

2. Леонов, А.Н. Разработка конструкции двухроторного измельчителя зерна вертикального типа / А.Н. Леонов, А.И. Пунько, М.В. Иванов // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч., Минск, 11–12 апреля 2013 г.; под общ. ред. В.Б. Ловкиса, В.Н. Дашкова, Т.А. Непарко. – Минск: БГАТУ, 2013. – Ч. 1. – С. 102–104.
3. Пунько, А.И. Обоснование конструкции мультироторного измельчителя зернофуража вертикального типа / А.И. Пунько, М.В. Иванов // Научно-технический прогресс в сельскохоз. производстве: докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 16–17 октября 2013 г.: в 3 т. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва»; редкол.: П.П. Казакевич [и др.]. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – Т. 2. – С. 190–193.
4. Пунько, А.И. К вопросу обоснования конструкции двухроторного измельчителя зернофуража / А.И. Пунько, М.В. Иванов // Молодежь в науке – 2013: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 19–22 ноября 2013 г. – Минск, 2013. – С. 86–87.

УДК 636.085:7:631.363.21

С.А. Дрозд
(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ

Введение

Энергетическим проблемам технологии переработки зерна уделяется большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом. На технологическую операцию измельчения зерна при приготовлении комбикормов требуется 30–70 % энергии, потребляемой на весь процесс комбикормового производства [1].

Результаты исследований

Одним из эффективных способов снижения энергоемкости процесса измельчения является двухстадийное измельчение, позволяющее не только уменьшить энергоемкость процесса, но и повысить качество и однородность измельченного зерна.

На первой стадии двухстадийного измельчения осуществляется предварительное воздействие на зерно, что способствует нарушению целостности зерна и образованию в нем микротрещин, тем самым снижается его прочность. На второй стадии «ослабшее» зерно измельчается до надлежащего качества, соответствующего зоотехническим требованиям. Данный способ позволяет использовать наиболее энергоэффективные режимы оборудования на обеих стадиях измельчения, тем самым снизить его энергопотребление [2].

Для оптимизации работы оборудования при двухстадийном измельчении, которая позволит снизить энергоемкость процесса измельчения зерна, необходимо иметь достоверное представление о самом процессе разрушения зерна при статическом нагружении.

Подобные исследования проводились многими учеными, наиболее полными являются работы профессора С.В. Мельникова [3], на их основании были сделаны выводы о том, что разрушение зерна происходит в три этапа: на первом этапе преобладает упругая деформация; на втором – пластическая деформация; на третьем этапе происходит разрыв молекулярных связей в зерне, что приводит к образованию новых поверхностей, и так происходит циклично до полного разрушения зерна.

При этом не приводятся данные исследования нагружения зерна до полного разрушения, также в исследованиях приводятся графические зависимости, на которых отсутствуют числовые значения оказываемой нагрузки в процессе исследования разрушения зерна, необходимые для оптимизации двухстадийного измельчения.

Для получения достоверных данных о разрушении различных зерновых культур при статическом сжатии было произведено исследование разрушения зерна разных культур на специально разработанном и изготовленном стенде, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Данный стенд предназначен для исследования прочностных свойств зерна и определения изменения толщины зерновки при статическом сжатии [4].

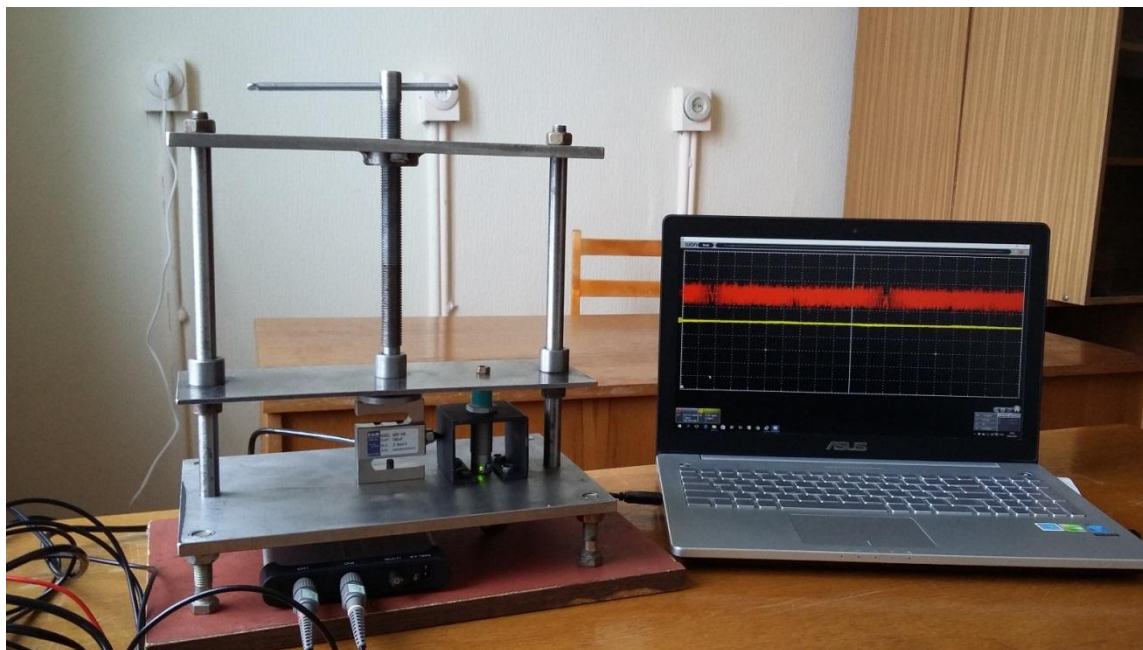


Рисунок 1. – Общий вид стенда для изучения разрушения зерна при статическом сжатии

Стенд состоит из основания, на которое устанавливаются стойки, служащие направляющими для движения рабочей траверсы и креплением для неподвижной траверсы. Исследуемое зерно кладется на предметный столик и сжимается при помощи винтового механизма, закрепленного на верхней неподвижной траверсе. Усилие сжатия передается через рабочую пластину и прижимную надставку на исследуемое зерно.

Измерение силы, воздействующей на зерно, фиксируется при помощи тензометрического датчика фирмы «CAS» SBA 100L, состоящего из четырех тензорезисторов, включенных по мостовой схеме. Максимальный предел измерения нагрузки – 100 кг. Датчик неподвижно закреплен на основании стенда с одной стороны, а с другой стороны на него крепится предметный столик.

Измерение степени деформации зерна производится путем разности начального и конечного значений расстояния между предметным столиком и надставкой, между которыми располагается исследуемое зерно. Измерение расстояния осуществляется при помощи индуктивного датчика линейного перемещения IFM electronic IG6084, установленного на одном уровне с предметным столиком. Индуктивный датчик бесконтактно измеряет расстояние между собой и пластиной, закрепленной на одном уровне с прижимной надставкой.

На рисунке 2 представлены передаточные функции тензометрического и индуктивного датчиков.

По графической зависимости передаточной функции тензометрического датчика (рисунок 2а) получена формула для пересчета выходного сигнала датчика в реальное значение массы, воздействующей на зерно:

$$m = \frac{(X_1 - 36,147)}{0,722},$$

где X_1 – выходной сигнал с тензометрического датчика, мВ.

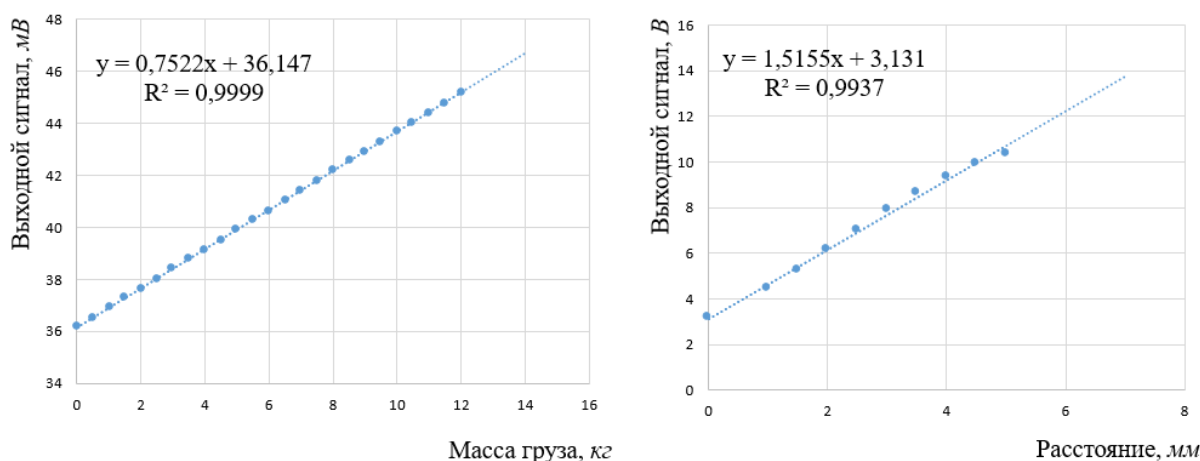


Рисунок 2. – Передаточная функция (а) тензометрического, (б) индуктивного датчиков

По графической зависимости передаточной функции индуктивного датчика линейного перемещения (рисунок 2б) получена формула для пересчета выходного сигнала датчика в расстояние между предметным столиком и надставкой, между которыми расположено исследуемое зерно:

$$l = \frac{(X_2 - 3,131)}{1,5155},$$

где X_2 – выходной сигнал с индуктивного датчика, В.

Исследования разрушения зерна при статическом сжатии производились на ячмене, пшенице и овсе. Влажность исследуемого зерна не превышала 14 %, что соответствует влажности зерна при его хранении.

На рисунке 3 представлены графические зависимости разрушения зерна ячменя при нагруженной по толщине и ширине зерновке. Ячмень является самой твердой культурой и может дать наиболее полную картину разрушения зерна.

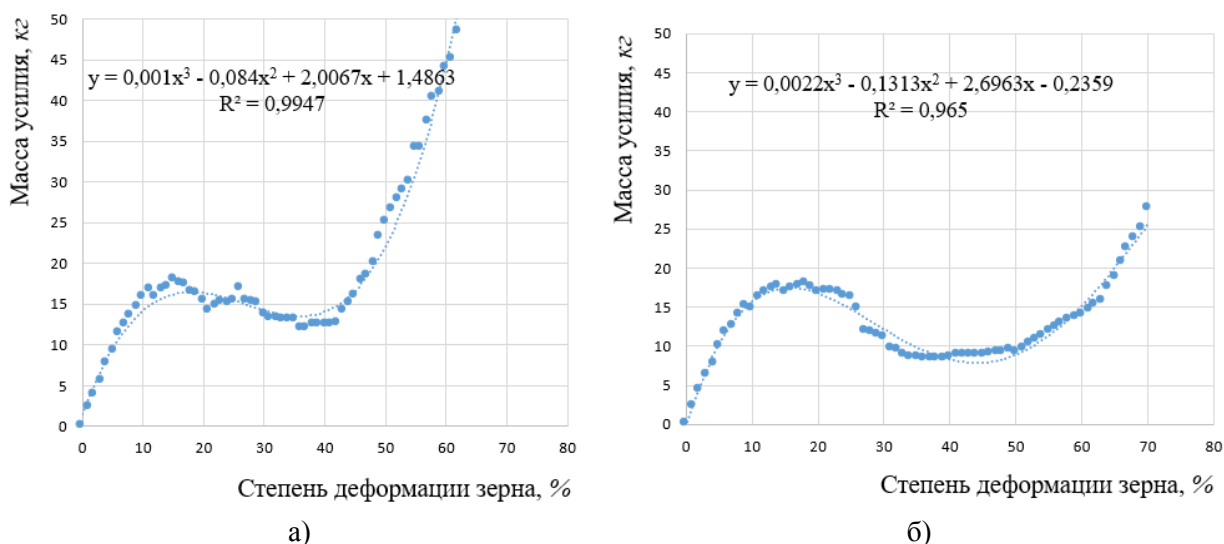
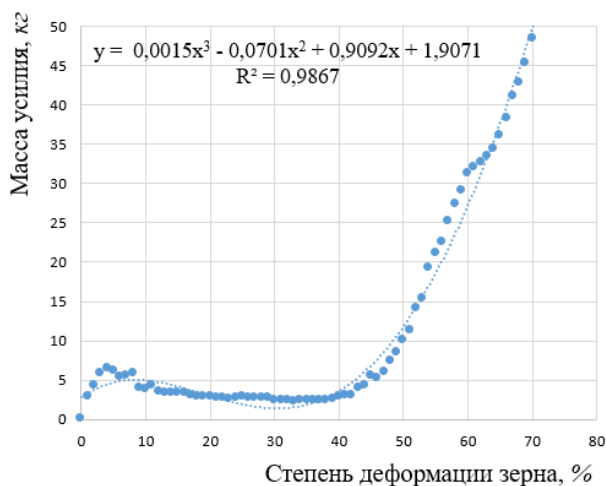
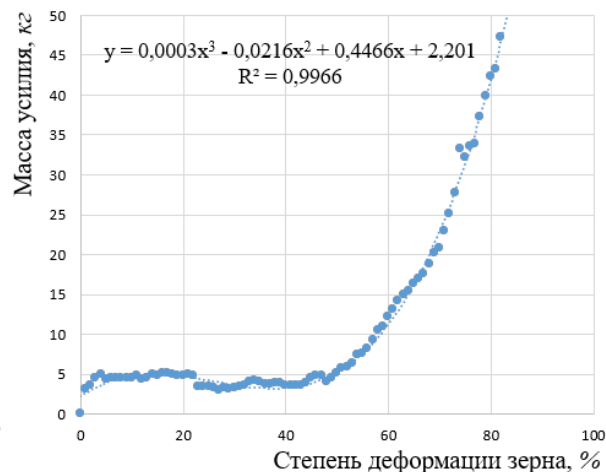


Рисунок 3. – Экспериментальные зависимости, описывающие разрушение зерна ячменя (а) при воздействии по толщине; (б) при воздействии по ширине зерна

На рисунке 4 представлены графические зависимости разрушения зерна пшеницы при нагруженной по толщине и ширине зерновке.



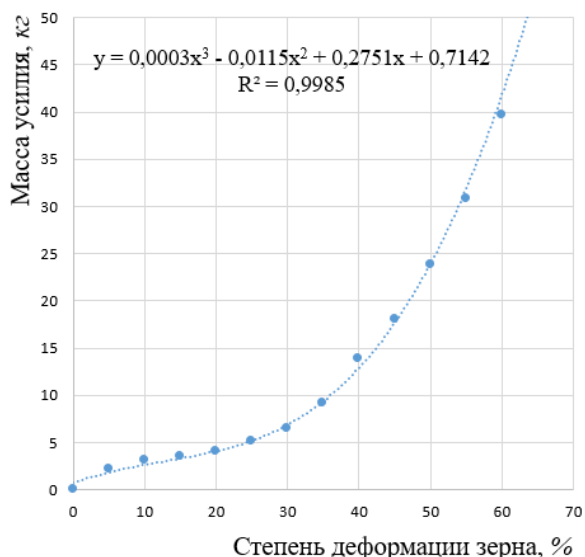
а)



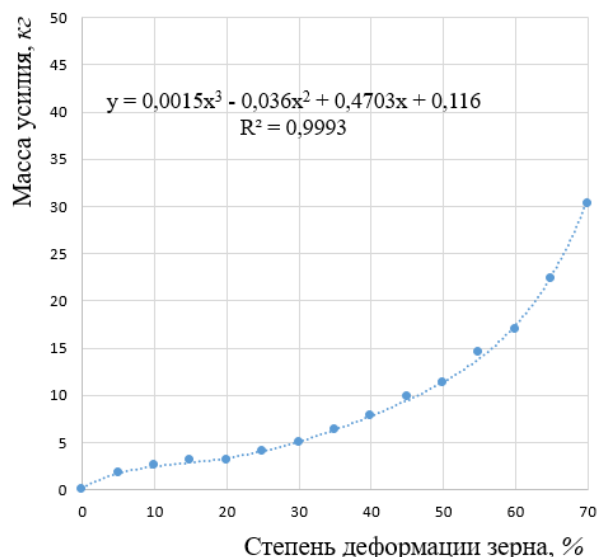
б)

Рисунок 4. – Экспериментальные зависимости, описывающие разрушение зерна пшеницы (а) при воздействии по толщине; (б) при воздействии по ширине зерна

На рисунке 5 представлены графические зависимости разрушения зерна овса при нагруженной по толщине и ширине зерновке.



а)



б)

Рисунок 5. – Экспериментальные зависимости, описывающие разрушение зерна овса (а) при воздействии по толщине; (б) при воздействии по ширине зерна

Все исследования производились при разрушении одной зерновки с четырехкратной повторностью, на графических зависимостях (рисунок 3–5) приводятся средние арифметические значения экспериментальных исследований, зерна для которых отбирались без видимых дефектов и трещин.

Полученные значения аппроксимировались, что позволило получить описывающие процесс разрушения зерна при статическом сжатии полиномиальные уравнения, которые представлены на рисунках 3–5.

Заключение

В процессе исследования получены данные о механизме разрушения зерна, позволяющие в дальнейшем минимизировать затраты ресурсов при обосновании параметров и режимов работы технологического оборудования для двухстадийного измельчения зерна.

22.06.2016

Литература

1. Janiak, G. Metodyka okreslania cech wytrzymalosciowych ziarna dla potrzeb procesow przetworstwa / G. Janiak, J. Laskowski // Biul. Nauk. Przem. Pasz. XXXV. – 1996. – N 1. – S. 45–58.
2. Методика обоснования параметров двухстадийного измельчителя зерна / В.Н. Дашков, Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд // Вестник БГСХА. – 2014. – № 2. – С. 190–193.
3. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград: Колос, 1978. – 560 с.
4. К вопросу об исследовании разрушения зерна при динамическом и статическом сжатии / Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд, Л.Г. Ванькович, Т.В. Паромчик // МНПК: Пер. с/х продукции. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 153–156.

УДК 631.333:631.862

Э.В. Дыба

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

А.И. Бобровник

*(Белорусский национальный
технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь)*

К ОБОСНОВАНИЮ ТИПА РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

Введение

Внесение жидкого навоза (ЖН) осуществляют внутрипочвенным или поверхностным способами. Внутрипочвенное внесение выполняется специальными комбинированными машинами. Процесс внутрипочвенного внесения ЖН происходит следующим образом. Во время движения машины рабочий орган образует канавку (щель, полость), размеры которой зависят от его типа и конструктивных и кинематических параметров. Навоз, находящийся в цистерне, подается по трубопроводам в распределитель (делительную головку), ротор которого, вращаясь, распределяет ЖН в равных количествах по выливным шлангам. Концы шлангов закреплены к рабочим органам таким образом, чтобы навоз из них непрерывно заполнял продельваемые в почве канавки. Объем подаваемого навоза должен быть равен объему образованной канавки.

Актуальность

Процесс внутрипочвенного внесения ЖН более энергоемок, чем распределение его по поверхности поля, так как операция внесения осуществляется одновременно с почвообработкой. Однако затраты окупаются дополнительной прибавкой урожая основных сельскохозяйственных культур на 10–15 %. При подаче навоза непосредственно в почву эффективно используется до 90 % аммиачного азота, исключение поверхностного стока и снижение испарения аммиачного азота ведет к уменьшению загрязнения окружающей среды [1].

Тип рабочих органов и их параметры выбираются с таким расчетом, чтобы при внутрипочвенном внесении не происходило вылива навоза на поверхность почвы. Поэтому обоснование типа и параметров рабочего органа для внутрипочвенного внесения навоза является актуальной задачей.

Основная часть

При разработке машин для внутрипочвенного внесения ЖН важно прежде всего обосновать тип рабочего органа, который в наибольшей степени удовлетворял бы