

УДК 635.1

УСТРОЙСТВА ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Ведищев Сергей Михайлович

доктор технических наук, профессор,

Прохоров Алексей Владимирович

кандидат технических наук, доцент,

Глазков Андрей Юрьевич

аспирант,

Шемонаев Иван Александрович

магистрант,

Прохорова Виктория Олеговна

магистрант

agro@mail.tstu.ru

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

Аннотация. Рассмотрены конструкции приборов для исследования коэффициентов покоя и движения, внутреннего и внешнего трения. Дан их анализ, преимущества и недостатки. Выявлено направление совершенствования конструкции приборов для определения коэффициентов трения.

Ключевые слова: коэффициент трения, прибор, сыпучие материалы.

При проектировании новых машин, внедрении новых материалов в конструктивных элементах машин, уточнения технологических и энергетических параметров необходимо знать физико-механические свойства сыпучих материалов, в частности коэффициенты трения: внутреннего, внешнего и трения движения. Для исследования данных параметров сыпучих материалов разрабатываются и патентуются разнообразные установки и способы определения [1-10].

Устройство приборов для определения коэффициента силы трения покоя, коэффициентов трения покоя с наклонной плоскостью, как правило, имеют вид, представленный на рисунке 1 [1, 2]. Устройство включает в себя платформу 2 (рис. 1, а), шарнирно закрепленную на станине 1, шкалу 5 для фиксации угла подъема, пластину 3 с нанесенной исследуемой поверхностью, на которой размещен исследуемый сыпучий материал 4, механизм подъема платформы 6.

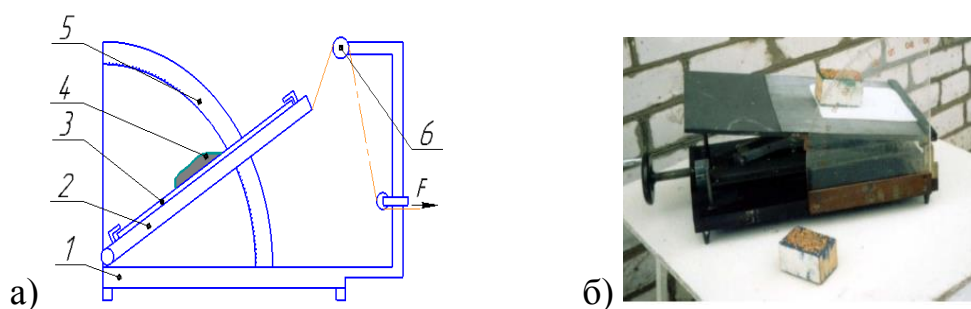


Рисунок 1 - Устройство для определения коэффициента трения покоя: а) схема прибора для определения коэффициента силы трения покоя, б) общий вид установки ТМ-21

Работают приборы данного типа следующим образом. В продольные пазы пластины, закрепленной на предварительно опущенной в нижнее положение платформе, укладывают частицы исследуемого сыпучего материала. Затем тяговым устройством медленно поднимают платформу с закрепленной пластиной до момента начала скольжения частиц по продольным пазам. При этом углы (α) начала скольжения частиц регистрируют по шкале и определяют среднюю величину α , по которой определяют коэффициент силы трения покоя, как тангенс угла α .

Также достаточно широко применяются устройства для определения коэффициентов внутреннего и внешнего трения (рис. 2) [6, 7].

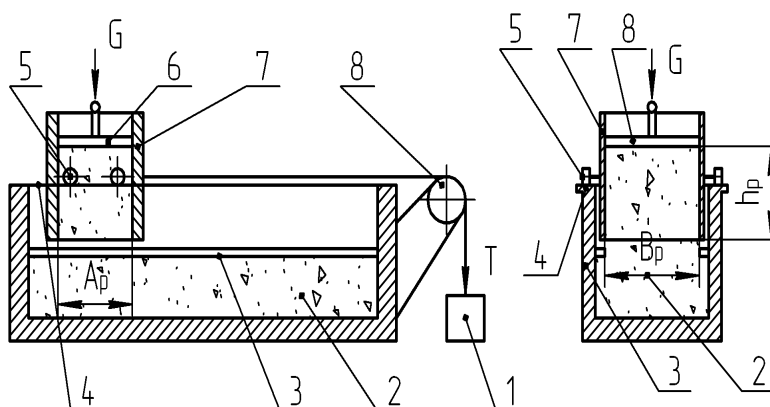


Рисунок 2 - Устройство для определения коэффициентов трения (трибометр): 1 – грузовая чашка; 2 – насыпной материал; 3 – нижние направляющие; 4 – верхние направляющие; 5 – катки; 6 – пластина; 7 рамка; 8 блок.

Устройство состоит из желоба 2 и рамки 7. Рамка 7 опирается катками 5 на верхние направляющие 4 и соединена с грузовой чашкой 1 шнуром, перекинутым через блок 8. Исследуемый материал в рамке 7 прижимается к материалу желоба пластинами 6. При определении коэффициента внешнего трения насыпного корма о твердую поверхность на нижние направляющие 3 устанавливается пластина из твердого материала.

Недостатки – ограниченная область применения; возможность исследования только коэффициентов трения покоя.

Приборы, в которых взята за основу подвижная рамка с вращающейся исследуемой поверхностью, позволяют исследовать коэффициенты трения покоя и движения на различных поверхностях [3-5].

Подобные устройства, как правило, применяются для исследования коэффициентов трения покоя и движения материалов (например, корнеклубнеплодов) о различные поверхности [3, 4]. Устройство для определения коэффициента трения, содержат раму 4 с прикрепленным к ней приводом 3, на валу которого устанавливаются диски 1 со сменными исследуемыми поверхностями, привод позволяет плавно регулировать частоту вращения вращающегося диска (рис. 3, 4).

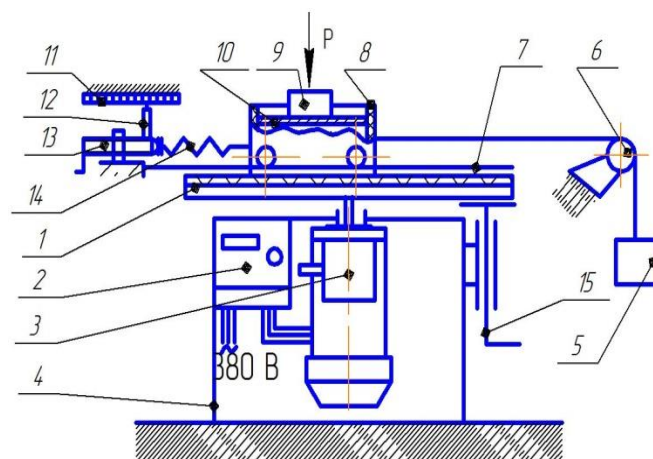


Рисунок 3– Схема устройства для определения коэффициентов трения с вращением исследуемой поверхности: 1 – диск с исследуемой поверхностью; 2 – частотный преобразователь; 3 – электродвигатель; 4 – рама; 5 – грузовая чашка; 6 – блок; 7 – направляющие; 8 – тележка с исследуемыми корнеклубнеплодами; 9 – груз; 10 – прижимная пластина; 11 – шкала; 12 – указатель; 13 – винтовой механизм; 14 – пружина

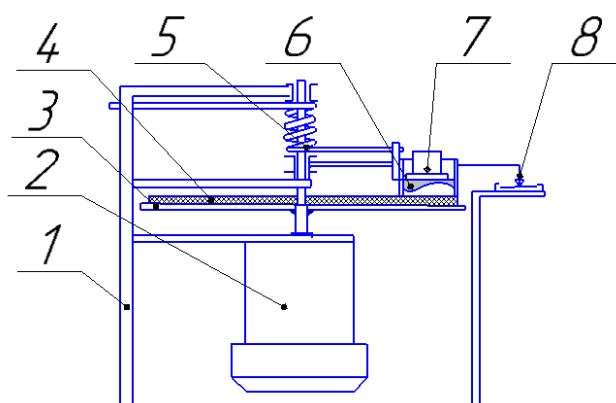


Рисунок 4 – Схема устройства для определения коэффициентов трения с вращением исследуемой поверхности [5]: 1 – рама, 2 – привод вращения сменных дисков, 3 основание для закрепления сменных дисков, 4 – сменный диск (изготовленный из исследуемого материала), 5 передающий механизм, 6 – тележка с исследуемым сельскохозяйственным материалом, 7 – механизм нагружения, 8 - самописец

В настоящее время данные устройства адаптируются с учетом применения цифровых технологий, основной задачей, которую обеспечивают модернизированные устройства – обеспечение точности результатов исследований фрикционных характеристик материалов [8]. Например, разработанная в Донском государственном аграрном университете установка позволяет проводить исследования динамического трения сыпучих продуктов (рис. 5).

На основе полученных данных с учетом массы порций сдвигаемого сыпучего продукта рассчитываются коэффициенты трения покоя и движения для сыпучего материала [9, 10].

Также в Донском государственном аграрном университете разработано устройство для определения фрикционных характеристик сыпучих материалов имеет преимущества по сравнению с известными конструкциями, так как позволяет получить более точную информацию о фрикционных характеристиках одного или разных сыпучих материалов в статических и динамических условиях, а именно коэффициенты внешнего и внутреннего трения.

Положением тележки 8 с исследуемым материалом управляют механизмом регулировки и контроля, состоящим из пружины 14, винтового механизма 13, указателя 12 и шкалы 11.

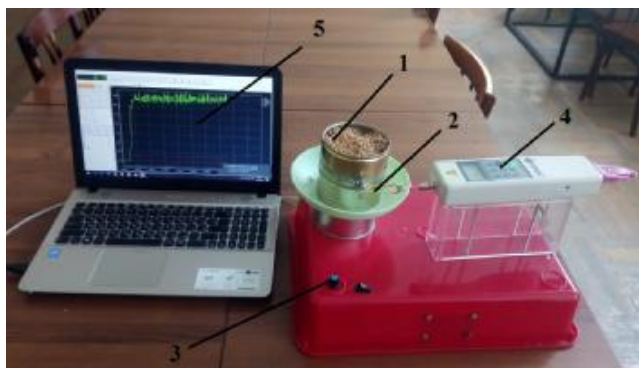


Рисунок 5 - Общий вид устройства для определения влияния скорости смещения слоев на коэффициент трения: 1 –обойма фрикционного устройства; 2 – чашка; 3 – регулятор скорости вращения чашечки; 4 – динамометр; 5 – программа Force gauge software v6.0 для визуализации показания динамометра в режиме on-line замеры усилий сдвига внутри сыпучего материала

Развитием данного прибора является устройство, представленное на рисунке 6.

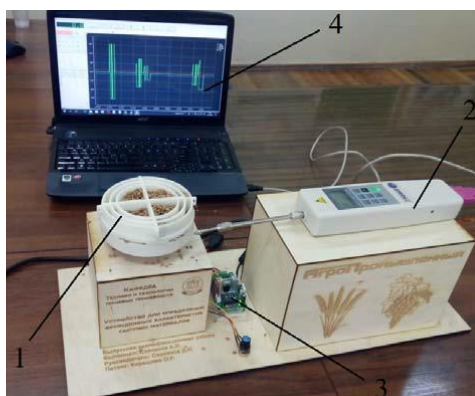


Рисунок 6 - Общий вид устройства для определения динамического и статического коэффициентов трения сыпучих продуктов [8, 10]: 1 – фрикционное устройство; 2 – динамометр; 3 – регулятор скорости вращения чашечки; 4 – программа Force gauge software v6.0 для визуализации показания динамометра в режиме on-line

Анализируя устройства и принцип работы большинства устройств, приспособлений и приборов для определения коэффициентов трения, силы трения конструкции сводятся к трем основным видам:

- наклонная плоскость [1,2];
- подвижная рамка со сменными вращающимися элементами (поверхностями) [3-5, 8-10].
- подвижная рамка с поступательным прямолинейным движением [6, 7]

В данной статье были изложены обзор существующих конструкций установок для определения коэффициента трения покоя, с указанием преимуществ и недостатков каждой из них.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что необходимо дальнейшее совершенствование конструкций приборов с применением цифровых технологий для исследования физико-механических свойств сыпучих материалов при взаимодействии с различными материалами.

Список литературы:

1. Пат. 2488094 Российская Федерация, МПК G01N 19/02. Прибор для определения коэффициента силы трения покоя / Н.П. Тишанинов, А.Г. Амелянц, А.В. Анашкин, К.А. Растюшевский; заявитель и патентообладатель

ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. -№ 2012107007/28; заявл. 27.02.2012; опубл. 20.07.2013, Бюл. №20. -6 с.

2. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий и технических средств обмолота сельскохозяйственных культур: монография / В.Е. Бердышев, А.Н. Цепляев, А.И. Ряднов, М.Н. Шапров, Р.В. Шарипов, Ю.А. Дугин, В.А. Цепляев; под общ. ред. В.Е. Бердышева. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – 224 с.

3. Брусенков, А.В. Исследование процесса трения корнеклубнеплодов о различные поверхности / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. - №2 (33). - С. 68-71.

4. Пат. 2555333 РФ, МПК G01N 19/02, G01N 3/56, G01N 33/00 / Устройство для исследования физико-механических свойств корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков. №2555333; заяв. 22.05.2015; опубл. 10.07.2015. Бюл. №19.

5. Патент 2644035 Российская Федерация, МПК G01N 19/02. Устройство для определения коэффициента трения кормов / С.М. Ведищев, А.В. А.В. Брусенков, А.В. Прохоров, А.Р. Горгодзе, Д.Н. Балахонова, заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет». – Заявка 2016116111 от 25.04.2016 опубл. 07.02.2018 Бюл. № 4.

6. Прохоров, А.В. Совершенствование бункерного кормораздатчика для свиней с регулируемой захватывающей способностью шнековых дозаторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Прохоров Алексей Владимирович. - Мичуринск, 2007. - 137 с.

7. Щедрин, В.Т. Механизация животноводства: лаб. работы для студ. 4 курса днев. и заоч. отд. спец.: 31.13 / В. Т. Щедрин, С. М. Ведищев, Ю. Е. Глазков; ТИХМ. - Тамбов, 1993. - 46 с.

8. Патент РФ № 2638393, МПК G01N 3/56. Устройство для определения фрикционных характеристик материалов / О.Р. Кирищев. - Оpubл. 13.12.2017, Бюл. - № 35.

9. Кирищев, О.Р. Экспериментальный прототип трибометра для исследования статических и динамических параметров трения сыпучих материалов / О.Р. Кирищев, А.С. Параваяев, Р.С. Разамасцев, А. Ю. Тазбаш // Заметки ученого. - №5 (39). - 2019. - С.15-19.

10. Кирищев, О.Р. Определения влияния скорости смещения слоев на коэффициент трения сыпучих продуктов. В сборнике: состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса / О.Р. Кирищев, Д.Н. Савенков, Т.И. Тупольских, Р.С. Разамасцев. - 2019. - С. 461-464.

UDC 635.1

**DEVICES FOR ESTIMATING THE FRICTION COEFFICIENTS OF
BULK MATERIALS**

Vedishchev Sergey Mikhailovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Prokhorov Alexey Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Glazkov Andrey Yurievich

post graduate student

Shemonaev Ivan Alexandrovich

student

Prokhorova Victoria Olegovna

student

agro@mail.tstu.ru

Tambov state technical University,

Tambov, Russia

Annotation. The designs of devices for studying the coefficients of rest and motion, internal and external friction are considered. Their analysis, advantages and disadvantages are given. The direction of improving the design of devices for determining friction coefficients is revealed

Key words: the coefficient of friction, the device of loose materials.