

ЗАВИСИМОСТЬ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА ОТ ЕГО УПРУГОСТИ

DEPENDENCE OF SEPARATION OF GRAIN ON ITS ELASTICITY

Шуханов С.Н. — доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК»

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
664038, Россия, Иркутская обл., пос. Молодежный, 1
E-mail: Shuhanov56@mail.ru

Влажность зерна оказывает воздействие на такое его свойство, как упругость. Этот показатель качества обрабатываемого материала позволяет регулировать процесс сепарации зерновой смеси, оказывая влияние на эффективность применения энергетических ресурсов, которые используются при сушке зерна. В процессе сепарирования зерновой смеси по влажности (упругости) используется эффект влияния коэффициента восстановления на угол и скорость отскока зерновки после удара об отражательную поверхность, наклоненную под углом к горизонту. Наилучший результат при сепарировании зерновой смеси наблюдается при угле отскока зерновки от отражательной поверхности к горизонту 45° . Для того чтобы добиться такого эффекта, необходимо определить оптимальный угол наклона отражательной поверхности к горизонту в зависимости от влажности зерновок в зерновой смеси. Для упругого твердого тела коэффициент восстановления равен единице. Теоретические исследования, анализ опытных данных позволили установить, что угол наклона отражающей поверхности к горизонту от влажных зерновок равен $22^\circ 30'$, что соответствует случаю абсолютно упругого удара, когда угол падения равен углу отражения.

Ключевые слова: упругость, сепарация, зерно.

Shukhanov S.N. — Doctor of Engineering

Irkutsk state agricultural university to them. A.A. Ezhevsky
E-mail: shuhanov56@mail.ru

Grain moisture affects this property as elasticity. This indicator of the quality of the processed material allows to regulate the process of separation of grain mixture, influencing the efficiency of use of energy resources, which are used for drying grain. In the process of separation of grain mixture on moisture content (firmness) is used the effect of coefficient of restitution on the angle and speed of the rebound of the grains after hitting the reflective surface, inclined at an angle to the horizon. The best result in the separation of grain mixtures is observed when the angle of rebound of the grains from the reflective surface to the horizon 45° . In order to achieve this effect, it is necessary to determine the optimum tilt angle of the reflective surface to the horizon depending on the moisture of corn in the grain mixture. For elastic solids, the coefficient of restitution is equal to one. Theoretical researches, analysis of experimental data allowed to establish that the angle of inclination of the reflecting surface to the horizon from the wet grains equal $22^\circ 30'$, which corresponds to the case of perfectly elastic collision, when the angle of incidence equals the angle of reflection.

Keywords: elasticity, separation, grain.

Введение

Эффективность функционирования агропромышленного комплекса во многом зависит от развития технологий и средств механизации, отвечающих современным требованиям [1–4]. Особое место в этом ряду задач занимают машины для послеуборочной обработки зерновой смеси. На предприятиях системы заготовок зерновых культур ключевой операцией является сепарация. Поэтому создание машин, выполняющих эту работу, является важной проблемой. Одним из основных аспектов ее решения является определение зависимости сепарации зерна от ее упругости.

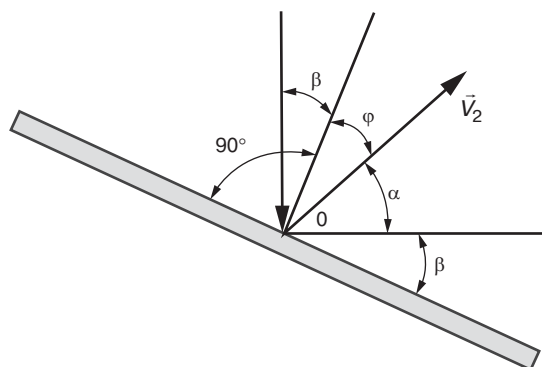
Методика и результаты исследования

При проведении исследований использовали методы физического моделирования. Установлено, что с увеличением влажности упругость зерновой частицы уменьшается. Это свойство материала позволяет оптимизировать сепарацию зерновой смеси по влажности, тем самым повысив эффективность применения энергетических ресурсов, которые используются при сушке зерна.

В процессе сепарирования зерновой смеси по влажности (упругости) используется эффект влияния коэффициента восстановления R на угол и скорость отскока зерновки после удара об отражательную поверхность, наклоненную под углом β к горизонту (рис. 1).

Наилучший результат при сепарировании зерновой смеси наблюдается при угле отскока зерновки от отражательной поверхности к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Для того чтобы добиться такого эффекта, необходимо определить оптимальный угол наклона отражательной по-

Рис. 1. Схема отскока зерновки после удара о наклонную отражающую поверхность



верхности β к горизонту в зависимости от влажности зерновок в зерновой смеси.

Для упругого твердого тела, у которого коэффициент восстановления $R = 1$, справедливо, что $\beta = \varphi$. Зерновка пшеницы представляет собой упруго-пластичное тело, для которого $R < 1$ и, следовательно, $\beta \neq \varphi$.

Из рис. 1 следует, что

$$\beta = 90^\circ - 45^\circ - \varphi. \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta / R \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) вытекает следующее нелинейное уравнение для определения угла наклона отражающей поверхности β к горизонту:

Таблица

Влажность зерновки, %	Коэффициент восстановления, R	Угол наклона отражающей поверхности β к горизонту	
		град.	радиан
28	0,27	10,374	0,182
26	0,29	10,887	0,191
24	0,31	11,401	0,2
22	0,34	12,141	0,213
20	0,36	12,597	0,221
18	0,39	13,281	0,233
16	0,41	13,737	0,241
14	0,43	14,136	0,248
12	0,46	14,706	0,258
10	0,48	15,105	0,265
	1	22,5	0,391

$$\beta + \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \beta / R) - (\pi/4) = 0 \quad (3)$$

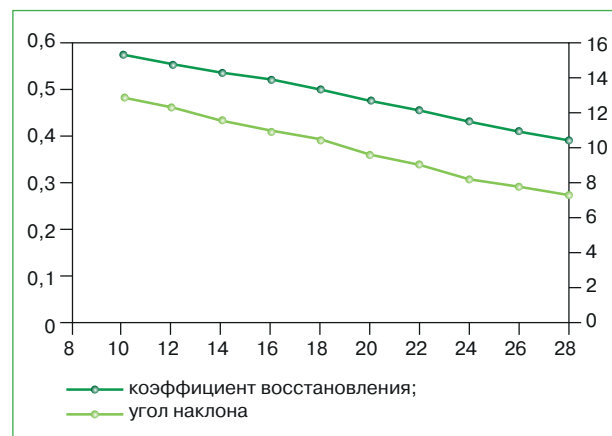
Решение выражения (3) в системе MATHCAD приведено в таблице.

На рис. 2 приведены графики зависимости коэффициента восстановления R и угла наклона отражающей поверхности β к горизонту от влажности зерновки.

• ЛИТЕРАТУРА

1. Шуханов С.Н., Овчинникова Н.И., Токмакова А.Л. Движение частиц зернового вороха по латке барабана порционного метателя / Шуханов С.Н., Овчинникова Н.И., Токмакова А.Л. // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2014. — № 2 (35). — С. 76–80.
2. Шуханов С.Н. Элементы взаимодействия частиц зернового вороха при работе ленточного метателя / Шуханов С.Н. // Аграрный научный журнал. 2015. — № 12. — С. 58–59.
3. Шуханов С.Н. Элементы взаимодействия зерна с лопаткой барабана метателя / Шуханов С.Н. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. — № 2 (58). — С. 63–65.
4. Шуханов С.Н. Совершенствование технических средств для дозирования торфа при выращивании горшечных культур / Шуханов С.Н. // Агропромышленные технологии Центральной России. 2017. — № 3 (5). — С. 75–79.

Рис. 2. Зависимость коэффициента восстановления R и угла наклона отражающей поверхности β к горизонту от влажности зерновки



Если принять формально $R = 1$, то зависимость (3) дает значение $\beta = 22^\circ 30'$, что соответствует случаю абсолютно упругого удара, когда угол падения равен углу отражения.

Вывод

Получены данные, определяющие зависимость сепарации зерна от его упругости, что позволяет использовать эти результаты при проектировании машин, работающих на качественно новом уровне.

• REFERENCES

1. Shukhanov S.N., Ovchinnikova N.I., Tokmakova A.L. Movement of particles of grain lots on a patch of a drum of the batchwise thrower / Shukhanov S.N., Ovchinnikova N.I., Tokmakova A.L. // Bulletin of the Buryat state agricultural academy of V.R. Filippov. 2014. — No. 2 (35), Page 76–80.
2. Shukhanov S.N. Elements of interaction of particles of grain lots during the work of the tape thrower / Shukhanov S.N. // the Agrarian scientific magazine. 2015. — No. 12. — Page 58–59.
3. Shukhanov S.N. Elements of interaction of grain with a shovel of the Thrower / Shukhanov S.N. // News of the Orenburg state agricultural university of 2016. — No. 2 (58). — Page 63 — 65.
4. Shukhanov S.N. Perfecting of technical means for dispensing of peat at cultivation of pottery cultures / Shukhanov S.N. // Agro-industrial technologies of the Central Russia 2017. — No. 3 (5). — Page 75–79.