

УДК 636.086.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

А. В. Брусенков, С. М. Ведищев, А. В. Прохоров

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. П. Тишанинов

Ключевые слова и фразы: корнеклубнеплоды; модуль упругости; напряжение сжатия; прочность.

Аннотация: Рассмотрены устройства и методики исследований прочностных свойств корнеклубнеплодов, а также зависимости изменения напряжения сжатия и модуля упругости при изменении величины относительной деформации.

Одной из наиболее энергоемких и распространенных операций при подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию является измельчение, которое предполагает воздействие рабочих органов на измельчаемый материал, имеющий различные свойства. Поэтому показатели работы измельчающего аппарата необходимо рассматривать только в соответствии с физико-механическими свойствами измельчаемого корма.

Для исследования прочностных свойств корнеклубнеплодов изготовлена лабораторная установка, схема и общий вид которой представлены на рис. 1 [1]. В направляющих 2 и 8 неподвижной рамки 3 установлен стержень, состоящий из двух частей: верхней 4 и нижней 13, причем нижняя часть вставлена в верхнюю с возможностью перемещения. Между верхней и нижней частями стержня на чашах вставлена пружина 6. С верхней 5 и нижней 7 чашами связан передаточный механизм 16 указателя 15 пишущего устройства 14. К нижней части 13 стержня крепится винтом фиксации указатель 9 угла наклона плунжера 12.

Для оценки прочности образца помещаем на рабочий стол 11 по центру стержня предварительно подготовленный корнеклубнеплод 10 цилиндрической формы и закрепляем в пишущем устройстве миллиметровую бумагу. Затем плавно нажимаем на рукоятку до разрушения исследуемого образца, а на миллиметровой бумаге получаем кривую (рис. 2).

Брусенков Алексей Владимирович – ассистент кафедры «Агроинженерия»; Ведищев Сергей Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерия», e-mail: serg666_65@mail.ru; Прохоров Алексей Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Агроинженерия», ТамбГТУ, г. Тамбов.

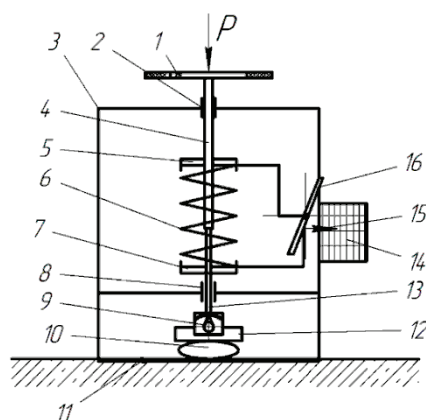


Рис. 1. Схема установки по определению прочности корнеклубнеплодов:

1 – рукоятка; 2, 8 – направляющая; 3 – неподвижная рамка; 4, 13 – верхняя и нижняя части стержня соответственно; 5, 7 – верхняя и нижняя чашки соответственно; 6 – пружина; 9 – указатель угла установки рабочего органа; 10 – исследуемый корнеклубнеплод; 11 – рабочий стол; 12 – плунжер; 14 – пишущее устройство; 15 – указатель; 16 – передаточный механизм

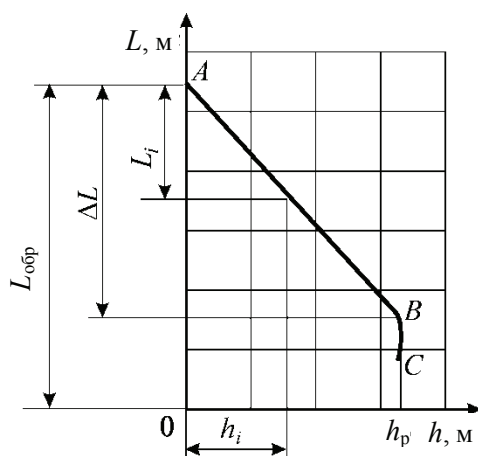


Рис. 2. Зависимость усилия от перемещения плунжера, получаемая на пишущем устройстве

При увеличении усилия на рукоятке (перемещение h_i) исследуемый образец сжимается на величину L_i (см. рис. 2). При достижении усилия, при котором образец начинает разрушаться (точка B), плунжер перемещается на расстояние ΔL и продолжает перемещаться дальше, при этом усилие (перемещение h_p) не только не увеличивается, а даже несколько снижается (BC). Напряжение сжатия в исследуемом образце определим по формуле [2]

$$\sigma_{сж} = \frac{P_h}{S_{обр}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия, Па; P_h – усилие сжатия, Н; $S_{обр}$ – площадь образца, м².

Усилие сжатия вычислим по формуле

$$P_h = h_i K_{пр}, \quad (2)$$

где h_i – величина перемещения указателя в пишущем устройстве, м (см. рис. 2); $K_{пр}$ – коэффициент прибора, получаемый после тарировки, Н/м.

Модуль упругости, Па, найдем по выражению [2]

$$E = \frac{\sigma_{сж}}{\varepsilon}, \quad (3)$$

где ε – величина относительной деформации,

$$\varepsilon = \frac{L_i}{L_{обр}}, \quad (4)$$

где L_i – величина сжатия образца, м; $L_{обр}$ – начальная длина образца, м.

По результатам экспериментальных исследований построены зависимости изменения напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ и модуля упругости E от величины относительной деформации ε , представленные на рис. 3.

Зависимости изменения напряжения $\sigma_{сж}$ от величины относительной деформации ε для корнеклубнеплодов имеют S-образную форму [2]. Вначале напряжение растет медленнее, а при достижении некоторого значения происходит более интенсивный рост до момента разрушения исследуемого образца (см. рис. 3, а). Причем разрушение происходит с характерным звуком, после чего величина напряжения снижается, и в образце образуется трещина (или несколько трещин), направленных под углом к прилагаемой силе.

Значение модуля упругости при увеличении напряжения в образце также изменяется. Причем для некоторых образцов (морковь поперек волокон, картофель) значение модуля упругости вначале возрастает, а затем, при достижении некоторой максимальной величины, начинает плавно снижаться до момента разрушения исследуемого образца (см. рис. 3, б).

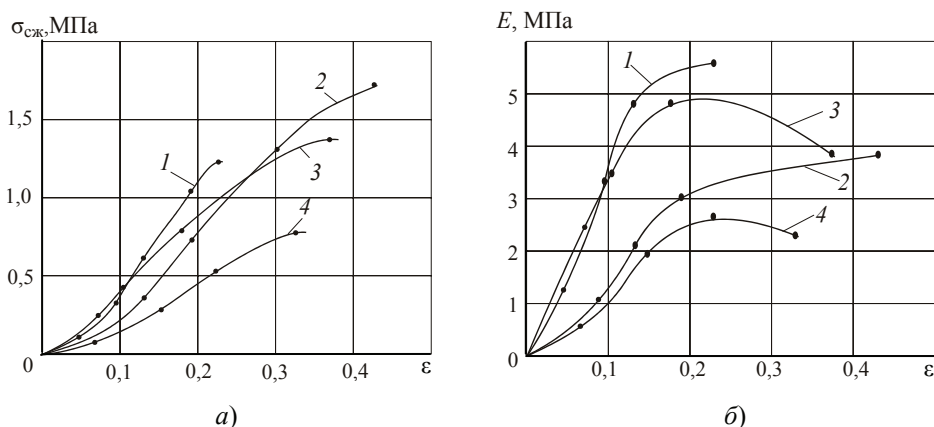


Рис. 3. Зависимости изменения напряжения сжатия (а) и модуля упругости (б) от величины относительной деформации:

1 – картофель; 2 – морковь вдоль волокон; 3 – морковь поперек волокон; 4 – свекла

Это связано с тем, что корнеклубнеплоды являются биологическими образцами, которые имеют неравномерную структуру. Поэтому увеличение нагрузки вначале приводит к сжатию, затем к уплотнению структуры и удалению микропор. Дальнейшее увеличение нагрузки более равномерно распределяется внутри исследуемого образца. Рост напряжений в теле корнеклубнеплодов и увеличение модуля упругости происходит почти по линейному закону, в соответствии с законом Гука.

При достижении для данного вида корнеклубнеплодов предельных значений прочности образец постепенно начинает разрушаться, внутри корнеклубнеплода происходит разрыв связей между отдельными волокнами или клетками, что отражается снижением (морковь поперек волокон, картофель) или замедлением изменения (свекла, морковь вдоль волокон) модуля упругости.

Список литературы

1. Ведищев, С. М. Экспериментальное исследование усилий резания лезвием корнеклубнеплодов / С. М. Ведищев, А. В. Брусенков // *Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского*. – 2011. – № 2(33). – С. 64 – 67.
2. Титенок, А. В. Исследование корнеклубнеплодов сжатием / А. В. Титенок // *Механизация погрузочно-разгрузочных процессов в сельском хозяйстве : сб. науч. работ / Саратов. с.-х. ин-т им. Н. И. Вавилова*. – Саратов, 1997. – С. 27 – 30.

References

1. Vedishchev S.M., Brusenkov A.V. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet imeni V. I. Vernadskogo*, 2011, no. 2(33), pp. 64-67.
2. Titenok A.V. in *Mekhanizatsiya pogruzochno-razgruzochnykh protsessov v sel'skom khozyaistve* (Mechanization of loading and unloading processes in agriculture), Saratov, 1997, pp. 27-30.

Study of Strength Properties of Root Crops

A. V. Brusenkov, S. M. Vedishchev, A. V. Prokhorov

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: compressive stress; elastic modulus; root crops; strength.

Abstract: The paper describes the device and methods of research into the strength properties of root crops, as well as variation of compression and elasticity modulus under changing the value of relative deformation.

© А. В. Брусенков, С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, 2014

Статья поступила в редакцию 12.11.2013 г.