

УДК 663.434

Є. І. Кучерявий, А-І. М Голояд

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ В ПІДІГРІВАЧІ СОЛОДУ

Ye. I. Kucheriavyi, A-I. M Holoiad

INTENSIFICATION OF THE COOLANT DISTRIBUTION PROCESS IN THE MALT HEATER

Інтенсифікація процесу розподілення теплоносія в підігрівачі солоду є важливим аспектом для оптимізації енергоефективності та продуктивності виробництва. Підігрівачі солоду використовуються в пивоварній промисловості для сушіння солоду перед його використанням у виробництві пива. При виробництві солоду витрати теплової енергії є досить значними, навіть при використанні сучасних сушильних установок.

Основними методами інтенсифікації процесу розподілення теплоносія є:

- Удосконалення конструкції обладнання: використання спеціальних конструкцій теплообмінників для збільшення площі теплообміну; впровадження вдосконалених систем розподілу теплоносія для однорідного нагріву солоду.
- Використання високоефективних теплоносіїв, а саме вибір теплоносія з високою теплопровідністю для забезпечення ефективного передачі тепла до солоду.
- Управління температурним режимом, тобто регулювання температури теплоносія для оптимального нагріву солоду без перегріву або недогріву.
- Використання теплообмінних допоміжних пристроїв, наприклад застосування додаткових пристроїв, таких як теплообмінники з зубчастими трубами або лопатчаті теплообмінники, для підвищення ефективності теплообміну.
- Впровадження автоматизації, використання автоматизованих систем контролю та регулювання для точного управління процесом підігріву солоду.
- Забезпечення ефективної ізоляції обладнання для уникнення тепловтрат і забезпечення максимальної концентрації тепла навколо солоду.
- Використання технологій збільшення поверхні теплообміну. Застосування новітніх технологій, таких як наноматеріали або структури з високою поверхнею, для збільшення ефективної поверхні теплообміну.
- Використання математичного моделювання та оптимізаційних методів для визначення оптимальних параметрів процесу розподілення теплоносія.

Враховуючи постійно зростаючу ціну на енергоносії та електроенергію, підвищення енергоефективності процесу сушіння солоду шляхом вдосконалення режимів сушіння і конструкцій сушильних установок є актуальним завданням сьогодення. Доведено, що для зниження витрат теплоти на випаровування вологи доцільно подавати на сушку попередньо нагрітий солод, що підвищує швидкість сушіння. Для реалізації попереднього підігріву солоду використовують апарат, недоліком якого є низька ефективність системи розподілу теплоносія, що призводить до нерівномірного нагріву солоду. Розробка ефективної конструкції вимагає інтеграції інженерного підходу, теплофізичного моделювання та експериментів для досягнення оптимальних результатів.

Ключовими елементами для ефективного та рівномірного нагрівання солоду є застосування теплообмінників з великою площею теплообміну для ефективної передачі тепла до солоду, застосування спеціальних конструкцій теплообмінників, таких як лопатчаті або зубчасті теплообмінники; встановлення систем розподілу теплоносія, які

забезпечують рівномірне розподілення тепла по всій поверхні солоду, застосування регульованих елементів розподілу для керування потоком теплоносія в різних частинах підігрівача; застосування систем контролю температури, а саме встановлення точних датчиків температури для контролю та регулювання теплоносія та використання автоматизованих систем керування для підтримки заданих температурних режимів; створення конструкції підігрівача, що забезпечує оптимальний контакт між солодом і теплообмінниками, використання спеціальних поверхонь або додаткових елементів для збільшення ефективності теплообміну; застосування систем вентиляції для забезпечення однорідності розподілу тепла і уникнення перегріву чи недогріву окремих ділянок солоду; забезпечення ефективної ізоляції підігрівача для уникнення тепловтрат і концентрації тепла в процесі; застосування сучасних технологій, таких як теплові насоси чи теплообмінні агрегати, для підвищення енергоефективності; встановлення систем моніторингу для виявлення проблем або відхилень у роботі підігрівача та автоматизовані системи діагностики.

Ефективним для проектування та оптимізації процесу розподілення теплоносія в підігрівачі солоду може бути використання теплового моделювання та комп'ютерного моделювання для аналізу та оптимізації розподілу теплового потоку в камері подачі теплоносія підігрівача солоду. Створення теплової моделі включає визначення параметрів, таких як теплова провідність матеріалів, теплова ємність, густина, теплові коефіцієнти обміну тепла, інші властивості обладнання та матеріалів, а також розподіл теплових джерел (наприклад, вентиляторів, теплообмінників) та витрат теплоносія в моделі. Врахування граничних умов при моделюванні включає узгодження граничних умов з реальними умовами експлуатації, такими як температура теплоносія, тепловтрати через стіни та інші фактори зовнішнього середовища.

Моделюючи систему важливо враховувати різні фактори що впливають на процес, таких як зміна температури теплоносія, зміна витрати теплоносія, або зміна конфігурації обладнання, провести аналіз теплового розподілу, вивчити результати моделювання для оцінки розподілу теплового потоку в різних частинах камери, визначити зони з високою або низькою температурою, а також можливі точки перегріву або недогріву.

Результатом моделювання може бути оптимізація параметрів. Зміна параметрів, таких як розташування вентиляторів, кут напрямку потоку повітря, розташування теплообмінників, зміна конструкції вентиляційних каналів і т.д.

Оцінка впливу цих змін на розподіл тепла та ефективність системи та уточнення моделі на основі даних з експериментів з подальшим використанням результатів реальних вимірювань та експериментів для уточнення теплової моделі та порівнянням даних моделювання з реальними результатами для перевірки точності моделі.

Врахування результатів моделювання для визначення оптимальних параметрів системи, що забезпечують рівномірний розподіл тепла сприяють розробці ефективної конструкції системи подачі теплоносія для підігрівача солоду.

Використання теплового моделювання дозволяє ефективно визначити вплив різних факторів на розподіл тепла та вдосконалити конструкцію системи подачі теплоносія для підігрівача солоду. За результатами моделювання запропоновано конструкцію підігрівача з удосконаленою системою підведення теплоносія, яка забезпечує рівномірне прогрівання солоду та досягнення його температури в межах 45 - 47°C по всьому перерізу кінцевої секції підігрівача, що є достатнім для подачі його на сушарку; швидкість теплоносія після проходження шару солоду складає 0,1 - 0,22 м/с, за винятком початкової секції апарата, де знаходиться система відведення відпрацьованого повітря.