

# ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ

**Ж. КОШАК, А. КОШАК**, кандидаты технических наук,  
УО «Гродненский государственный аграрный университет», Республика Беларусь

При производстве гранулированных комбикормов, как правило, используют сухой способ обработки, который включает в себя гидротермическую обработку (ГТО) рассыпного комбикорма, его прессование (гранулирование), охлаждение и просеивание гранул.

Качество процесса гранулирования возможно оценивать по двум критериям — по затратам энергии на образование гранул и по их качеству. Большое влияние на них оказывает гидротермическая обработка. Под воздействием теплого влажного пара рассыпной комбикорм подвергается, с одной стороны, структурно-механическим изменениям, с другой — биохимическим, в результате чего получают продукт необходимой для прессования вязкости. Его коллоидно-пористую структуру определяет компонентный состав. При поглощении влаги коллоиды набухают и видоизменяются. С ростом температуры набухание проходит интенсивнее, при этом повышаются пластические свойства продукта. Высвобождающийся из растительных и животных клеток жир равномерно обволакивает теплую и влажную поверхность частиц корма. При пропаривании зерновых компонентов крахмал клейстеризуется, переходит в растворимую форму, более доступную для действия ферментов. Образованные в результате этого декстрины и простые сахара способствуют сцеплению частиц комбикорма между собой.

Наиболее простой способ гидротермической обработки — это скоростное равномерное кондиционирование комбикорма в кондиционере-смесителе сухим перегретым паром под давлением  $3,5\text{--}4,5 \cdot 10^5$  Па. Расход пара при этом составляет  $50\text{--}60$  кг на  $1$  т комбикорма. Температура продукта при такой обработке повышается до  $75\text{--}85^\circ\text{C}$ . В зависимости от конструкции кондиционера-смесителя обработка продолжается в течение  $10\text{--}30$  с.

В ходе исследований была разработана классификация комбикормового сырья по влиянию его на удельную энергоемкость процесса гранулирования (снижается от первой группы к последней): минеральное сырье; зерно и продукты его переработки; кормовые продукты молочной промышленности; корма животного происхождения; продукты микробиологического и химического синтеза; шроты и растительные масла.

Для изучения влияния независимых факторов на процесс гранулирования комбикормов с использованием пресс-гранулятора с вертикальной кольцевой матрицей был проведен полный факторный эксперимент ПФЭ  $2^4$  со звездным плечом. В качестве независимых факторов были выбраны: исходная влажность рассыпного комбикорма  $W_{исх}$ , температура  $t_{кам}$  в камере кондиционера-смесителя, установленного перед пресс-гранулятором, содержание шротов и масел в комбикорме  $C_{шпр\_м}$ , производительность пресс-гранулятора  $Q_{гр}$ . В качестве выходного параметра исследовалась удельная энергоемкость процесса гранулирования  $P_{уд}$ .

В результате обработки экспериментальных данных была получена математическая модель процесса (1).

Степень влияния независимых факторов на удельную энергоемкость процесса гранулирования показана на рисунке 1. Наибольшее влияние на уменьшение удельной энергоемкости процесса гранулирования оказывает рост температуры в камере кондиционера-смесителя. На втором

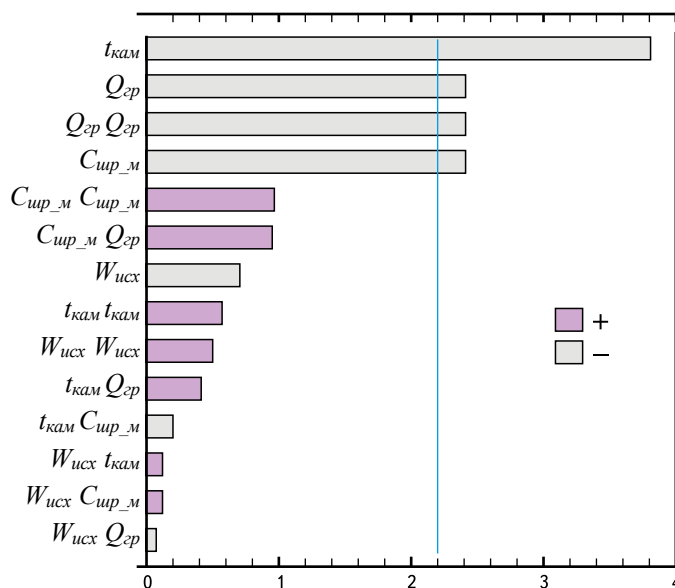


Рис. 1. Карта Парето влияния факторов процесса гранулирования на удельную энергоемкость

$$P_{уд} = 170,68 - 68,13 \cdot W_{исх} - 1,064 \cdot t_{кам} - 1,22 \cdot C_{шпр\_м} + 1,6 \cdot Q_{гр} + 2,76 \cdot W_{исх}^2 + 0,019 \cdot W_{исх} \cdot t_{кам} + 0,032 \cdot W_{исх} \cdot C_{шпр\_м} - 0,034 \cdot W_{исх} \cdot Q_{гр} + 0,0035 \cdot t_{кам}^2 - 0,00194 \cdot t_{кам} \cdot C_{шпр\_м} + 0,011 \cdot t_{кам} \cdot Q_{гр} + 0,025 \cdot C_{шпр\_м}^2 + 0,047 \cdot C_{шпр\_м} \cdot Q_{гр} - 0,28 \cdot Q_{гр}^2 \quad (1)$$

месте находится его производительность: чем она выше, тем ниже удельная энергоемкость. На третьем месте — содержание в комбикорме шротов и масел. Исходная влажность рассыпного комбикорма не оказывает на нее существенного влияния.

Одним из важных параметров процесса гидротермической обработки комбикорма является температура в камере кондиционера-смесителя. По ее значению можно судить о температуре пропаренного корма и, как следствие, о биохимических процессах, происходящих в нем при ГТО. Была получена зависимость удельной энергоемкости процесса гранулирования от производительности пресс-гранулятора при изменении температуры в камере кондиционера-смесителя и при постоянном количестве шротов и масел в комбикорме (16%). Результаты представлены на рисунке 2.

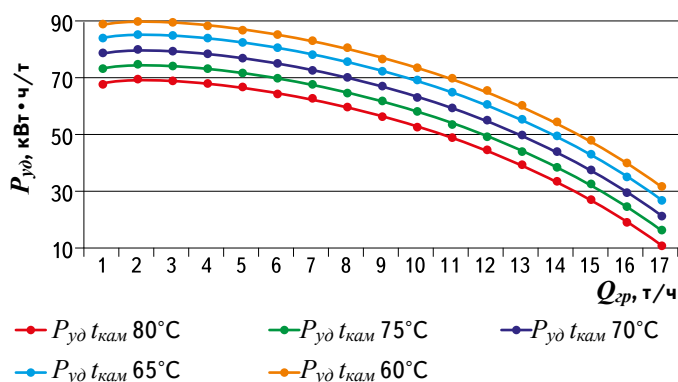


Рис. 2. Зависимость удельной энергоемкости процесса гранулирования от производительности пресс-гранулятора и температуры в камере кондиционера-смесителя

С повышением производительности пресс-гранулятора и температуры в камере кондиционера-смесителя удельная энергоемкость процесса гранулирования снижается (независимо от температуры характер графических зависимостей одинаковый). При производительности 1 т/ч и температуре в камере кондиционера-смесителя 60°C она выше на 24%, чем при температуре 80°C. При производительности 17 т/ч — на 63%. Получается: чем выше производительность пресс-гранулятора, тем существеннее влияние температуры на удельную энергоемкость процесса.

Для определения совместного влияния производительности пресс-гранулятора и содержания шротов и масел в составе комбикормов для птицы был проведен активный эксперимент. Температура в камере кондиционера-смесителя достигала 80°C и поддерживалась на постоянном уровне; диаметр отверстий матрицы пресс-гранулятора составлял 4,7 мм. В последующем гранулы измельчались.

Результаты показали, что с увеличением производительности пресс-гранулятора и независимо от содержания шротов и масел в комбикорме удельная энергоемкость процесса снижается (рис. 3). Причем при производитель-

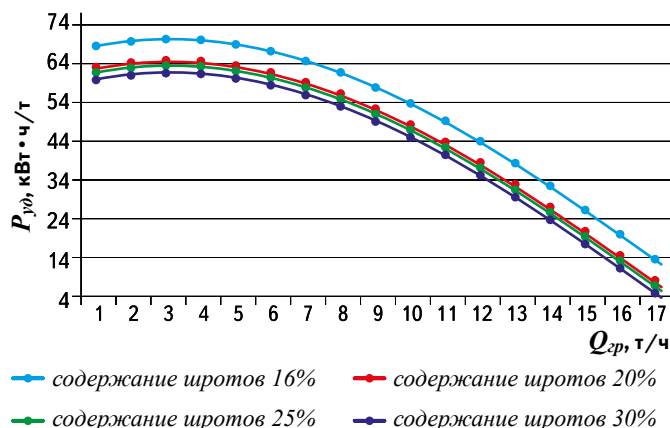


Рис. 3. Зависимость удельной энергоемкости процесса гранулирования от производительности пресс-гранулятора и содержания шротов в комбикорме

ности от 1 до 6 т/ч — незначительно, например при 25%-ном уровне содержания шротов — с 62 до 60 кВт·ч/т. Но она резко уменьшается — с 59 до 7 кВт·ч/т — при увеличении производительности до 17 т/ч, при том же содержании шротов в комбикорме. Эти данные свидетельствуют о том, как важно поддерживать максимально возможную производительность пресс-гранулятора для снижения удельной энергоемкости процесса, обеспечивая при этом высокое качество продукции. А это возможно только при хорошо отлаженной технологии производства гранулированных комбикормов.

Кроме того, удельная энергоемкость процесса гранулирования зависит, хотя и в меньшей степени, от количества шротов и масел в комбикорме. Так, при увеличении их содержания с 16 до 30% и при производительности пресс-гранулятора 1 т/ч она снижается на 11%, при 17 т/ч — на 61%. Этому в определенной мере способствуют жиры, в том числе присутствующие в шротах, которые служат в качестве смазочного материала при прохождении корма через фильеры матрицы.

Было определено влияние производительности пресс-гранулятора при различной влажности пропаренного комбикорма на удельную энергоемкость процесса гранулирования. Исследования показали, что с увеличением влажности пропаренного комбикорма удельная энергоемкость процесса гранулирования снижается. Так, при влажности 12% она выше на 18%, чем при влажности 16%, при одинаковой производительности пресса — 2 т/ч. Но с ростом его производительности до 17 т/ч и при той же влажности — 12% — удельная энергоемкость выше на 30%. Это позволяет рекомендовать проводить процесс гранулирования при влажности пропаренного комбикорма от 15 до 16%. При более низкой влажности гранулирование будет энергоемким, а биохимические процессы, протекающие в корме при гидротермической обработке, будут протекать менее интенсивно, что снизит его питательную ценность. ■