

organov na tekhnologicheskie parametry kultivatora // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2012. – № 11. – S. 12-14.

3. Primera DMC: informatsionnyi pro-spekt na nem [Elektron. dan.] / rezhim dos-tupa: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=27704>.

4. Dreier Kh. Detal'noe rassmotrenie soshnika seyalki Primera DMC: informatsion-naya stranichka k seyalke Primera DMC ... [Elektron. dan.] / Rezhim dostupa: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=14841>.

5. GOST 27674-88 «Trenie, iznashivanie i smazka. Terminy i opredeleniya». – M.: Izd-vo standartov, 1992. – 20 s.

6. Burlakova L.M., Tatarintsev L.M., Rasy-pnov V.A. Pochvy Altaiskogo kraya: ucheb. posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 1988. – 72 s.

7. Chernov Ivanov V.I., Lyalyakin V.P. Orga-nizatsiya i tekhnologii vosstanovleniya detalei mashin. – M.: GOSNITI, 2003. – 488 s.

8. Tkachev V.N. Rabotosposobnost' detalei mashin v usloviyakh abrazivnogo iznashivaniya. – M.: Mashinostroenie, 1995. – 336 s.

9. Egorov N.T., Podgaiskii M.S., Razumo-va L.I. Izmenenie struktury malouglerodi-stykh staley v zavisimosti ot temperatury nagreva // Metal-lovedenie i termicheskaya obrabotka metallov. – 1979. – № 11. – S. 40-43.

10. D'yachenko S.S. Obrazovanie austenita v zhelezo-uglerodistykh splavakh. – M.: Me-tallurgiya, 1982. – 128 s.

11. Termicheskaya obrabotka v mashino-stroenii: spravochnik / pod red. Yu.M. Lakh-tina, A.G. Rakhshadta. – M.: Mashinostroe-nie, 1980. – 783 s.

12. Tkachev V.N., Fishtein B.M., Kazintsev N.V., Aldyrev D.A. Induktsionnaya naplavka tverdykh splavov. – M.: Mashinostroenie, 1970. – 163 s.

13. Slukhotskii, A.E., Ryskin S.E. Induk-tory dlya induktsionnogo nagreva. – L.: Energiya, 1974. – 264 s.

14. Ishkov A.V., Krivochurov N.T., Mishu-stin N.M. i dr. Iznosostoikie boridnye pokrytiya dlya pochvoobrabatyvayushchikh organov sel'khoztekhniki // Vestnik AGAU. – 2010. – № 9. – S. 71-74.

15. Mishustin N.M., Ishkov A.V. O skoro-stnom TVCh-borirovanii staley: monografiya // Nauka i epokha / pod obshch. red. O.I. Ki-rikova. – M.: Nauka-inform; Voronezh: Izd-vo VGPU, 2012. – Kn. 9. – С. 128-145.

16. Sidorov A.I. Vosstanovlenie detalei mas-hin napyleniem i naplavkoi. – M.: Ma-shinostroenie, 1987. – 192 s.

17. Elektroiskrovoe legirovanie metal-licheskih poverkhnosti: spravochnik / pod red. Yu.N. Petrova. – Kishinev: Shtiintsya, 1985. – 196 s.

18. Boitsov A.G., Mashkov V.N., Smolen-tsev V.A., Khvorostunin L.A. Uprochnenie po-verkhnosti detalei kombinirovannymi spo-sobami. – M.: Mashinostroenie, 1991. – S. 127-134.



УДК 631.363.2.001.57

У.К. Сабиев, Д.Н. Пирожков, И.У. Сабиев
U.K. Sabiyev, D.N. Pirozhkov, I.U. Sabiyev

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ПРИ ПОМОЩИ УДАРА ЛЕЗВИЕМ

SOME REGULARITIES OF GRINDING FEEDER GRAIN USING IMPACT BY BLADE

Ключевые слова: зерновка, удар лезвием, процесс измельчения, резание, скалывание, трещина, разрушение, однородность состава, удельная энергоемкость.

Keywords: kernel, impact by blade, grinding process, cutting, chipping action, crack, destruction, homogeneity of composition, energy density

Описывается новая концепция «удар по зерновке лезвием» при измельчении фуражного зерна. Представлена модель разрушения зерновки при ударе лезвием. Предполагается, что одним из путей устранения неравномерности гранулометрического состава готового продукта является дифференцированное измельчение с использованием так называемого «защемленного» удара лезвием по зерновке. Предлагается схема измельчения, согласно которой процесс осуществляется в две-три стадии. Причем, в отличие от существующих схем многостадийного измельчения, предлагается скомбинировать на дисках измельчителя как ударные, так и режущие рабочие органы. Использование в схеме измельчения ударных рабочих органов обеспечит эффективное измельчение частиц с микротрещинами и повреждениями оболочек зерен, полученными при обмолоте и послеуборочной обработке зерна. Режущие же рабочие органы обеспечат измельчение особо прочных зерен. За счет надреза – концентратора напряжений, выполняемого одновременными ударами лезвий по зерновке с обеих сторон, образуется трещина. Она растет со скоростью большей скорости движения (проникновения) лезвия ножа. Это приводит к хрупкому разрушению зерновки. Надрезы-концентраторы инициируют процесс хрупкого разрушения, которое приводит к снижению энергозатрат на процесс измельчения. Кроме того, разрушенные (измельченные) части зерновок представляют собой фрагменты одинакового гранулометрического состава, количество пылевидной фракции уменьшается до зоотехнических требований. Для теоретического описания процесса разрушения зерновки используется теория Гриффитса. Получены выражения для определения энергетического баланса, удельной работы на единицу длины образующейся трещины, также рассмотрены все составляющие, входящие в указанные выражения. Приведены результаты экспериментальных исследований по измельчению зерновых культур предлагаемым измельчителем. Представленные экспериментальные данные подтверждают теоретические предположения о повышении однородно-

сти гранулометрического состава готового продукта и о снижении удельной энергоемкости в среднем на 10-15%.

The article describes a new concept of "impact to the kernel by blade" during grinding feeder grain. The destruction model of the kernel using impact by blade was presented. It is assumed that one of the ways of eliminating the non-uniformity of particle size distribution of the finished product is differentiated grinding with the use of so-called "pinched" impact by blade to the kernel. Grinding scheme is proposed when the process is carried out in two or three stages. Moreover, unlike existing schemes multistage grinding, it is proposed to combine breakers and cutting units on the grinder disks. Using of breakers into the scheme of grinding will ensure efficient grinding of kernels with micro cracks and clad damages which were obtained during harvest and post-harvest handling of grain. Cutting units will provide grinding of rugged kernels. Crack appears due to the notch which is the stress raiser and performed by simultaneous impacts by blades to the kernel with both sides. It grows with the speed greater than the speed of blade moving (penetration). It leads to brittle fracture of the kernel. Notches initiate the process of brittle fracture, which leads to the reduction of energy consumption for grinding process. In addition, the fractured (grinded) parts of kernels represent fragments with equal particle size distribution, and the amount of pulverulent fraction is reduced to zootechnical requirements. The theory of Griffith was used for a theoretical description of the destruction process of kernel. Expressions for determining the energy balance, specific work per unit length of growing cracks are obtained, also all components included in specified expressions reviewed. The results of experimental studies of grain-crops grinding by the offered grinder presented. Experimental data confirm the theoretical assumptions about the increase in the uniformity of particle size distribution of the finished product and the reduction of energy intensity by an average of 10 - 15%.

Сабиев Уахит Калижанович, д.т.н., проф., Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: uahit.sabiev@yandex.ru.

Пирожков Дмитрий Николаевич, д.т.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: mms.asau@yandex.ru.

Сабиев Ильяс Уахитович, аспирант, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: uahit.sabiev@yandex.ru.

Sabiyev Uakhit Kalizhanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: uahit.sabiev@yandex.ru.

Pirozhkov Dmitriy Nikolayevich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: mms.asau@yandex.ru.

Sabiyev Ilyas Uakhitovich, Post-Graduate Student, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: uahit.sabiev@yandex.ru.

Введение

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве при измельчении зерновых материалов широко используются молотковые дробилки. Им присущи большой расход электроэнергии, вызванный трением зерна о решето и большим числом неэффективных ударных нагрузок по зерну [1], большая доля пылевидных фракций (более 10%), неоднородность измельченного продукта, бы-

стрый износ деталей дробилки (молотки, решета, деки). Однако в смежных отраслях они стали постепенно заменяться другими типами измельчителей, например, ударно-центробежного и роторного принципов действия, имеющих большую производительность при меньших энерго- и металлоемкости. Хотя эффективность таких измельчителей доказана и подтверждена [1-4], в том числе и при измельчении фуражного зерна, тем не менее

они имеют один существенный недостаток – неравномерность гранулометрического состава готового продукта.

Целью исследования является снижение энергоемкости процесса измельчения при соответствии готового продукта зоотехническим требованиям.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) разработать схему измельчения, снижающую энергозатраты;
- 2) создать теоретические предпосылки для определения энергозатрат;
- 3) провести экспериментальные исследования для проверки правильности принятых решений.

Объекты и методы

Предполагаем, что одним из путей устранения неравномерности гранулометрического состава готового продукта является целесообразность дифференцированного измельчения с использованием так называемого «защемленного» удара лезвием по зерновке (рис. 1 а). При этом предлагается схема измельчения, согласно которой процесс осуществляется, по меньшей мере, в две-три стадии. Причем, в отличие от существующих схем многостадийного измельчения, предлагается скомбинировать на дисках измельчителя как ударные, так и режущие рабочие органы. Использование в схеме измельчения ударных рабочих органов обеспечит эффективное измельчение частиц с микротрещинами и повреждениями оболочек зерен, полученными при обмолоте и послеуборочной обработке зерна. Режущие же рабочие органы обеспечат измельчение особо прочных зерен. Кроме того, такой процесс измельчения должен быть управляемым (один-два удара), что позволяет значительно снизить энергоемкость процесса.

С учетом вышеизложенного предлагается измельчитель зерновых материалов, работающих по принципу резания и скалывания [5, 6]. Особенностью рабочего процесса данного измельчителя является возможность осуществления схем процесса ударного измельчения, представленных на рисунке 1.

На обеих схемах процесс измельчения производится лезвием (а – одним, б – двумя одновременно), которое при этом вклинивается в измельчаемую зерновку, вызывая в зоне контакта напряжения, достаточные для разрушения.

По нашему мнению, защемленный удар лезвием предпочтительнее поскольку:

- повышается вероятность образования и роста трещин в сравнении с первым случаем (рис. 1 а);
- скорости соударения больше, следовательно, разрушение зерновки происходит по направлению действия лезвий;

- позволяет более эффективно управлять и контролировать фракционный состав измельченного продукта.

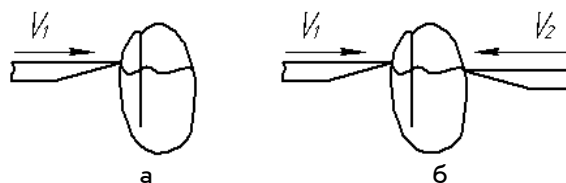


Рис. 1. Схема взаимодействия зерновки:
а – свободный удар лезвием;
б – защемленный удар лезвием

За счет надреза-концентратора напряжений, выполняемого одновременными ударами лезвий по зерновке с обеих сторон, образуется трещина. Она растет со скоростью, большей скорости движения (проникновения) лезвия ножа. Это приводит к хрупкому разрушению зерновки. Очевидно, что надрезы-концентраторы инициируют процесс хрупкого разрушения, которое приводит к снижению энергозатрат на процесс измельчения. Кроме того, разрушенные (измельченные) части зерновок представляют собой фрагменты более или менее одинакового гранулометрического состава, количество пылевидной фракции уменьшается до зоотехнических требований.

Теоретическое описание процесса разрушения одиночной зерновки в измельчителе представляет собой чрезвычайно сложную задачу. Воспользуемся доминирующей в настоящее время идеализированной моделью, разработанной на основе теории Гриффитса [7, 8].

Изучение результатов исследований ученых по этой теории приводит к следующим выводам:

- 1) теория Гриффитса применима к любым твердым телам;
- 2) она справедлива для всех видов разрушения: отрыва, сдвига, хрупкого, упругопластического, вязкого, упруговязкого;
- 3) теория построена на балансе упругой и поверхностной энергий, от их соотношения зависит своеобразие развития трещин;
- 4) работу приложенных сил можно определить, не углубляясь в детали процесса.

Полученные выводы служат обоснованием применимости теории Гриффитса к процессам измельчения зерновых материалов. Для процесса измельчения одиночного зерна теорию Гриффитса можно сформулировать следующим образом. При ударе зерновки лезвием (свободном или защемленном), получаем элементарный сдвиг (соответственно, скалывание для сухого или резание для сырого (влажного) зерна) по направлению действия лезвий, после чего образуется начальная трещина. Развитию трещины также будут

способствовать поры и микротрещины, имеющиеся в зерновке. При этом согласно рисунку 1, в вершине трещины (в точках взаимодействия лезвий с одиночной зерновкой) возникают огромные напряжения, и процесс разрушения предполагается происходящим в самой вершине трещины. Кроме того, зерновка с трещиной находится в условиях нагружения (вращения ротора с предлагаемыми рабочими органами (кольцами) с определенной скоростью). При этом зерновка приобретает дополнительные повреждения, инициирующие процесс роста трещины, которые приводят к разрушению зерновки (нарезаются сегменты толщиной около 1-2 мм). Поверхность разрушения развивается неоднородно, скорость трещины имеет скачкообразный характер, который становится все непредсказуемым вследствие скоростного режима процесса измельчения зерна.

Согласно теории Гриффитса энергетический баланс в одиночной зерновке определяется по формуле:

$$U_1 = \frac{Pv}{2} - \frac{\pi l^2 \sigma^2}{2E} + 4lS_n, \quad (1)$$

где $\frac{Pv}{2}$ – потенциальная энергия деформации зерновки, отнесенная к длине трещины;

$\frac{\pi l^2 \sigma^2}{2E}$ – удельная потенциальная энергия, высвобождающаяся в результате образования трещины;

$4lS_n$ – удельная поверхностная энергия образовавшейся трещины.

Вся работа измельчения должна производиться на этапе воздействия лезвий (лезвия). При этом энергия, накопленная в единичной зерновке в результате её деформации, освобождается через образование и развитие трещин, которые, в конце концов, приводят к разрушению зерновки на части. То есть удельная работа приложенной силы на единицу длины трещины определяется следующим образом:

$$A_l = \frac{Pv}{2} = \frac{\pi l^2 \sigma^2}{2E} - 4lS_n. \quad (2)$$

По первому закону термодинамики всякая поступающая извне тела энергия расходуется на увеличение его внутренней энергии и совершение работы. Эта энергия рассеивается в объеме самой зерновки при её упругой и пластической деформации во время удара лезвием, часть затрачивается на нагрев зерна и рабочих органов измельчителя, значительная часть идет на образование и развитие трещин, а также на образование новых поверхностей. Согласно теории Гриффитса, накапливаемая в материале (зерновке) энергия

упругой деформации при разрушении расходуется на создание свободной поверхностной энергии на поверхностях разрушения. В момент разрушения скорость освобождения энергии упругой деформации равна скорости поглощения энергии, затрачиваемой на образование новых поверхностей.

Свободная поверхностная энергия материала (зерновки) определяется по формуле:

$$F = \gamma \cdot S', \quad (3)$$

где γ – коэффициент пропорциональности, зависящий свойств от материала;

S' – площадь свободной поверхности материала.

В самом общем смысле коэффициент γ характеризует энергию, необходимую для образования единицы площади свободной поверхности.

В теории измельчения материалов для оценки работы измельчения общепринятой является формула П.А. Ребиндера, согласно которой энергозатраты A складываются из двух составляющих:

$$A = A_s + A_v. \quad (4)$$

Работу A_v , рассеиваемую в объеме зерновки и переходящую в тепло, представим в долях от максимальной потенциальной энергии упругой деформации зерновки U_{max} :

$$A_v = \psi U_{max}, \quad (5)$$

где ψ – коэффициент рассеяния энергии.

Максимальная потенциальная энергии упругой деформации, запасенная в теле объемом V , как известно из теории упругости, равна:

$$U_{max} = \frac{\sigma^2 V}{2E}, \quad (6)$$

где σ – напряжение;

V – объем тела (зерновки);

E – модуль упругости.

Величину A_s (затраты энергии на образование новых поверхностей) можно отождествить с работой, затрачиваемой на разрушение по закону П.Р. Риттингера:

$$A_s = K_s S, \quad (7)$$

где K_s – коэффициент пропорциональности;

S – площадь вновь образованной при разрушении поверхности.

При определении площади вновь образованной поверхности S , применительно к единичной зерновке, использовалось понятие приращения массовой удельной площади поверхности $\Delta S_{уд.м}$:

$$S = \Delta S_{уд.м} m_z, \quad (8)$$

где $\Delta S_{уд.м}$ – приращение массовой удельной площади поверхности;

m_3 – масса единичной зерновки.

Согласно [9] приращение удельной площади поверхности определяется:

$$\Delta S_{уд.м} = S_{уд.м}^{кон} - S_{уд.м}^{нач} \quad (9)$$

где $S_{уд.м}^{кон}$, $S_{уд.м}^{нач}$ – начальная и конечная массовая удельная площадь поверхности.

В свою очередь, данные величины можно найти следующим образом:

$$S_{уд.м}^{нач} = \frac{6}{\rho d_{экв}}; \quad (10)$$

$$S_{уд.м}^{кон} = \frac{6}{\rho d_{cp}}; \quad (11)$$

где ρ – плотность исследуемой культуры (зерна ячменя $\rho \approx 1200 \text{ кг/м}^3$; зерна пшеницы

$\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$);

$d_{экв} \approx 1,24\sqrt[3]{V_3}$ – эквивалентный диаметр целой зерновки;

V_3 – объем зерновки.

Принимая условно зерно за эллипсоид вращения, можно вычислить его объем [9]:

$$V_3 = 3/4\pi a_1 b_1 c_1, \quad (12)$$

где a_1 , b_1 , c_1 – полуоси;

d_{cp} – средневзвешенный диаметр получившихся в результате разрушения (измельчения) частиц (определяется с помощью ситового анализа согласно общепринятой методике [9]).

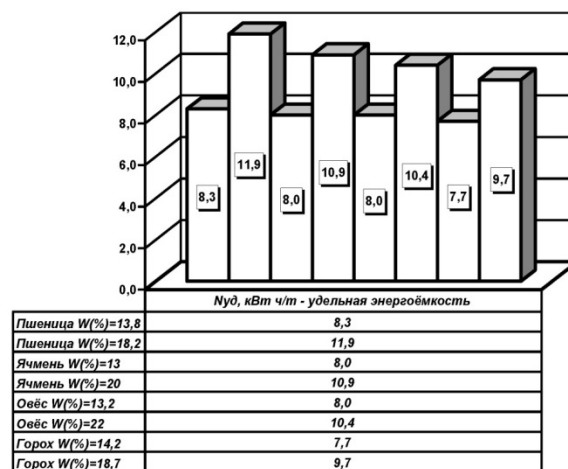
Экспериментальная часть

На эффективность работы предлагаемого измельчителя влияет ряд параметров, к которым относятся скорость и кратность удара лезвием по материалу, связь между скоростью удара лезвием и физико-механическими свойствами измельчаемого материала и др.

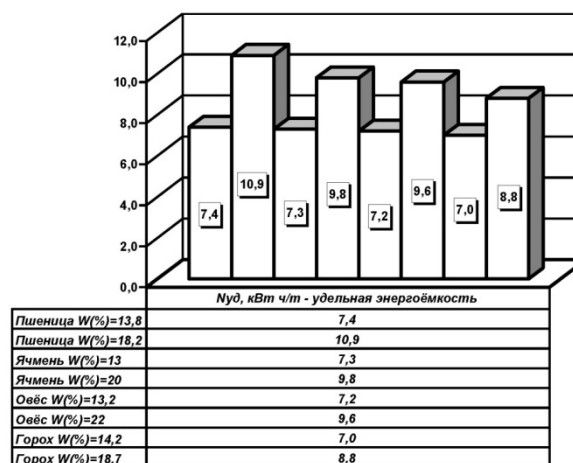
Вышеизложенное хорошо согласуется с физической картиной процессов деформации и разрушения (измельчения), однако не может быть использовано в практических целях, поскольку содержит ряд показателей, определение которых весьма затруднительно.

Целесообразнее определять экспериментально расход электроэнергии на процесс измельчения зернового материала.

Результаты проведенных экспериментальных исследований для зерновых культур различной влажности представлены на рисунке 2.



а



б

Рис. 2. Удельная энергоёмкость при измельчении зерновых культур:
а – на серийных рабочих органах
 ($\chi_1 = 18^\circ, \chi_2 = 18^\circ$);
б – на предлагаемых рабочих органах
 ($\chi_1 = 18^\circ, \chi_2 = 28^\circ$)

Выводы

Анализ представленных на рисунке 2 зависимостей, а также других полученных в результате эксперимента данных, позволяет сделать следующие выводы:

1. В результате изменения угла резания χ обрабатываемых материалов предлагаемым измельчителем происходит снижение удельной энергоёмкости в среднем на 10-15% при качестве готового продукта, соответствующем зоотехническим требованиям.

2. Подтверждены элементы гипотезы о причинах снижения энергоёмкости и повышении однородности гранулометрического состава измельченного продукта в ударном измельчителе [10].

Библиографический список

1. Федоренко И.Я., Золотарев С.В., Смышляев А.А. Влияние числа ударов, необходимых для разрушения зерна на энергетический процесс измельчения // ХиПС. – 2001. – № 6. – С. 53-54.
2. Демидов В.А., Чирков С.Е. Измельчающие машины ударного действия. – М.: Машиностроение, 1969. – 70 с.
3. Сергеев Н.С. Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна: дис. ... докт. техн. наук. – Челябинск, 2008. – 315 с.
4. Fang Q., Haque E., Spillman G.K., Reddy P.V., Steele J.L. Energy requirements for size reduction of wheat using a roller mill. Presented at the 1995 ASAE Annual international meeting, Paper № 956675.ASAE, 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI 49085-9659 USA.
5. Сабиев У.К., Фомин В.В. Устройство для измельчения зерновых материалов // Вестник ОмГАУ. – 2008. – № 2. – С. 75-76.
6. Сабиев У.К., Фомин В.В., Сабиев И.У. Повышение однородности гранулометрического состава измельченного материала в измельчителе центробежно-роторного действия // Вестник АГАУ. – 2011. – № 4. – С. 82-84.
7. Партон В.З., Борисковский В.Г. Динамика хрупкого разрушения. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
8. Левин В.А., Морозов Е.М., Матвиенко Ю.Г. Избранные нелинейные задачи механики разрушения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 408 с.
9. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос; Ленингр. отд-ние, 1978. – 560 с.
10. Сабиев У.К., Фомин В.В. Математическая модель движения сегмента зерновки в центробежно-роторном измельчителе фуражного зерна // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 62-66.

References

1. Fedorenko I.Ya., Zolotarev S.V., Smyshlyayev A.A. Vliyanie chisla udarov, neobkhodimyykh dlya razrusheniya zerna na energetiku protsessa izmel'cheniya // KhiPS. – 2001. – № 6. – S. 53-54.
2. Demidov V.A., Chirkov S.E. Izmel'chayushchie mashiny udarnogo deistviya. – M.: Mashinostroenie, 1969. – 70 s.
3. Sergeev N.S. Tsentrobezhno-rotornye izmel'chiteli furazhnogo zerna: dis. ... dokt. tekhn. nauk. – Chelyabinsk, 2008. – 315 s.
4. Fang Q., Haque E., Spillman G.K., Reddy P.V., Steele J.L. Energy requirements for size reduction of wheat using a roller mill. Presented at the 1995 ASAE Annual international meeting, Paper № 956675.ASAE, 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI 49085-9659 USA.
5. Sabiev U.K., Fomin V.V. Ustroistvo dlya izmel'cheniya zernovykh materialov // Vestnik OmGAU. – 2008. – № 2. – S. 75-76.
6. Sabiev U.K., Fomin V.V., Sabiev I.U. Povyshenie odnorodnosti granulometricheskogo sostava izmel'chennogo materiala v izmel'chitele tsentrobezhno-rotornogo deistviya // Vestnik AGAU. – 2011. – № 4. – S. 82-84.
7. Parton V.Z., Boriskovskii V.G. Dinamika khрупкого razrusheniya. – M.: Mashinostroenie, 1988. – 240 s.
8. Levin V.A., Morozov E.M., Matvienko Yu.G. Izbrannye nelineinye zadachi mekhaniki razrusheniya. – M.: FIZMATLIT, 2004. – 408 s.
9. Mel'nikov S.V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskikh ferm. – L.: Kolos; Leningr. otd-nie, 1978. – 560 s.
10. Sabiev U.K., Fomin V.V. Matematicheskaya model' dvizheniya segmenta zernovki v tsentrobezhno-rotornom izmel'chitele furazhnogo zerna // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 2. – S. 62-66.



УДК 631.372

В.Н. Кузнецов, В.И. Беляев, Ф.П. Мельников
V.N. Kuznetsov, V.I. Belyaev, F.P. Melnikov

**ВЛИЯНИЕ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ
 ВО ВПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ МНОГОЦИЛИНДРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**EFFECTS OF PROPER INSTALLATION TIMING TO CHANGE INLET MANIFOLD PRESSURE
 IN MULTI-CYLINDER ENGINE**

Ключевые слова: фазы газораспределения, двигатель, впускной коллектор, газораспределительный механизм, клапаны, закон подъема, диагностирование, нарастание давления, контроль, регулирование.

Keywords: valve timing, engine, intake manifold, gas distribution mechanism, the valves, the law of lift, the diagnosis, the pressure build-up, control, regulation..