

М.І. Погожих, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

М.А. Чеканов, канд. техн. наук, доц (*ХДУХТ, Харків*)

А.О. Пак, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ

На теперішній час організовані виробництва промислових енергетичних систем працюють в оптимальних технологічних режимах, використовуючи первинну енергію для здійснення необхідної роботи й технологічного процесу. Тому з метою визначення енергоефективності технологічного процесу, кількості енергії, яка витрачається на виробництво одиниці продукції, контролю витрат енергії потрібно вводити узагальнений інтегральний енергетичний показник, що враховує всі форми її перетворень. Тоді за ефективністю використання первинних і вторинних джерел енергії можна судити про ефективність розвитку або деградації розглянутої системи.

Безліч існуючих на ринку перетворювачів енергії працюють на первинних і вторинних енергоресурсах. При використанні вторинних енергоресурсів частка тієї або іншої форми енергії може мінятися. Наприклад, у вихрових теплогенераторах механічна складова, отримана з електричної форми енергії, практично вся переходить у теплоту. Потужність енергетичних перетворювачів обмежена температурними й механічними силовими впливами робочого тіла на теплообмінні поверхні. Оскільки енергія – це субстанція, “що дає життя” технічному пристрою, а ентропія є узагальнена функція стану, що враховує всі форми взаємоперетворення енергії в даній конструкції, то з умов мінімуму відхилення ентропії можна формувати режими роботи енергетичної системи.

Більшість промислових енергетичних апаратів являють собою рекуперативні теплообмінники з передачею теплоти через поверхні теплообміну, спроектовані під той або інший теплоносій. У такій системі існує два теплоносія та поверхня нагрівання, представлена у вигляді щільних каналів різноманітної форми й конфігурації.

У таких системах обов'язково існує сполучена система “стінка й потоки, що рухаються”, нагрівача й охолоджувача. У системі завжди перебувають зони тепломасообміна з високою інтенсивністю, які вносять визначальний вклад у загальну частку ресурсу всього апарата.

Особливості термодинамічного підходу для рішення даного класу завдань в узагальненій постановці, що використовує основні

закони енергоентропії, сформульовані у вигляді систем диференціальних рівнянь у частинних похідних викладені в працях И. Дьярмати, Л.И. Седова, С. де Гротта й П. Мазура. Роботи цих учених дозволяють розглядати нерівноважну термодинаміку як науку, що використовує закони теорії поля, коли нерівноважні стани безперервних середовищ можуть бути описані скалярними, векторними або тензорними полями. В наукових працях Г.Н. Алексеева, Е.Х. Лийва, Л. Бриллюена показано, що нерівноважний стан системи вдало описується введенням у теорію термодинаміки законів енергоентропії, які дозволяють, при дотриманні певних граничних умов в енергетичному просторі стану досліджуваного об'єкта, досліджувати стан різних систем переносу теплоти й маси з часом. Другий закон нерівноважної термодинаміки є рівнянням балансу ентропії, з якого виводяться основні диференціальні рівняння в ентропійному формулюванні. Це рівняння типу теплопровідності Фур'є й руху Навьє-Стокса, які дозволяють застосовувати ентропійне формулювання до аналізу функціонування й проектування елементів досліджуваної енергетичної системи, наприкладі теплообмінних апаратів.

У роботах Я. Шаргута, Р. Петела, В.М. Бродянского, викладається методика розрахунку теплообмінних апаратів з ексергетичної точки зору, де головними параметрами є ентропія робочого тіла й навколишнього середовища. З умови пошуку мінімального значення швидкості виробництва ентропії або принципу найменшого розсіювання енергії формулюються рівняння відтворення ентропії, рішення яких дозволяє знайти оптимальні енергетичні параметри аналізованих систем. Одержання узагальненої функції стану ентропії для відкритої для енергообміну системи через "потоки й сили" формулюється в роботах А.В. Ликова.

Для аналізу перехідних процесів теплообміну вигідно використовувати термодинамічні підходи нерівноважної термодинаміки в узагальненій постановці, тобто з використанням законів енергоентропії. Закони енергоентропії дозволяють формувати ентропійні моделі на декількох ієрархічних рівнях: у локальному формулюванні (мікрорівень), середньоінтегральному по зонах (макрорівень), середньоінтегральному для всього виробу (метарівень).