

# ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО СТЕРЖНЕВОГО ПРУТООБРАЗНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЗЕРНА

**ЕЖИ КАЛЬВАЙ** (Техническая сельскохозяйственная академия в Быдгощи, Республика Польша)

Главная причина высокой энергоемкости размола зерна - чрезмерная линейная скорость рабочих элементов (ок. 100 м/с) и случайный характер процесса. В Технической сельскохозяйственной академии в Быдгощи разработана конструкция молоткового измельчителя с новым профилем рабочего органа (квадратный прут в сечении), который 5-тикратно снижает скорость рабочего комплекса и действует по неударному принципу.

Зерновые в условиях средней климатической полосы являются основным продуктом питания людей и с.-х. животных. В Польше ежегодно собирают около 20 млн. т. зерна, из них 20% предназначено на семенной материал, остальное количество (вместе с импортными поставками) направляется на размол. Следует отметить, что всего лишь около 6 млн. т. зерна идет на удовлетворение пищевых нужд населения (продукция муки и изделий), остальное количество, примерно 16 млн. т., используется на кормовые цели.

Размол зерна в мукомольной промышленности почти полностью реализуется на вальцовых мельницах, тогда как в кормопроизводстве практически везде используются молотковые дробилки (измельчители).

Молотковые мельницы принадлежат к группе ударнодробящих машин, прототип которых был разработан немецкой фирмой "Hartman" в 30-х годах XX в. и

до сих пор не претерпел принципиальных изменений (рис. 1).

Эти устройства обладают некоторыми недостатками, которые берут свое начало в самом

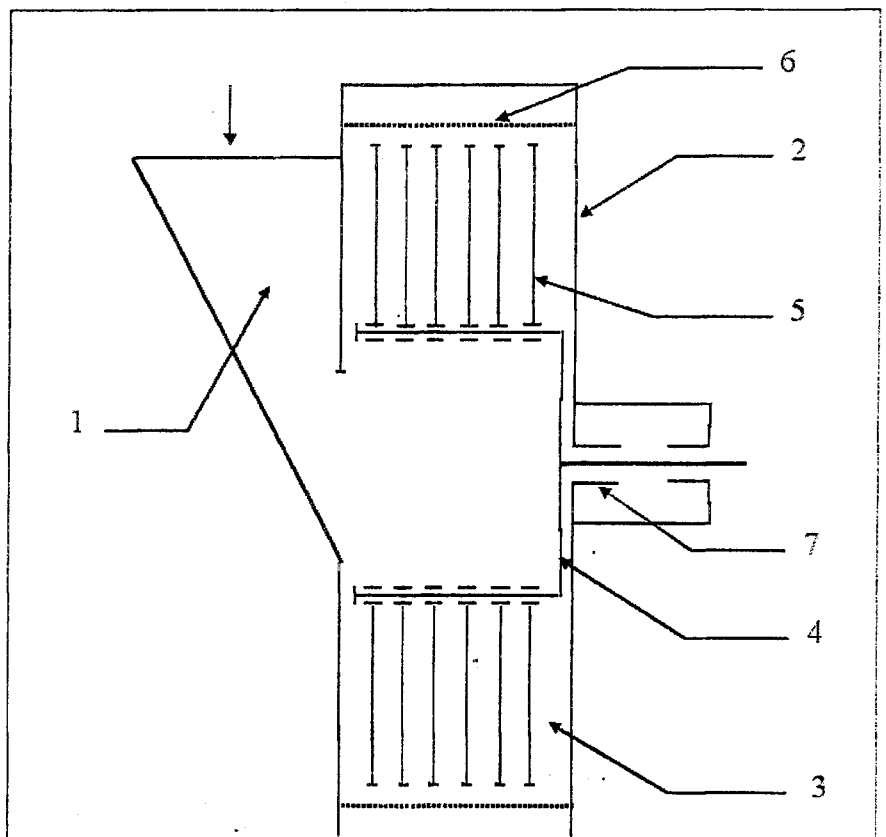


Рис. 1. Традиционная конструкция молоткового измельчителя:  
1 - загрузочный бункер, 2 - корпус, 3 - рабочая камера (зона измельчения), 4 - вращающаяся часть (ротор), 5 - молотки, 6 - сито, 7 - подшипник.

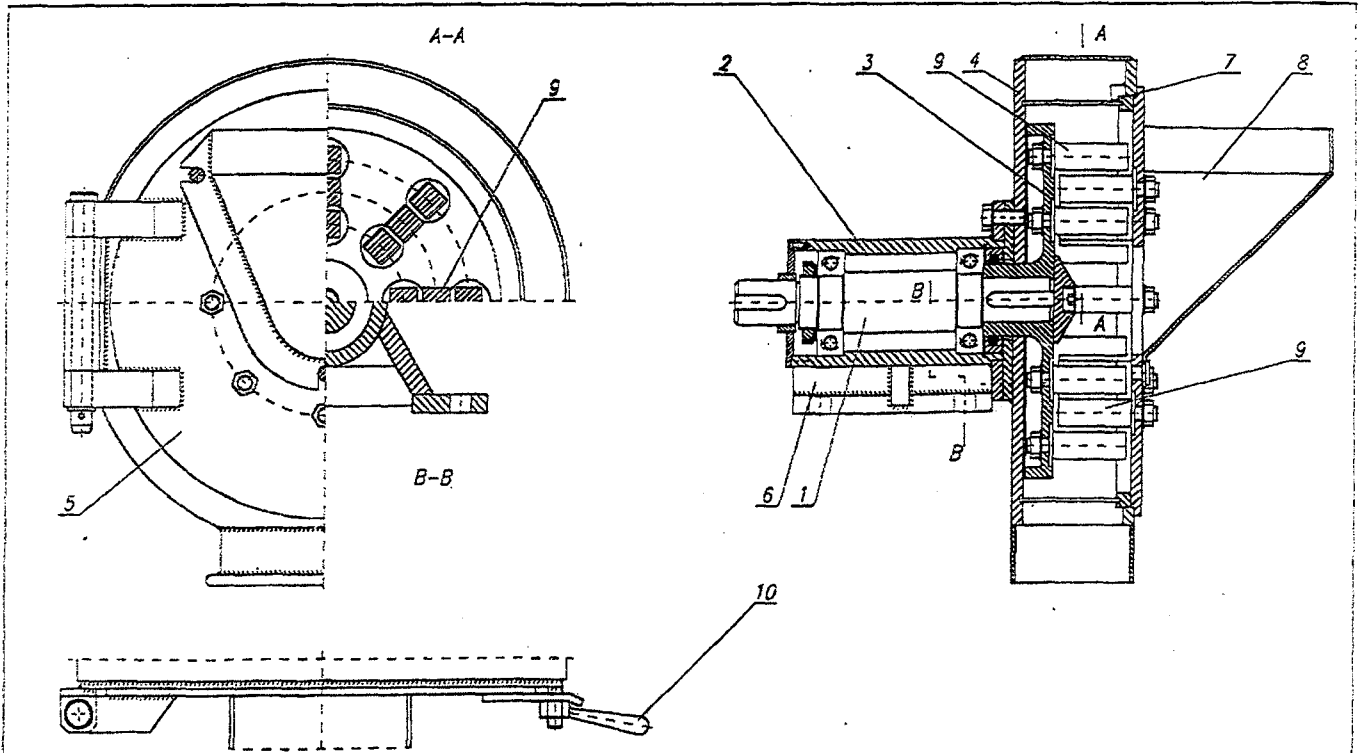


Рис. 2. Прутообразный измельчитель:

1 - вал, 2 - крепление подшипников, 3 - ротор, 4 - корпус, 5 - дверь, 6 - крепление корпуса, 7 - комплектное сито, 8 - загрузочный бункер, 9 - пальцы, 10 - рукоятка.

принципе ударного размола, характеризующемся чрезмерными оборотами рабочих элементов (для измельчения зерновых культур минимальная окружная скорость концов молотков составляет 42 м/с), в реальной машине она достигает 100 м/с, а также неуправляемый характер процесса в рабочей камере. Как следствие - долгое пребывание материала в рабочей камере, что влечет за собой чрезмерное измельчение зерен и необоснованно высокую энергоемкость процесса.

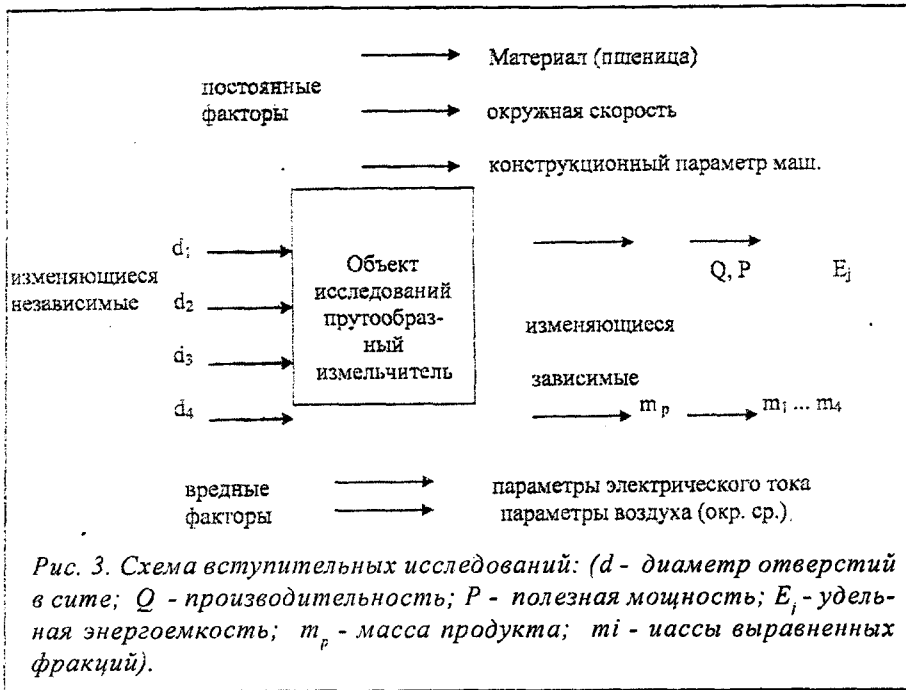
Особое внимание обращает на себя "функциональный дуализм" молоткового измельчителя, выражающийся в одновременной реализации двух заданий: размола зерна в рабочей камере и просев через сито, охватывающее камеру. Сито оказывает вспомогательное влияние на процесс размола воздействием острых краев отверстий на

зерно, в то время, как добавочная функция молотков в просеве заключается в передаче потоку размолотых частиц энергии, необходимой для их прохода в перфорации сита. Удачно спроектированная мельница это та, где точно совпадают производственные характеристики измельчающего и просеивающего аппаратов. В противном случае, пропускная способность сита будет детерминировать производственную характеристику измельчителя.

#### **Конструкция прутообразного измельчителя.**

До сих пор известны пальцевые измельчители, используемые для порошковых материалов химического производства, характеризующиеся круглым сечением пальцев, которые работают на очень высоких оборотах. В статье описано устройство, представляющее собой адаптацию указанного измель-

чителя, предназначенного для размола зерновых. Описаны необходимые конструктивные усовершенствования, которые снизят энергоемкость процесса для мягких материалов, не обладающих выраженной структурой (не кристаллы, не волокна). Поиски экологических технологий и, прежде всего, энергосберегающих, привели к тому, что появился интерес к иным методам измельчения, когда высокая скорость рабочего элемента не является главным условием. Это: смятие, стирание, сгибание, ломка и резка. Более пристальное внимание привлекли три последние способа - как относительно редко реализуемые в практике и обладающие важными преимуществами. Углубленный анализ привел к поиску нового конструкционного варианта - прутообразного рабочего органа измельчителя. Мы опустили описание типовых рабочих



узлов этой машины, т.к. это было сделано выше.

Новое конструкторское решение рабочей камеры представлено на рис. 2. Она состоит из вала 1, крепления подшипников 2, ротора 3, корпуса 4, дверей 5, крепления корпуса 6, комплектного сита 7, загрузочного бункера 8, пальцев 9, рукоятки 10. На внутренней стороне дверей 5 равномерно по окружности расположены неподвижные пруты, все одинаковые, в разрезе имеющие квадратный профиль (поз. 9 на сеч. А-А). Боковая ширина каждого прута - 7 мм; как количество неподвижных прутов (в среднем 12 шт.), так и точки их крепления могли бы быть изменены. Вторым важным элементом рабочего комплекса является вращающаяся часть - ротор, также имеющая пруты - "подвижные", благодаря своей установке на роторе в виде двух "окружностей" разного диаметра. Когда дверцы с неподвижными прутами закрывают ротор, образуется рабочая камера между прутами ротора и дверьми, взаимно входящими в пространство между собой. В такой рабочей камере наблюдаем два рабочих про-

странства, амплитуда колебаний от 3 до 5 мм. Была установлена угловая скорость вращения внешних прутьев - 20 м/с с возможным скачкообразным ее изменением до 10 м/с. Выходная скорость ротора - 900 об/мин. Изнутри он также охвачен ситом, укрепленным в пазах.

Рабочий процесс в новой камере выглядит следующим образом. Зерно, расположенное в загрузочном бункере под действием силы тяжести через регулируемую щель попадает на вращающиеся пруты. Задачей последних является вовлечение зерновок во вращательное дви-

жение под действием центробежной силы и их равномерное распределение. Далее зерно попадает в пространство первой (большой) рабочей щели, подвергается измельчению и переходит в следующую рабочую щель, где происходит второй этап размола. Дополнительное назначение внешних прутьев - придание размолотым частицам скорости с целью их прохода через отверстия в сите. Выводящим каналом размолотый материал перемещается в нижний сборник готового продукта.

Предварительная оценка конструкции позволяет утверждать следующие преимущества прутобразного измельчителя (в сравнении с молотковым): 5-ти кратное снижение скорости вращения рабочих элементов; более управляемый (не случайный) поток массы и энергии; возможность устранения сита из рабочей камеры за счет соответствующего технологического подбора прутков.

**Результаты исследований.**

Целью разработки новой конструкции прутобразного измельчителя были: функциональное усовершенствование технологических показателей (гранулометрический состав); снижение энергоёмкости размола.

Для достижения указанной цели проведены исследования на

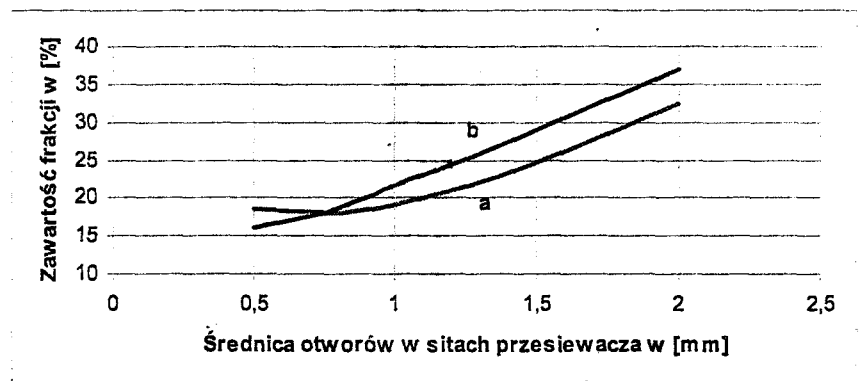


Рис. 4. Гранулометрический состав зерна пшеницы, полученного после: а - молоткового и б - нового измельчителей.

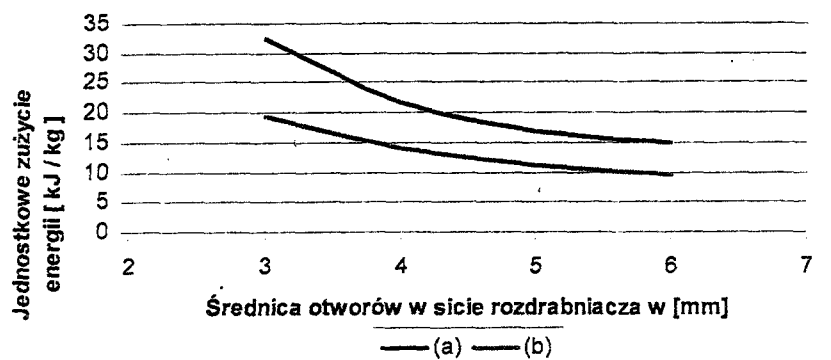


Рис. 5. Зависимость удельной энергоемкости измельчения пшеницы от диаметра отверстий в сите: а - молоткового и б - нового измельчителей.

модели прутеобразного измельчителя, согласно рис.3.

Результаты исследований представлены на рис. 4, 5. Здесь

можно сделать следующие выводы:

1) продукт, полученный с прутеобразного измельчителя,

характеризуется большим количеством крупнозернистой фракции, в среднем на 18 % при одновременном уменьшении запыленности ( в сравнении с продуктом с молотковой мельницы)

2) преимущество прутеобразного измельчителя над молотковым выражается в меньшей энергоемкости процесса, в среднем на 32 %

3) энергетические преимущества в использовании прутеобразного измельчителя гораздо выше в связи с выполнением меньших отверстий в ситах, т.е. в области более высокой ценности степени измельчения.

## РЕЦИКЛИНГ СИНТЕТИЧЕСКИХ УПАКОВОК И АСПЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МАРЕК БЕЛИНСКИ (Техническая сельскохозяйственная академия, Быдгощ, Республика Польша)

**П**роизводство упаковочных изделий в течение последних нескольких лет развивается очень интенсивно и занимает в Польше ведущую позицию. Показатель рентабельности производства большинства упаковок постоянно растет и достигает сегодня почти 9 %. По данным PAIZ (Польское агентство зарубежных инвестиций) производством упаковок в Польше занимаются более 2000 фирм, которые выпускают металлическую, стеклянную, бумажную, деревянную и синтетическую упаковки.

Важными направлениями исследовательской и перспективной деятельности в этой области в Польше, признаны:

исследование взаимодействия «продукт - упаковка»; исследование новых материалов, упаковок и их систем, а также оценка последних в технологиях упаковок; совершенствование измерительных технологий;

оценка и минимализация загрязнения окружающей среды упаковочными материалами.

Проблема охраны окружающей среды более всего заостря-

ется, когда речь идет о синтетических упаковках, отечественное производство которых, включая импорт, оценивается ежегодной реализацией в Польше более чем 2,0 млн. тонн. 10-летние наблюдения реального роста производства и переработки синтетических изделий подтверждают выражительное увеличение количества товаров из полимерных материалов (прежде всего упаковок) в общем использовании на одного жителя Польши.

Различные виды утилизации полимерных материалов и выте-