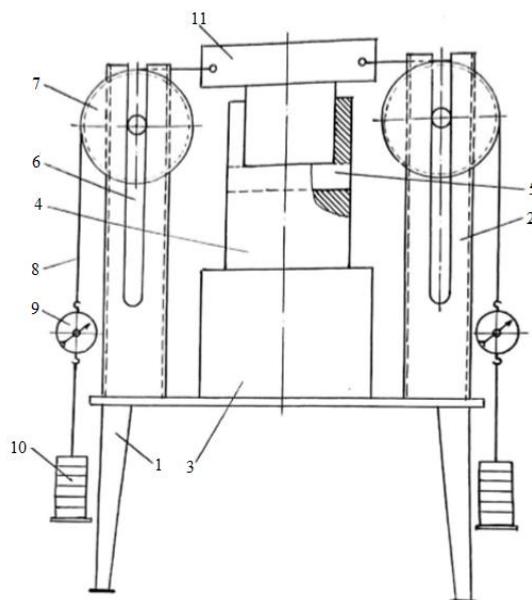
$$P_{kp} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{cyc}^2}{h} \left[ \operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu f (1 + \cos^2 \beta) \right], \quad (1)$$

где  $\delta$  – толщина лезвия,  $m$ ;  $\sigma_p$  – разрушающее контактное напряжение на кромке лезвия,  $Pa$ ;  $h$  и  $h_{cyc}$  – соответственно толщина перерезаемого слоя материала и слоя сжатого лезвием до момента начала резания,  $m$ ;  $\beta$  - угол заточки лезвия,  $grad$ ;  $E$  - модуль упругости,  $Pa$ ;  $\mu$  - 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 перемещается блоки 7 и тяги 8, на одном конце которых закреплены динамометры 9 с грузовыми емкостями 10, а вторым концом к бесфасковому лезвию 11.

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

**3. Сущность реализации методики.** Разрушающее контактное напряжение  $\sigma_p$  зависит от свойств материала и определяется как частное от создаваемого давления  $P_{p_{рез}}$  на площадь  $F_{kp}$  кромки лезвия, находящуюся в контакте с материалом. В процессе резания разрушающее напряжение в значительной мере зависит от ширины режущей кромки,  $\delta$  т.е. остроты лезвия [3]

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

где  $\Delta l$  - 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  $\sigma_p$  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  $\beta$ .

**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  $\sigma = 1 \text{ мм}$ . 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 [2].

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.

**5. 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 [3,4]

$$P_{kp} = P_{рез} + P_{нреп} , \quad (3)$$

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

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

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

Тогда выражение (4) принимает вид

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

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

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

$$P_{kp} \approx P_{prez}. \quad (6)$$

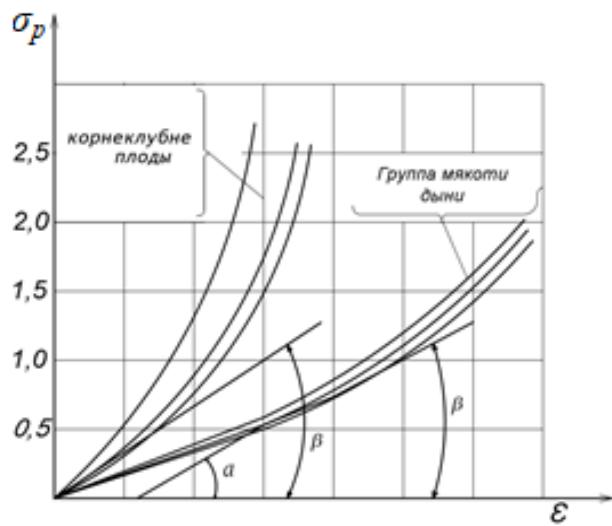
Практическая погрешность от изложенных допущений несущественна и, таким образом, экспериментально разрушающее контактное напряжение можно определить на основании выражения (2).

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 $P_{kp}$ , Па	Удельное усилие резания $P_{yo}$ , Па	Разрушающее контактное напряжение $\sigma_p$ , Па
Ич-кзыл	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.

**Выводы:** таким образом, разработанная методика позволяет экспериментально определить разрушающее контактное напряжения некоторых упруго-вязких материалов растительного происхождения, включающих мякоть дыни, морковь, картофель и свекла.

### **Использованная литература**

1. Шаймарданов Б.П. Технологические основы и обоснование схемы и параметров средств механизации безотходной переработки плодов дыни. Дисс.... докт. техн. наук, Ташкент, 2000. -443с.
2. Рахматов О., Тухтамишев С.С. Экспериментально-теоретические определение модуля упругости и коэффициента трения для овощебахчевых культур. Технические науки. Номер 3. Выпуск 3. – Ташкент, 2020. – С.53-59.
3. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. – Москва.: Машиностроение, 1975. – 311 с.
4. Ящерицын П. И., Ефремов В. Д. Основы резания материалов. – Минск: БГАТУ, 2008. –644с.
5. Talibaev A., Tukhtabaev M. Innovative production of raw cotton technology. IJARSET. India, № Vol. 6, Issue 9. – 2019.
6. Akhmadjanovich T. M. To select optimal tire sets for cultivator tractors //European science review. – 2017. – №. 11-12. – С. 147-149.
7. 22. Tukhtabaev M. A. Scientific bases of choosing the tyres for agricultural tractors. – 2016.