

4. Визначення мінімально можливих енергетичних та ентропійних характеристик теплотехнологічних процесів бурякоцукрового виробництва

Сергій Самійленко, Сергій Василенко, Зіновій Мельник
Національний університет харчових технологій

Вступ. При аналізі ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів (ПЕР) основною методичною задачею є вибір методу її кількісної оцінки. Порівняння показників витрат ПЕР запропонованих варіантів теплотехнологічного комплексу (ТТК) з показниками роботи існуючої схеми є суб'єктивним, оскільки не характеризує рівень енергетичної досконалості теплової схеми.

Так, у праці [1] з урахуванням реальних умов роботи при відкачці дифузійного соку 120 % до маси буряка (м.б.) та згущенні сиропу до 72 % сухих речовин (СР) було визначено перспективну величину витрат палива на виробництво теплоти у кількості 3,4 % до м.б. Проте, на сьогодні воно поступається сучасним реальним результатам. Тому, залишається відкритим питання: до якої величини теоретично можливо зменшити питомі витрати ПЕР на технологічні потреби бурякоцукрового виробництва.

Матеріали і методи. В дослідженнях використані теоретичні та теоретично-прикладні методи, включаючи аналіз та синтез, ідеалізацію, методи аналізу класичної термодинаміки, математичне моделювання енергетичних систем на базі прикладних програмних пакетів MathCad та MS Excel.

Результати. Шляхом ідеалізації технологічних та енергетичних процесів “синтезовано” гіпотетичний ТТК, для якого визначено мінімально можливі енергетичні та ентропійні характеристики, що дозволило доповнити методіку аналізу енергетичної ефективності ТТК необхідними критеріями.

На підставі проведених досліджень встановлено мінімальний вплив температури стружки буряків на енергетичний та ентропійний баланси ідеалізованого ТТК, а тому отримані результати – достовірні для різних температур навколишнього середовища (НС).

Зокрема, визначено такі дані:

– мінімально можлива витрата теплоти на реалізацію технологічних процесів виробництва цукру за класичною теплотехнологічною схемою – $Q_{\min}^{\text{tex}} = 118,4$ Мдж/т;

– “мінімальне” загальне зростання ентропії від необоротності процесів ТТК:

$$\sum \Delta S_{\min}^{\text{tot}} = 314,68 \text{ кДж}/(\text{т}\cdot\text{К});$$

– “мінімальне” зростання ентропії від внутрішньої необоротності:

$$\sum \Delta S_{\min}^{\text{in}} = 157,94 \text{ кДж}/(\text{т}\cdot\text{К});$$

– “мінімальне” зростання ентропії від зовнішньої необоротності: $\sum \Delta S_{\min}^{\text{out}} = 156,74$ кДж/(т·К).

Мінімальну комплексну величину питомих витрат умовного палива розраховано як суму мінімальних питомих витрат палива для виробництва теплоти на: технологічні потреби ($B_{\min}^Q = 0,43\%$), виробництво електричної енергії ($B_{\min}^{\text{el}} = 0,23\%$), виробництво вапна і сатураційного газу ($B_{\min}^{\text{CaO}} = 0,14\%$).

Загальна	сума	витрат	складає:
----------	------	--------	----------

$B_{\min}^{tot} = 0,43 + 0,23 + 0,14 = 0,8\%$ до м.б.. Розподіл мінімально можливих витрат палива на компенсацію внутрішньої та зовнішньої необоротностей ТТК отримали в розмірі: $B_{\min}^{in} = 0,22\%$ до м.б., $B_{\min}^{out} = 0,21\%$ до м.б..

З використанням отриманих показників сформульовано зміст критеріїв енергетичної ефективності: енергетична ефективність довільного ТТК у цілому чи його складових, внутрішньої та зовнішньої структур може бути оцінена шляхом порівняння їх енергетичних характеристик із відповідними характеристиками ідеалізованого комплексу.

Запропоновано систему коефіцієнтів: коефіцієнт загальної (комплексної) енергетичної ефективності ТТК, коефіцієнт енергетичної ефективності системи теплозабезпечення технологічних процесів, коефіцієнт енергетичної ефективності внутрішньої структури ТТК, коефіцієнт енергетичної ефективності зовнішньої структури ТТК. Апробацію методики аналізу енергетичної ефективності цукрового виробництва реалізовано на прикладі дослідження ефективності поетапного впровадження комплексної системи заходів, які узагальнили у відповідних етапах: етап №1 – повернення «аміачних» конденсатів на живлення дифузійної установки; етап №2 – повернення жомопресової води на живлення дифузійної установки (збільшення вмісту сухих речовин у пресованому жомі до 25%); етап №3 – збільшення вмісту сухих речовин продукту перед вакуум-апаратами до 72%; етап №4 – використання утфельної пари для нагрівання дифузійного соку.

Висновки. Запропоновано методику аналізу ефективності використання ПЕР в цукровому виробництві, що базується на використанні, як бази порівняння, розробленої ідеалізованої схеми ТТК. Методика дозволяє кількісно оцінювати рівень досконалості існуючих та пропонованих теплових схем, а також вплив на їх досконалість як окремих, так і комплексних заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Література

1. Витрати тепла і палива на виробництво цукру: перспективні, проектні, реальні / А. О. Князев, В.М Філоненко, С.М. Василенко, В.П. Петренко // Цукор України. – 1994. – № 1. – С.8 – 13.