

УДК 631.363.2

Воробьёв Н.А., кандидат технических наук, доцент, **Дрозд С.А.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА ПРИ ДВУХСТАДИЙНОМ СПОСОБЕ

Применяемые при производстве комбикормов технические средства для измельчения зерна имеют высокие удельные энергозатраты [1]. Данный недостаток может быть решен путем применения двухстадийного измельчения. Исследуемый способ измельчения зерна, предполагает разрушение зерна за две стадии, где на первой стадии осуществляют деформацию зерна вальцами сжатием и сдвигом до величины, исключающей компрессионное сжатие с последующим разрушением зерна ударами молотков на второй стадии.

Основными показателями процесса измельчения зерна является производительность, качество измельчения и удельные энергозатраты [1]. Повышение эффективности процесса измельчения зерна происходит при увеличении производительности, повышении качества измельчения и при снижении удельных энергозатрат. При этом для определения параметров и режимов работы оборудования необходимо решить компромиссную задачу – выбрать параметры и режимы работы машины, обеспечивающие требуемое качество с наименьшими удельными энергозатратами.

При двухстадийном измельчении зерна данная задача является еще более сложной, так как ее необходимо решить с учетом симбиоза вальцового и молоткового измельчителя зерна.

Качество измельчения зерна определяется в соответствии с ТКП 273-2010 [2], через показатель качества измельчения (K), который рассчитывается как отношение массы зерна требуемой фракции и общей массы пробы. Для каждого вида животного оптимальна определенная фракция измельчения: например, для свиней 0,1–2,0 мм; для сельскохозяйственной птицы в возрасте до 17 недель 1,0–3,0) [3].

Для определения параметров и режимов работы оборудования для двухстадийного измельчения зерна на основании наших теоретических и экспериментальных исследований построена номограмма, состоящая из восьми четвертей, которая представлена на рисунке 1.

Алгоритм работы с номограммой, представленной на рисунке 1 заключается в следующем. В четверти IV задается необходимое значение показателя качества измельчения по оси ординат и ведется горизонтальная линия до пересечения с зависимостью показателя качества от межвальцового зазора при различном диаметре отверстий в решетке. При этом выбранный показатель качества может обеспечить различные значения межвальцового зазора и диаметра отверстий в решетке. Для выбора значений данных параметров в четверти IV предпочтительно выбирать наибольшее значение диаметра отверстия в решетке, тем самым обеспечивается наибольшая производительность и наименьшие удельные энергозатраты, что можно видеть из четвертей III и VI соответственно. Для примера в четверти IV зададим необходимый показатель качества $K = 90 \%$ и определим параметры которые его обеспечивают: диаметр отверстия $d = 4,0$ мм и межвальцовый зазор $b = 0,7$ мм.

По определенным параметрам межвальцового зазора диаметра отверстия в решетке по четверти I определим ряд коэффициентов, необходимых для расчета производительности второй стадии измельчения f_1 , мощности привода первой стадии измельчения w_1 и мощности привода второй стадии измельчения w_2 . Для примера в четверти I выбраны следующие значения коэффициентов $f_1 = 0,51 \text{ м}^{-1}$; $w_1 = 2,1 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$; $w_2 = 4,5 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$.

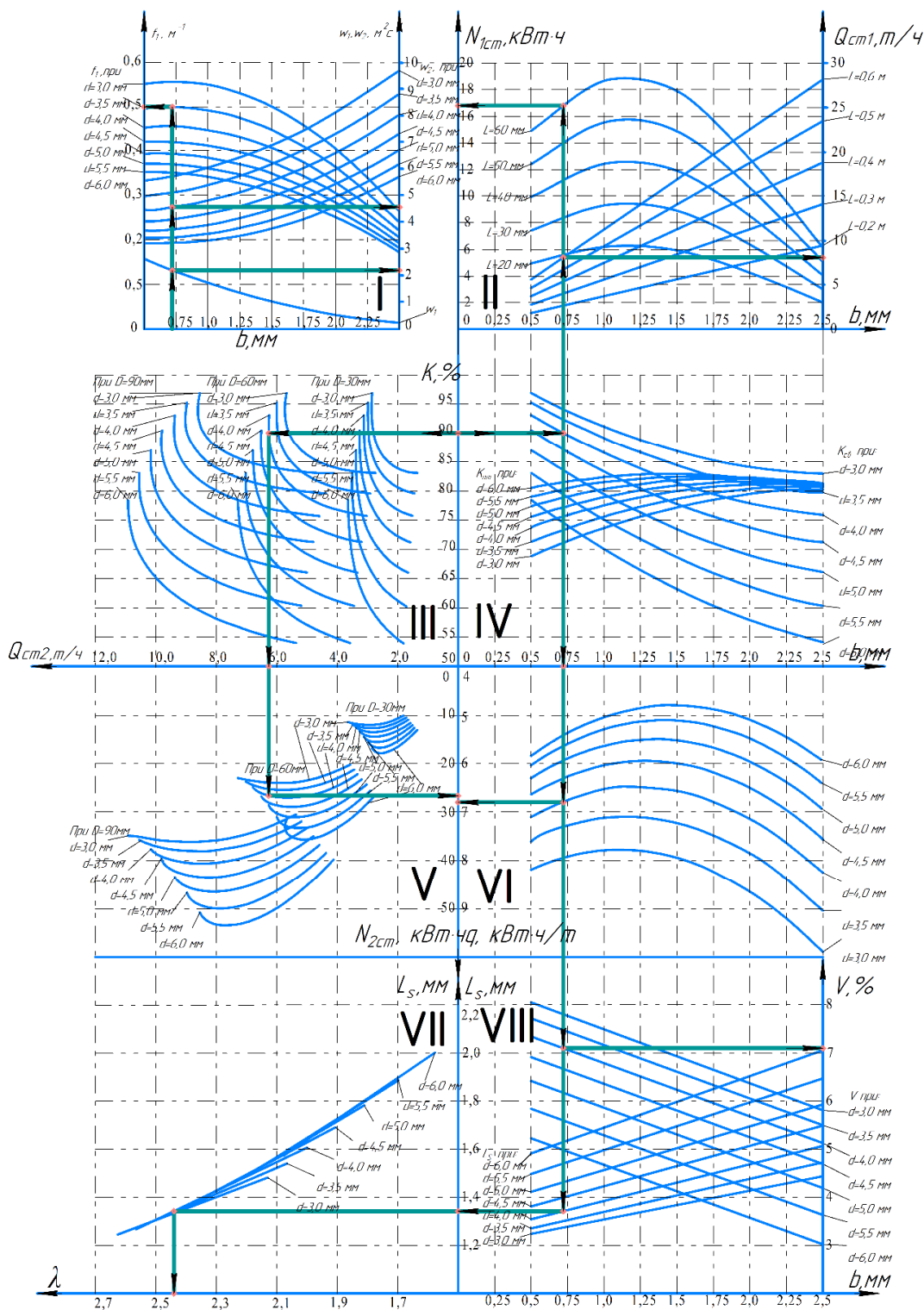


Рисунок 1. Номограмма для определения параметров и режимов работы оборудования для двухстадийного измельчения зерна

Затем в четверти III зададим необходимое значение производительности второй стадии измельчения, на которую оказывает влияние диаметр молоткового ротора. В соответствии с заданной производительностью и ранее заданным показателем качества в четверти III определяем значение диаметра молоткового ротора. Например, зададим производительность не менее 5 т/ч и определим значение диаметра молоткового ротора, которое ее обеспечивает $D = 0,6$ м. При это производительность $Q_{cm2} = 6,2$ т/ч.

Опустив вертикальную линию с четверти III в четверть V определим необходимую мощность привода второй стадии измельчения, для обеспечения ранее заданного показателя качества и производительности. Например, для ранее заданных условий $N_{cm2} = 27$ кВт·ч.

Затем вернемся в четверть IV и из точки пересечения, ранее выбранных значений межвальцового зазора и диаметра отверстия в решетке, проведем вертикальную линию вверх в четверть II, в которой определим значение длины вальцов, которая обеспечит ранее заданную производительность.

В соответствии с заданной производительностью и ранее определенным параметрам межвальцового зазора в четверти II, определим значение длины вальцов. Например, для ранее заданных условий, $L = 0,4$ м, что обеспечивает производительность первой стадии измельчения $Q_{cm1} = 5,4$ т/ч.

Проведя вертикаль дальше вверх до пересечения с зависимостью мощности первой стадии измельчения от межвальцового зазора при ранее выбранном значении длины вальцов определим необходимую мощность привода первой стадии измельчения. Например, для ранее заданных условий $N_{cm1} = 11,2$ кВт·ч.

Затем снова возвращаемся в четверть IV и из точки пересечения ранее выбранных значений межвальцового зазора и диаметра отверстия в решетке проведем вертикальную линию вниз в четверть VI, в которой определим значение удельных энергозатрат на процесс двухстадийного измельчения. Например, для ранее заданных условий $q = 6,8$ кВт·ч/т.

Опустив вертикаль в четверть VIII определим значения однородности продукта (в котором от 0 % до 10 продукт является однородным) и средневзвешенного размера частиц. Например, для ранее заданных условий $V = 7,1$ % и $L_s = 1,35$ мм.

По полученному значению средневзвешенного размера частиц в четверти VII определим степень измельчения зерна, путем проведения горизонтальной линии из четверти VIII. Например, для ранее заданных условий $l = 2,44$.

Также при работе с номограммой вместо показателя качества измельчения можно задать другой функциональный показатель процесса измельчения, например, средневзвешенный размер частиц, и определить параметры и режимы работы оборудования, позволяющие его обеспечить.

Разработанной методика позволяет применять способ двухстадийного измельчения как при разработке и создании нового оборудования для измельчения зерна, так и при использовании существующих и применяемых машин в комбикормовой промышленности, путем комбинации между собой вальцового и молоткового измельчителя из парка машин, применяемых в Республике Беларусь.

Список использованной литературы

1. Афанасьев, В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / В.А. Афанасьев [и др.]. – Воронеж: ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт». – 2007. – 389 с.
2. ТКП 273-2010. Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для приготовления кормов. Порядок определения функциональных показателей. [Текст]. – Введ. 01.06.2011. БелГИСС, 2011. – 48 с.
3. Воробьев, Н.А. Анализ зоотехнических требований к качеству измельчения зерна на кормовые цели / Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 267–268.