

Винтовые конвейеры не пригодны для перемещения крупнокусковых, липких и влажных материалов.

Площадь поперечного сечения груза в желобе определяется по формуле

$$F = \frac{\pi \cdot D_B^2}{4} \cdot \psi, \text{ м}^2 \quad (3)$$

Скорость перемещения груза вдоль оси шнека

$$v = \frac{S_B \cdot n}{60}, \text{ м/с} \quad (4)$$

Широкая многогранность функционально-эксплуатационных и высокая производительность конвейеров способствует развитию отрасли, основными задачами которой является совершенствование производственных условий, экономия рабочих площадей, увеличение степени рационального использования ресурсного потенциала и повышению производительности.

Решая вопросы транспортирования грузов, необходимо использовать теоретические и методологические достижения в этой области. Однако важно применять не только имеющиеся достижения, но и выработать свою транспортную стратегию и определить ее главные принципы.

УДК 664.762

## КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ

Гапонюк О.И., д-р техн. наук, проф., Шевченко П.И., канд. техн. наук,  
Шипко И.М., канд. техн. наук  
Одесская национальная академия пищевых производств

*Рассмотрены вопросы оценки эффективности шелушения фрикционно-ударным способом.*

*Ключевые слова: критерий эффективности, шелушение, шелушительная машина.*

*The effective husking with frictionary hitting is regarded.*

*Key words: the criterion of efficiency, flaking-off, flaking-off machine.*

В результате шелушения зерна ячменя, поступающего в машину, образуются два продукта - ошелушенное зерно и отходы шелушения (лузга, мучка, включающая оболочки эндосперма, и дробленка).

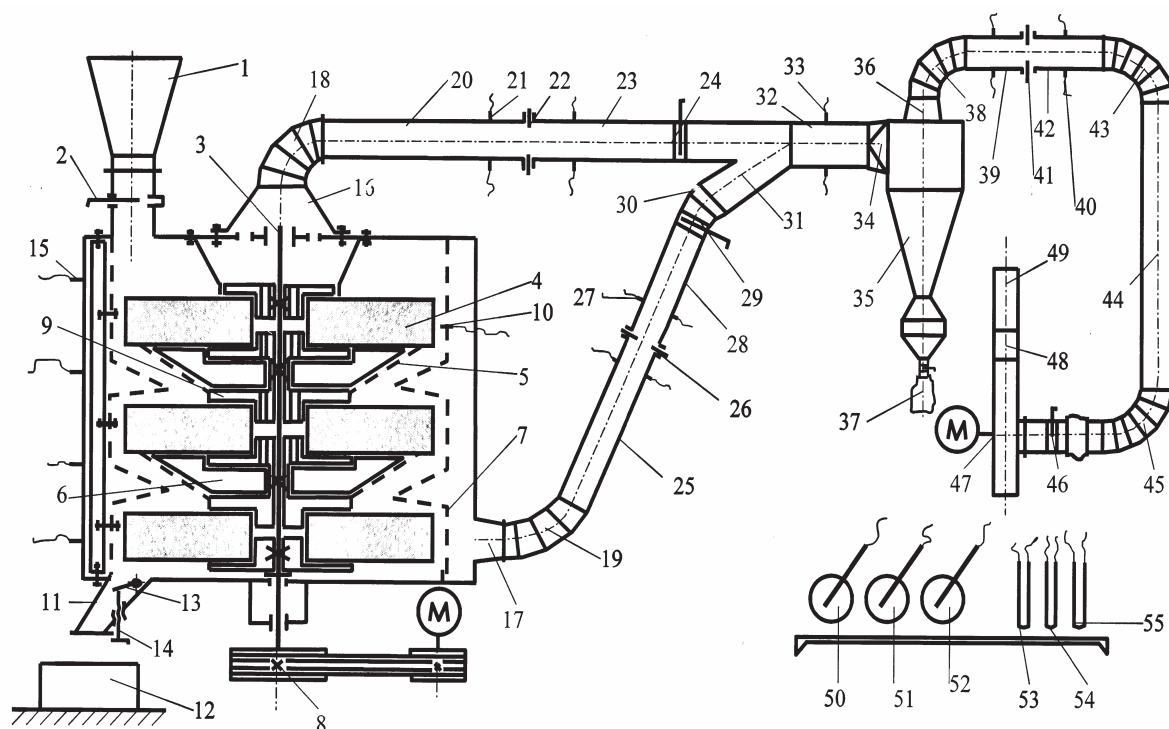
Чем больше масса отделенных оболочек, ниже содержание клетчатки в ошелушенном зерне и меньше потери эндосперма (крахмала в отходах шелушения) и дробленого ядра, тем выше эффективность процесса.

Применяемые критерии для оценки эффективности процесса шелушения, включающие относительный выход шелушенных зерен, относительное содержание целых ядер в продукте, имеют существенные недостатки, заключающиеся в том, что в качестве основы построения оценивающей системы приняты зерновки - не шелушенные и различные по крупности продукты, лишенные покровных тканей. При шелушении зерновок с прочной связью оболочек возможно отделение оболочек, которое приведенными выше критериями не может быть учтено. К тому же мучель, образующаяся в процессе шелушения, не может быть непосредственно отобрана без подсушивания продуктов обработки.

Для полной и достоверной оценки эффективности шелушения были приняты следующие непосредственно определяемые и расчетные показатели: относительный выход отходов шелушения в пересчете на абсолютно сухое вещество  $C_{\text{отх}}$ , %; относительный прирост массы поврежденных зерновок в продуктах обработки  $\Delta B$ , %, и удельный расход энергии на процесс  $N_{\text{уд}}$ .

Для объективной оценки технологической эффективности шелушительных комплексов (рис. 1) нами предложен комплексный критерий, учитывающий производительность шелушительной машины  $Q$

$$K = N_{\text{уд}} / Q \cdot C_{\text{отх}}, \quad (1)$$



1 – загрузочное устройство; 2 – задвижка регулировки степени заполнения рабочей зоны; 3 – вал ротора;  
 4 – абразивные диски; 5 – ситовая обечайка; 6 – выпускное устройство; 7 – клапан регулировки межзернового давления в рабочей зоне; 8 – пневмоприемник; 9 – пневмоколонка; 10 – шлюзовой затвор; 11 – весы; 12, 13 – соответственно емкости для сбора продуктов шелушения отсоев; 14 – вентилятор; 15 – циклон;  
 16 – регулировочные задвижки; 17 – микроманометры дифференциального и стационарного вида; 18, 19, 30, 38, 43, 45 – отводы; 20, 23, 25, 28, 32, 39, 42, 44, 49 – воздухопроводы; 22, 26, 41 – диафрагмы с центральным отверстием; 24, 29, 46 – задвижки; 31 – тройник; 35 – циклон; 37 – сборник отходов шелушения; 47 – вентилятор с электроприводом; 50, 51, 52 – жидкостные микроманометры ММН-250; 53, 54, 55 – U-образные манометры

**Рис. 1 – Схема экспериментальной установки абразивно-дисковой шелушильно-шлифовальной машины**

В результате обработки экспериментальных данных в соответствии с целевой функцией  $K=f(\alpha, \delta, \omega, f)$  получено уравнение множественной регрессии, описывающее поверхность отклика выбранного критерия оптимальности:

– для ячменя

$$K = 62,5643 - 0,4998\alpha - 0,9163\delta - 26,3863\omega - 70,003f + 0,0018\alpha^2 + 0,004\delta^2 + 3,9766\omega^2 + 19,6562f^2 + 0,0042\alpha\delta + 0,0692\alpha\omega + 0,3223\alpha f + 0,1081\delta\omega + 0,6637f\delta + 13,6562\omega f; \quad (2)$$

– для пшеницы

$$K = -46,9960 + 0,6620\alpha + 1,0307\delta + 52,0624\omega + 39,112f + 0,0005\alpha^2 + 0,0016\delta^2 + 7,6459\omega^2 + 5,2315f^2 + 0,0162\alpha\delta - 1,01\alpha\omega + 0,6258\alpha f - 1,9425\delta\omega + 1,46f\delta + 57,6667\omega f, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – угол атаки абразивного круга;

$\delta$  – характерный размер потока;

$\omega$  – угловая скорость ротора;

$f$  – степень дросселирования потока зерна.

Численный анализ позволяет обосновать рациональные режимные параметры шелушильных машин комбинированного способа обработки зерна. Анализ показывает, что оптимальным режимом обработки является:

- для ячменя:  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\delta = 15$  мм,  $\omega = 900$   $\text{мин}^{-1}$ ,  $f = 85$  %;
- для пшениці:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $\delta = 10$  мм,  $\omega = 1300$   $\text{мин}^{-1}$ ,  $f = 85$  %.

Зависимость производительности  $Q$  (а), количества битых зерен  $B$  (б), отходов шелушения  $C_{\text{ш}}$ , (в), мощности электропривода  $N$  (с) от угла основания усеченного конуса рабочей зоны  $a$  и, радиального зазора  $\delta$  в шелушильной машине для ячменя ( $1_{\text{я}}$ ,  $2_{\text{я}}$ ) и пшеницы ( $1_{\text{п}}$ ,  $2_{\text{п}}$ ) приведена на рис. 2.

Анализ графических результатов, приведенных на рис. 2, 3(а) показывает, что в процессе шелушения зерна ячменя повышение радиального зазора  $\delta$  в пределах 5...25 мм приводит к повышению пропускной способности машины то 0,75 до 1,5 т/ч. Однако выход отходов шелушения ячменя при этом снижается от 8 до 5,5 % при одновременном снижении количества разрушенных зерен от 3,0 до 2,5 % и снижению затрат энергии на процесс от 28 до 16 кВт.

Увеличение угла наклона образующей усеченного конуса  $a$  в пределах 20...40 град обусловило незначительное повышение пропускной способности машины от 0,7 до 0,9 т/ч. При этом съем оболочек  $C_{\text{ш}}$ , практически оставался неизменным и составлял около 7 %. Количество разрушенных зерен изменялось в пределах  $2,9 \pm 0,1$  %, а изменение мощности  $N$  на процесс составило  $23 \pm 2,5$  кВт и характеризовало стабильную работу машины. Аналогичные закономерности получены в процессе шелушения зерна пшеницы.

Анализ данных и графиков, полученных при обработке зерна пшеницы в процессе шелушения, показывает, что при увеличении радиального зазора  $\delta$  производительность машины  $Q$  увеличивается до 1,2 т/ч, а выход отходов  $C_{\text{ш}}$ , снижается до 3,6 %, при общем снижении количества битых зерен  $B$  то 3,2 до 2,9 %. Однако расход энергии на процесс практически не изменялся.

Увеличение угла наклона  $a$  от 20 до 40° при обработке пшеницы привело к повышению пропускной способности машины от 1,0 до 1,1 т/ч при стабильном выходе отходов шелушения в пределах 3,8 % и снижении количества битых зерен от 3,2 до 3,0 %; при неизменном расходе энергии.

При шелушении зерна ячменя с увеличением угловой скорости вращения абразивных дисков  $\omega$  производительность машины увеличивается от 0,5 до 2,8 т/ч, однако выход отходов шелушения при этом повысился с 4,5 до 8,0% при одновременном увеличении количества битых зерен от 2,0 до 3,7 %, что сопровождалось снижением расхода энергии от 30 до 12 кВт.

При открытии выпускного клапана  $f$ , при обработке ячменя, от 50 до 100 % производительность машины увеличилась от 0,5 до 1,75 т/ч при общем снижении выхода отходов шелушения, количества битых зерен и расхода энергии.

Повышение угловой скорости от 700 до 1500  $\text{мин}^{-1}$  при обработке пшеницы привело к увеличению производительности с 1,0 до 1,3 т/ч и к увеличению выхода отходов при незначительном увеличении количества битых зерен при расходе энергии до 20 кВт.

Открытие выпускного клапана  $f$ , при обработке пшеницы до 100 % привело к повышению производительности в 1,5 раза при снижении выхода отходов в 1,4 раза, незначительном снижении количества битых зерен и расхода энергии.

### Выводы

Исследованиями эффективности шелушения установлено, что с изменением кольцевого зазора между поверхностями абразивных дисков и направляюще-распределительными клиновидными, усеченно-коническими устройствами и окружной скорости повышается интенсивность обработки зерна. Интенсификация, снижение удельной энергоемкости процессов шелушения достигается путем обработки зернового потока как на нижней, торцевой, так и на верхних частях абразивных дисков, что позволяет снизить удельную нагрузку на единицу полезной площади рабочих органов на 17%, обеспечить равномерное шелушение зерновок.

### Литература

1. Гапонюк О.І. Експериментальне обґрунтування параметрів нових лушильно-шліфувальних машин. / О.І.Гапонюк, П.І.Шевченко // Зернові продукти і комбікорми. – 2003. – № 4. – С. 51-53.
2. Шевченко П.І. Аеродинамічні проблеми у процесах лушення. / П.І.Шевченко, О.І.Гапонюк // Зернові продукти і комбікорми. – 2004. – № 4. – С. 45-47.
3. Гапонюк О.І. Наводимо спрощений метод розрахунку лушильних машин. / О.І.Гапонюк, П.І.Шевченко, І.І.Гапонюк // Зерно і хліб. – 2004. – № 4 (36). – С. 46.

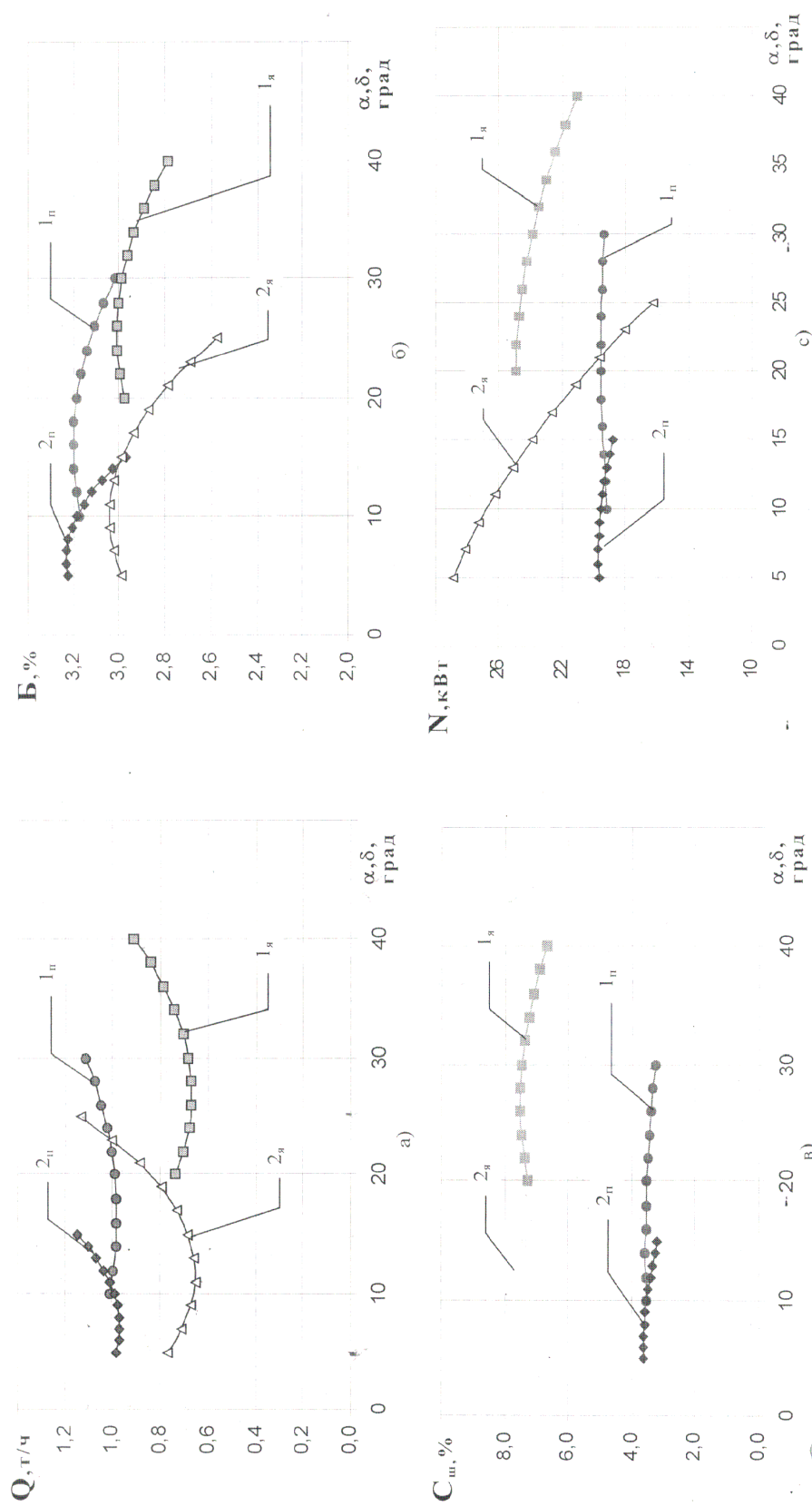


Рис. 2 – Зависимость производительности  $Q$  (а), количества битых зерен  $B$  (б), отхода шелухи  $C_{ш}$  (в), мощности электропривода  $N$  (с) от угла основания усеченного конуса рабочей зоны  $\alpha$  и радиального зазора  $\delta$  в шестизубчатой машине для ячменя ( $1_n, 2_n$ ) и пшеницы ( $1_n, 2_n$ )

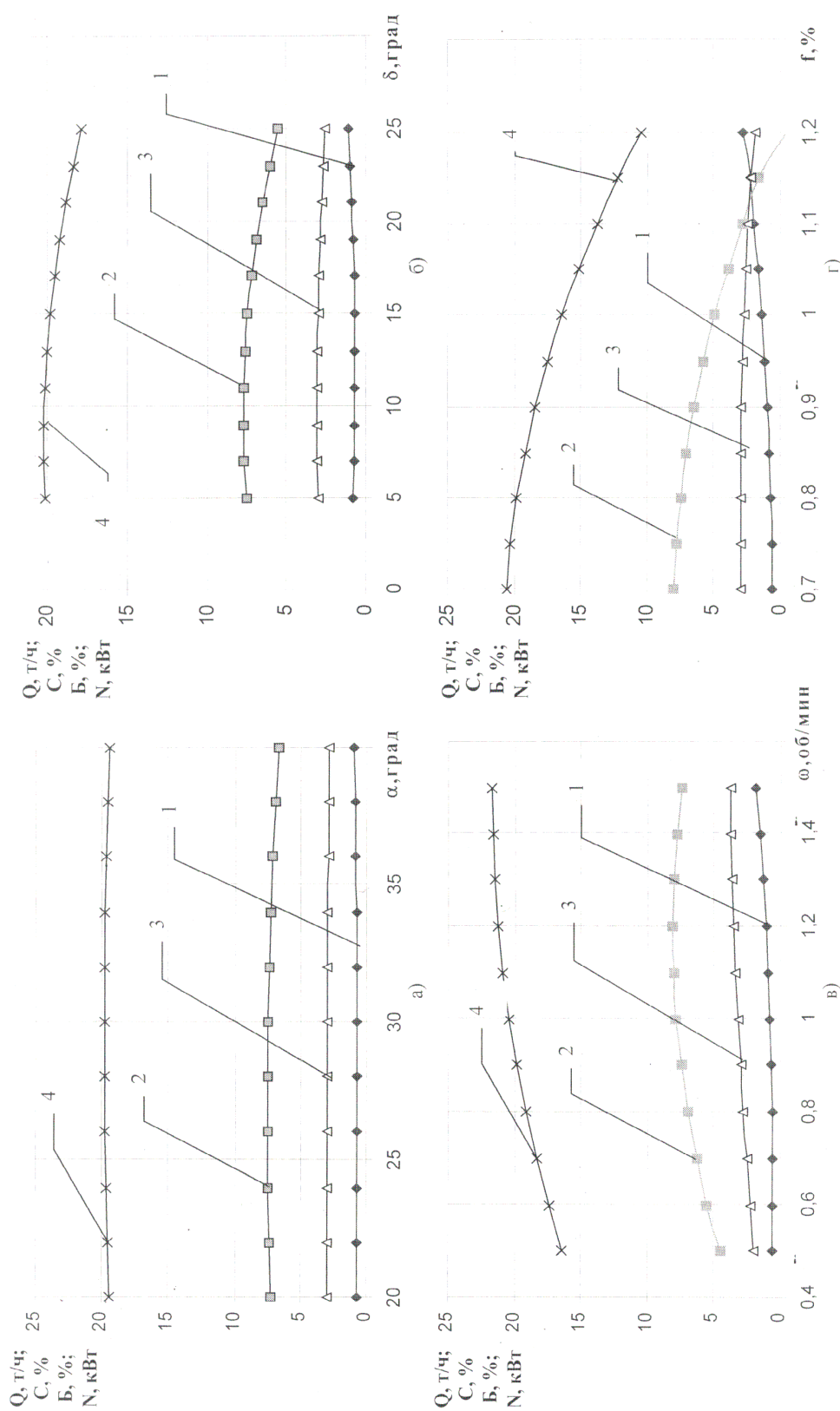


Рис. 3 – Зависимость производительности и шумовой машины (1), количества отходов (2), битых зерен (3) и мощности электропривода (4) от угла основания усеченного конуса рабочей зоны а (а) и радиального зазора б (б), частоты вращения рабочего вала в (в) и открытия заслонки f (г) для ячменя