

Н.В. Дмитренко, канд. техн. наук (ІТТФ НАНУ, Київ)

В.М. Пазюк, канд. техн. наук (ІТТФ НАНУ, Київ)

ВИТРАТИ ТЕПЛОТИ ПРИ СУШІННІ НАСІННЯ ГАРБУЗА

Розгляд насіння гарбуза як об'єкту сушіння потребує знання деяких його теплофізичних властивостей, зокрема витрат теплоти на зневоднення, щоб правильно підібрати технологічні параметри та вдало провести процес сушіння. Теплофізичні властивості насіння досі було розглянуто, в основному, для зернових, олійних та бобових культур. Теплофізичні властивості насіння гарбуза досліджено не було, бо це достатньо новий для нас об'єкт промислового виробництва. Тому стало завдання дослідження теплофізичних властивостей насіння гарбуза, зокрема таких, як витрати теплоти на випаровування з нього вологи.

Для визначення витрат теплоти на випаровування вологи з насіння було застосовано диференціальний мікрокалориметр ДМКИ-01, розроблений у відділі теплометрії Інституту технічної теплофізики НАН України. Принцип його роботи засновано на синхронному вимірі зміни маси матеріалу та кількості теплоти, що витрачена на зневоднення під час ізотермічного сушіння. Для дослідження досить крупного, з великим термічним опором насіння гарбуза було використано калориметричну платформу з циліндричними комітками глибиною 36 мм, де перетворювач теплового потоку розміщений вздовж периметру стінок коміток. Кондуктивне сушіння насіння гарбуза сорту «Стофунтовий» відбувалось всередині робочого блоку калориметра при температурі 40, 50, 60 °С, до моменту досягнення насінням рівноважної вологості.

Поточні значення теплоти випаровування вологи зі зразка під час сушіння визначали після закінчення досліду за формулою:

$$r_i = \frac{\int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} Q(\tau) d\tau}{m(\tau_i) - m(\tau_{i+1})}, \quad (1)$$

де r_i – питомі витрати теплоти на випаровування за час сушіння від τ_i до τ_{i+1} , кДж/кг; τ_i та τ_{i+1} – поточні моменти часу процесу сушіння, с; $Q(\tau)$ – тепловий потік всередині робочої камери як функція часу, кДж/с; $m(\tau_i)$ та $m(\tau_{i+1})$ – маса насіння в моменти часу τ_i та τ_{i+1} , кг.

Результати дослідів наведені на рис. 1 в координатах значень питомих витрат теплоти на зневоднення, приведених до питомої теплоти випаровування чистої води при певній температурі.

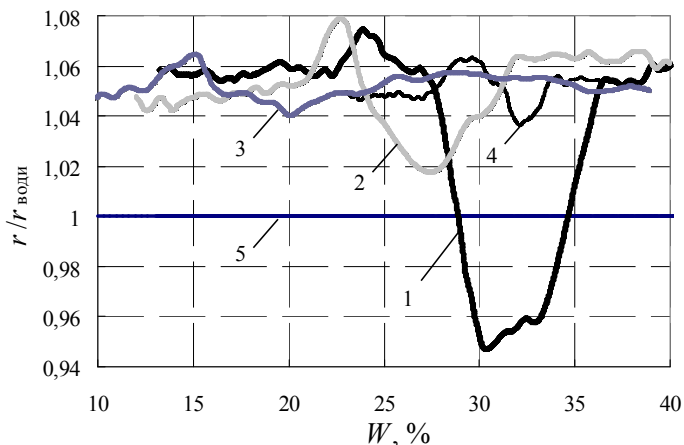


Рис. Залежності від відносною вологості приведених питомих витрат теплоти на зневоднення насіння гарбуза сорту «Стофунтовий» при різних температурах кондуктивного сушіння: 1 – 40 °С; 2 – 50 °С; 3 – 60 °С; 4 – 40 °С (насіння без плівки-принасінника); 5 – теплота випаровування чистої води

Експериментально отримана (рис.) питома теплота випаровування вологи з насіння гарбуза перевищила табличні значення теплоти випаровування чистої води приблизно на 6 %. Це свідчить про видалення не лише вільної, але й зв'язаної вологи з насіння з самого початку його сушіння. Також, на експериментальних кривих було отримано піки зниження теплових витрат на випаровування, початок яких при збільшенні температури сушіння зсувається від моменту досягнення насінням вологості 36% (сушіння при 40 °С) до моменту досягнення насінням вологості 25% (сушіння при 60 °С). Додаткові дослідження витрат теплоти на зневоднення насіння, з якого була видалена верхня тонка оболонка (плівка-принасінник), дозволили нам ідентифікувати це явище як тепловий та кінетичний ефект, пов'язаний з поступовим руйнуванням цієї тонкої оболонки. Після руйнування/видалення плівки-принасінника волога випаровується через другу, тверду оболонку – насіннєву шкірку склеротесту, яка більш стійка до впливу обраних температур сушіння. Зауважимо, що, оскільки процес руйнування не є рівноважним, робити якісь висновки щодо реальної величини теплового ефекту руйнування плівки-принасінника, на підставі отриманих даних, не є коректним.