

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*Студенты – Коновко А.К., 86 м, 2 курс, АМФ;*

*Демьянко А.А., 88 м, 2 курс, АМФ*

*Научный*

*руководитель – Колоско Д.Н., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

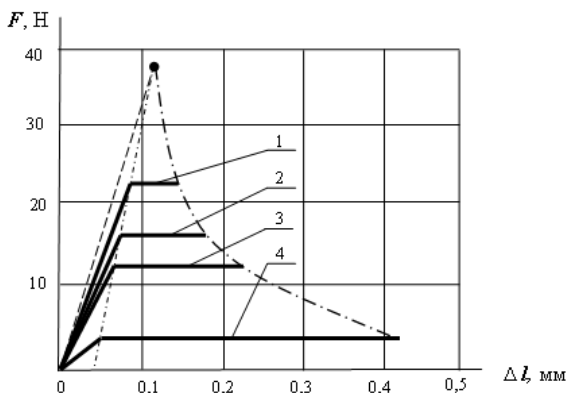
**Аннотация.** В статье рассматриваются влияние влажности на механические характеристики зерновых культур; использование различия прочности анатомических частей зерна при помоле; использование структурно-механических свойств зерна как сыпучей массы при проектировании систем хранения.

**Ключевые слова:** прочность, диаграмма разрушения, анизотропия, эндосперм, влажность, слеживание, объемная плотность.

Для обоснования элементов конструкций рабочих органов зернового производства на стадиях проектирования и изготовления необходимы данные о технологических свойствах зерновых культур, которые определяются морфологическим строением и структурно-механическими свойствами зерен и зерновой массы. Учет особенностей зерна различных культур позволяет устанавливать технологические регулировки применяемых машин и режимы их работы. Снижение повреждений зерен в массе требует знания прочностных, гранулометрических и структурных характеристик.

Механические характеристики материалов подразделяются на три группы – прочности (пределы пропорциональности  $\sigma_p$ , текучести  $\sigma_t$  и прочности  $\sigma_b$ ), пластичности (относительные остаточные удлинение  $\delta$  и сужение  $\psi$ ), вязкости (удельная работа на единицу объема  $a$ ). Для их определения строится диаграмма зависимости изменения деформации ( $\Delta l$  или  $\epsilon$ ) от нагрузки.

На рисунке 1 приведены диаграммы разрушения зерна пшеницы при сжатии. Прямолинейный участок характеризует упругие свойства зерна – деформация прямо пропорциональна нагрузке в соответствии с законом Гука. При повышении влажности зерна график переходит в горизонтальную линию вследствие проявления пластических свойств зерна.



Особенностью механических характеристик зерновых культур является их непостоянство и изменчивость в зависимости от многих факторов: формы семян, характера поверхности, абсолютного и удельного веса, гигроскопичности, упругости.

При повышении влажности линейные размеры зерна изменяются неодинаково: увеличение ширины достигает 10,8 %, толщины 6,2 %, длины 5,2 %. Наиболее устойчивым размерным признаком является длина зерна. Физическое явление различия свойств материала (тела, среды) в зависимости от направления называется анизотропией.

Для разделения оболочек и эндосперма (ядра) зерна необходимо обеспечить существенное различие их прочности. При этом в мукомольном производстве повышают прочность оболочек, а эндосперма снижают; в крупяном – наоборот, стремятся снизить прочность цветковых пленок и увеличить прочность ядра.

Механические характеристики материалов характеризуются также физическими постоянными: модулями упругости (модуль Юнга  $E$  и модуль сдвига  $G$ ), коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона  $\mu$ ).

В таблице 1 приведены показатели механических характеристик зерна и ядра крупяных при двух значениях влажности (в числителе данные по зерну, в знаменателе – по ядру).

Таблица 1 – Механические характеристик зерна и ядра крупяных культур

Культура	Влажность, %	Предел прочности $\sigma_b$ , МПа	Относительная деформация $\epsilon$	Модуль упругости E, МПа
Ячмень	11,6	4,90/5,10	0,13/0,12	24,8/27,9
	17,0	3,40/3,89	0,18/0,17	12,7/16,0
Овес	11,6	3,60/3,80	0,24/0,20	14,3/18,6
	17,0	1,25/1,80	0,47/0,39	3,5/6,0
Просо	11,6	4,30/4,56	0,16/0,14	20,2/23,5
	17,0	2,36/2,86	0,24/0,21	7,8/6,0

Из приведенных данных следует, что при повышении влажности снижаются упругие и возрастают пластические свойства зерна, у разных культур эти изменения различны. При повышении влажности с 11,6 до 17 % модуль упругости зерна ячменя снизился вдвое, проса – втрое, овса – в четыре раза.

Еще более существенным является отличие прочностных характеристик анатомических частей зерна пшеницы: прочность оболочек находится на уровне 27–33 МПа, прочность эндосперма – около 3 МПа, т. е. в 10 раз ниже [2]. Это различие используется при помоле: измельчение эндосперма протекает интенсивнее, чем оболочек, последние образуют крупные частицы, которые хорошо удаляются при сортировании продуктов измельчения на ситах и не засоряют сортовую муку.

Прочность зависит также от сортовых особенностей, крупности зерна (мелкое зерно отличается повышенной прочностью). Например, предел прочности крупной фракции зерна пшеницы Дурум составляет 7,5–8,5 МПа, мелкой фракции – 9,5–11,5 МПа.

Структурно-механические свойства зерновых культур обусловлены их движением как сыпучей гранулированной массы и зависит от размера и формы частиц, плотности, угла естественного откоса, внутреннего и внешнего трения, сцепляемости. При исследовании структурно-механических свойств сыпучих материалов их представляют как комплекс очень большого числа мелких твердых частиц, которые перемещаются относительно друг друга.

Такие материалы приобретают форму емкости, в которой хранятся, подобно жидкости. Основные характеристики зерновой массы представляют собой сочетание характеристик жидкости и твердого тела, т.е. «полужидкости» или «квазизидкости».

Частицы гигроскопичных материалов поглощают влагу до тех пор, пока не наступает определенное состояние, при котором дальнейшее поглощение влаги невозможно – слеживание.

Понятие объемной плотности существенно для определения показателей при проектировании системы хранения. Плотность гранулированного продукта определяется без учета влияния сжатия продукта. Со временем в результате оседания воздух выходит из сыпучей массы. Уменьшение занимаемого объема приводит к увеличению объемной плотности до 20 %.

Из приведенных примеров следует, что механические характеристики прочности зерна зависят от сортовых особенностей и крупности зерна, определяют сохранение его целостности при перемещении по транспортным системам и в процессе послеуборочной обработки, при помоле – расход энергии на измельчение. Повышение влажности увеличивает значения относительной деформации  $\epsilon$ , снижает значения предела прочности  $\sigma$  и модуля упругости  $E$ .

Структурно-механические свойства зерновых культур как сыпучей гранулированной массы представляют собой сочетание характеристик жидкости и твердого тела, влияющих на процесс проектирования систем хранения. Значительное повышение влажности приводит к слеживанию зерновой массы.

#### **Список использованных источников**

1. Все о зерне. Технологии хранения и переработки – Режим доступа: <https://visacon.ru/svoystva-zerna/2327strukturno-mehanicheskie-svoystva-zerna-prochnost-zerna-chast-2.html>.
2. Боуманс, Г. Эффективная обработка и хранение зерна / Г. Боуманс; Пер. с англ. В.И. Дашевского. – М. : Агропромиздат, 1991. – 607 с. – Режим доступа: <https://www.activestudy.info/povedenie-zerna-kak-sypuchego-materiala/>

**УДК 621.867**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БУФЕРНОГО УСТРОЙСТВА**

*Студент – Гошко И.А., 25 мо, 2 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Сашко К.В., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Мостовые краны в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, краны и грузоподъемные тележки, передвигающиеся по крановому пути, для смягчения возможного удара об упоры или друг друга должны быть снабжены упругими буферными устройствами.