

О ФИЗИЧЕСКОМ СМЫСЛЕ ОДНОГО ИЗВЕСТНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ КРУПЯНОГО ЗЕРНА

Брасалин С.Н.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
(г. Барнаул)

В научной литературе имеется большое количество самых разных показателей и критериев для оценки технологической эффективности разделительных процессов. Например, разработкой методов и показателей (критериев) для оценки технологической эффективности процесса сортирования занимались представители горного дела, зерноперерабатывающей отрасли и сельского хозяйства. Всесторонний обзор и анализ предложенных в этой области показателей эффективности выполнен Барским Л.А. и Плаксиным И.Н. [4]. На основе глубокого системного анализа огромного количества разных оценок и критериев они показали, что наиболее объективную оценку дают те критерии, которые содержат в себе конкретный физический смысл, отражающий содержание и логику процесса.

Очевидно, что то же самое в полной мере можно отнести и к показателям технологической эффективности любого технологического процесса, в том числе и процесса шелушения крупяного плёчатого зерна. Работая с тем или иным показателем или критерием оценки технологической эффективности процесса, следует чётко понимать, содержит ли применяемый показатель или критерий конкретный физический смысл, отражающий сущность оцениваемого процесса, или же этот показатель или критерий является формальной конструкцией. Это обстоятельство имеет важное значение для объективности оценки и корректности интерпретации результатов такой оценки.

В отраслевой научно-технической и справочной литературе [1,2,3] в качестве оценки технологической эффективности шелушения зерна плёчатых культур рекомендуется использовать коэффициент технологической эффективности E , представляющий собой произведение коэффициента шелушения $K_{ш}$ и коэффициента целостности ядра $K_{ц.я.}$:

$$E = K_{ш} \cdot K_{ц.я.} \quad (1)$$

Коэффициент шелушения $K_{ш}$ характеризует количественную сторону процесса шелушения (по [1,2,3]), так как показывает количе-

ство (долю) зерна, которое удалось ошелушить в ходе процесса (в процентах):

$$K_{ш} = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100, \quad \% \quad (2)$$

где H_1 – содержание неошелушенных зёрен в продукте перед шелушением, %;

H_2 – содержание неошелушенных зёрен в продукте после шелушения, %.

Коэффициент целостности ядра $K_{ц.я.}$ характеризует качественную сторону процесса шелушения (по [1,2,3]), так как показывает долю целых ошелушенных зёрен, то есть долю целых ядер, в массе 'ядровых продуктов, образовавшихся после шелушения (в долях единицы):

$$K_{ц.я.} = \frac{(K_2 - K_1)}{(K_2 - K_1) + (D_2 - D_1) + (M_2 - M_1)}, \quad (3)$$

где K_1, K_2 – содержание целых ядер в продукте, перед шелушением и после шелушения, %;

D_1, D_2 – содержание дроблёных (колотых) ядер в продукте, перед шелушением и после шелушения, %;

M_1, M_2 – содержание мучки в продукте, перед шелушением и после шелушения, %.

Коэффициент E , как видим из приведённой формулы (1), включает две оценки: количественную $K_{ш}$ и качественную $K_{ц.я.}$. И та (формула 2), и другая (формула 3) оценки являются относительными величинами. Но одну из них ($K_{ш}$), как видим, рекомендуется выражать в процентах [1,2,3], а другую ($K_{ц.я.}$) – в долях единицы [1,2,3]. Сделано это, очевидно, для того, чтобы получить размерность обобщённого коэффициента эффективности E в процентах.

В одной из работ [5] показано, что формула (1) является не достаточно корректным критерием и с точки зрения объективности оценки, и с точки зрения математической формы записи этого критерия. Для устранения этих некорректностей формулу (1) следует записать в ином виде, а именно:

$$E = \sqrt{K_{ш} \cdot K_{ц.я.}} \quad (4)$$

Но вместе с тем, формула (1) вызывает сомнения в её корректности в качестве критерия для оценки технологической эффективно-

О ФИЗИЧЕСКОМ СМЫСЛЕ ОДНОГО ИЗВЕСТНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ КРУПЯНОГО ЗЕРНА

сти шелушения ещё и с позиции физического смысла, заключённого в ней. Попробуем разобраться.

Из формулы (2) видим, что коэффициент шелушения $K_{ш}$ характеризует количество не-ошелушенных зёрен ($H_1 - H_2$), переставших быть неошелушенными после прохождения через шелушитель, в процентах от количества неошелушенных зёрен H_1 , бывших в продукте перед шелушением.

А что характеризует коэффициент целостности ядра $K_{ц.я.}$ в соответствии с формулой (3).

В знаменателе этой формулы - сумма продуктов фактически образовавшихся из тех самых ($H_1 - H_2$) зёрен, переставших быть неошелушенными после прохождения через шелушитель; причём сумма не всех образовавшихся продуктов, а только продуктов, являющихся 'ядровым материалом' крупяного зерна, то есть сумма целых ядер, колотых ядер и мелкораздробленных ядер (мучка). В числителе формулы (3) стоит количество целого ядра, фактически получившегося из тех ($H_1 - H_2$) зёрен, переставших быть неошелушенными после прохождения через шелушитель. Следовательно, коэффициент целостности ядра $K_{ц.я.}$ по формуле (3) показывает долю целого ядра в массе всех 'ядровых материалов', фактически полученных в результате шелушения ($H_1 - H_2$) зёрен. Отметим при этом, что лузга, как продукт, образующийся в результате шелушения, в формуле (3) не учитывается никак.

Прежде, чем перейти к дальнейшим рассуждениям для упрощения формы записи и лучшего понимания содержания формул, будем считать, что в исходном зерне, подлежащем шелушению, отсутствуют целые ошелушенные зёрна (то есть целые ядра), дроблёные ошелушенные ядра и мучка, то есть $K_1=0$, $D_1=0$ и $M_1=0$. В соответствии с таким допущением формула (3) коэффициента целостности ядра $K_{ц.я.}$ запишется в более простом виде:

$$K_{ц.я.} = \frac{K_2}{K_2 + D_2 + M_2} \quad (5)$$

Теперь вернёмся к критерию E по формуле (1).

Какую цель мы преследуем, выполняя шелушение плёнчатого крупяного зерна при выработке крупы? А цель – освободить ядро от покрывающих его оболочек, сохранив ядро неповреждённым, целым. В идеальном случае все зерна в результате шелушения должны быть ошелушены при сохранении целостности их ядер. То есть в результате идеального шелушения исходные неошелушенные зерна должны превратиться в целые ядра и лузгу.

Такой результат идеального шелушения должен быть описан уравнением:

$$H_1 = K_2 + Л \quad (6)$$

где $Л$ – количество лузги, образовавшейся из ошелушенных зёрен.

Следовательно, физическим смыслом критерия технологической эффективности шелушения, отражающим сущность этого процесса, является количество целых ошелушенных ядер, образовавшихся из зерна в результате его шелушения.

А какой же физический смысл заключён в критерии E по формуле (1)?

Если считать, что этот критерий показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества всего 'ядрового материала', образовавшегося в результате шелушения зерна, то это есть коэффициент целостности ядра $K_{ц.я.}$, и, следовательно, произведение $K_{ш}$ на $K_{ц.я.}$, входящее в критерий E по формуле (1), очевидно не соответствует такому смысловому пониманию этого критерия.

Может быть этот критерий показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества неошелушенных зёрен ($H_1 - H_2$), переставших быть неошелушенными в результате шелушения? Указанный смысл критерия в символьной форме с учётом принятых здесь обозначений имеет выражение:

$$\left[\frac{K_2}{(H_1 - H_2)} \cdot 100 \right] \quad (7)$$

Попробуем преобразовать формулу (1) и найти в ней выражение (7). Для этого ещё раз запишем формулу (1) и раскроем в ней коэффициенты $K_{ш}$ и $K_{ц.я.}$: $E = K_{ш} \cdot K_{ц.я.} = \frac{(H_1 - H_2)}{H_1} \cdot$

$$100 \cdot \frac{K_2}{K_2 + D_2 + M_2} \quad (8)$$

Умножим правую и левую части выражения (8) на выражение $\frac{(H_1 - H_2)}{(H_1 - H_2)}$:

$$E = \frac{(H_1 - H_2)}{H_1} \cdot 100 \cdot \frac{K_2}{(K_2 + D_2 + M_2)} \cdot \frac{(H_1 - H_2)}{(H_1 - H_2)} = \left[\frac{K_2}{(H_1 - H_2)} \cdot 100 \right] \cdot \frac{(H_1 - H_2)^2}{H_1 \cdot (K_2 + D_2 + M_2)} \quad (9)$$

Как видим, здесь в прямоугольных скобках - искомое символьное выражение (7). Но одновременно с этим видим, что в формуле (9) наряду с искомым выражением (7), присутствует дополнительный относительно громоздкий сомножитель, который можно рассматривать как поправочный коэффициент к выражению в прямоугольных скобках. Путём математических преобразований можно изменить лишь математический вид этого сомножителя - коэффициента, но избавиться от него без корректировки физического смысла,

заложенного в коэффициентах $K_{ш}$ или $K_{ц.я.}$, не удастся (желающие могут в этом убедиться самостоятельно). Причина этого обстоятельства кроется в том, что из величин, входящих в формулу (9) без привлечения дополнительных показателей невозможно построить уравнение материального баланса продуктов, участвующих в процессе шелушения (вспомним: выше мы отметили, что в формуле (3) никак не учитывается лузга). Таким образом, наличие дополнительного сомножителя (поправочного коэффициента) в формуле (9) свидетельствует о несоответствии критерия E по формуле (1) проверяемому физическому смыслу.

Наконец, может быть критерий E показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества неошелушенных зёрен H_1 , содержащихся в продукте перед его шелушением?

Указанный смысл критерия в символической форме с учётом принятых здесь обозначений имеет выражение:

$$\left[\frac{K_2}{H_1} \cdot 100 \right]. \quad (10)$$

Чтобы выявить в формуле (1) выражение (10) посмотрим на формулу (8) и перепишем её в следующем виде:

$$E = \left[\frac{K_2}{H_1} \cdot 100 \right] \cdot \frac{(H_1 - H_2)}{K_2 + D_2 + M_2}. \quad (11)$$

В выражении (11) в прямоугольных скобках выделено искомое выражение (10). Как видим, здесь ситуация аналогична предыдущему случаю: имеется дополнительный сомножитель, являющийся поправочным коэффициентом к выражению в прямоугольных скобках. Устранить дополнительный сомножитель из формулы (11) невозможно по той же

причине, что и в предыдущем случае. Поэтому следует признать, что критерий E по формуле (1) не соответствует и последнему варианту трактовки его физического смысла.

Таким образом, из сказанного следует, что критерий технологической эффективности шелушения E по формуле (1) не имеет чёткого физического смысла, является формальной математической конструкцией, не отражающей в полной мере сущности оцениваемого процесса, и поэтому в принципе не является вполне корректной оценкой результатов шелушения плёнчатых крупяных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. - М.: Колос, 1984. - 376с., ил. - (учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
2. Мельников Е.М. Эффективность процессов крупяного производства // Хлебопродукты, 1998, №7.-с.22-24
3. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. - Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004.- 688с. (Серия «Технологии пищевых производств»).
4. Барский Л.А., Плаксин И.Н. Критерии оптимизации разделительных процессов. - М.: Наука, 1967.
5. Брасалин С.Н. Об оценке технологической эффективности шелушения крупяного зерна/ Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сб. статей и докл. тринадцатой научно-практической конф. (19 ноября 2010 года) / Под ред. Л. В. Анисимовой, Е. А. Кладова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2010.- с.18