

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕКУПЕРАТОРОВ ТЕПЛОТЫ

Значительное количество распылительных сушильных установок в Украине (в основном в молочной промышленности) за последние десятилетия претерпели ряд существенных модернизаций, направленных на повышение производительности сушки и снижение удельных энергетических затрат. Многие заводы перешли от одноступенчатых к дву- и трехступенчатым схемам распылительной сушки, закупив новые более современные сушильные установки, или же проведя коренную модернизацию конструкций действующих сушильных установок. За счет этого энергозатратные показатели работы сушилок существенно (на 20...30 %) снизились, приблизившись к показателям 4400...4600 кДж на 1 кг испаренной влаги для двухступенчатых сушильных установок и 4100...4300 кДж/кг и.в. для трехступенчатых [1–3]. Значительное число распылительных сушильных установок дополнительно переведено на работу от автономных теплогенераторов, что также позволило более эффективно (при более высоких исходных температурах теплоносителя) осуществлять процесс сушки [4].

В Институте технической теплофизики НАН Украины исследованы возможности дальнейшего снижения энергозатратных показателей линий распылительной сушки. В частности, предложены ряд схем по утилизации теплоты отходящих газов автономных теплогенераторов и подогрева за счет этого воздуха, подаваемого в сушильную установку, а также по утилизации теплоты отработанного в сушильном процессе теплоносителя. Разработаны и проверены в работе на опытной распылительной сушильной установке Института технической теплофизики НАН Украины конструкции рекуператоров теплоты на тепловых трубах [5,6].

В линии распылительной сушки рекуператор размещался на заключительном участке воздуховода непосредственно перед вытяжным вентилятором. В нижнюю зону рекуператора направлялся горячий (отработанный в сушильном процессе) поток воздуха, а в верхнюю – холод-

ный, поступающий в калорифер из окружающей среды. При проведении исследований фиксировались теплотехнологические параметры работы рекуператора с непосредственной записью на ленте самописца значений температур теплоносителя поступающего и покидающего нижнюю секцию теплообменника-рекуператора. Замерялась также температура холодного воздуха, направлявшегося в верхнюю секцию рекуператора, а также температура до которой он нагревался за счет рекуперации теплоты из нижней секции рекуператора. Исследования проводились при различных (от минимальных до максимальных) температурных режимах работы сушильной установки.

Результаты исследований показали, что при температуре отработанного теплоносителя 80...95 °С холодный воздух, поступающий в линию сушки, подогревался на 17...22 °С. Интенсивность передачи теплоты рекуператором составляла 2...3 кДж/с с 1м² теплообменной поверхности при перепадах температур между холодным и горячим теплоносителем в 50...700С. Проведенные исследования подтвердили возможность существенного повышения тепловой эффективности процесса распылительного высушивания за счет рекуперации теплоты отработанного в сушилке теплоносителя. В технологический цикл при использовании рекуператора на тепловых трубах возвращалось до 15...20 % теплоты уходящих газов.

После завершения комплекса исследований на экспериментальной сушильной установке специалистами ИТТФ НАН Украины и НТУУ “Киевский политехнический институт” разработаны схемы и конструкции рекуператоров теплоты для промышленных распылительных сушильных установок с целью подогрева поступающего в сушилку воздуха за счет утилизации теплоты уходящих дымовых газов автономных теплогенераторов. Их апробацию предполагается осуществить на одном из молокозаводов Украины при получении сухого молока на распылительной сушильной установке с автоном-

ным газовым теплогенератором.

Выводы

Исследования подтвердили возможность повышения тепловой эффективности процесса распылительного высушивания за счет рекуперации теплоты отработанного в сушилке теплоносителя, а также при утилизации дымовых газов автономных теплогенераторов. В технологический цикл при использовании рекуператоров может быть возвращено до 15...20% теплоты уходящих газов. Внедрение рекуператоров может существенно повысить энергетическую эффективность работы технологических линий распылительной сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цагала М., Полонский А., Петренко П.С. Модернизация сушильных установок. - "Мясная и молочная промышленность", 1990, №1. - С.17-18.
2. Мертин П., Кузнецов П. Модернизация распылительных сушильных установок.

"Молочная промышленность", 2000, № 11. - С. 46-47.

3. Долинский А.А., Шморгун В.В., Шморгун А.В. Підвищення ефективності роботи розпилювальних сушарок. Аспекти енергозощадження. - Київ: ВД "Академперіодика", 2006. - 141с.

4. Ходос А.И., Кириенко М.А. Снижение себестоимости производства сухих молочных продуктов. Мы вам в этом поможем. - "Молочная промышленность", 2002, №9. - С. 49-51.

5. Грабов Л.Н., Шморгун В.В., Чалаев Д.М., Карповец А.А. Рекуперация теплоты отработанного в сушилке теплоносителя с использованием теплообменника на тепловых трубах. Труды II Междунар. научн.-практ. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы)» Москва, 2005, Т. 2. - С. 78-80.

6. Шморгун В.В., Чалаев Д.М., Гершуни А.Н. Пути уменьшения энергозатратных показателей технологий распылительной сушки. "Промышленная теплотехника», Киев, 2007, Т.29. - № 7.С. 190-193.

УДК 532.5: 536.24

Тыринов А.И.

Институт технической теплофизики НАН Украины

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОТЕЧЕНИЙ

Описано модель для чисельного розрахунку гідродинамічних процесів на основі рівняння Больцмана методом решітчатого газу.

Описана модель для численного решения гидродинамических процессов на основе уравнения Больцмана методом решетчатого газа.

The numerical solution of the hydrodynamical processes by a lattice gas method on the basis of the Boltzmann equation is described.

Трудность исследования микромасштабного тепло- и массопереноса состоит в том, что расчет по формулам, традиционно используемых в теплопередаче и гидрогазодинамике, не отражает истинное поведение системы в режиме микромасштаба. На результаты микропереноса значительное влияние оказывает уменьшение масштаба течений. Поэтому уравнение Навье-Стокса не всегда применимо для моделирования микроканальных течений.

Другой подход к описанию микротечений предлагает статистическая физика. Можно рассматривать не поведение каждой частицы в от-

дельности, а их вероятностное распределение. Предложенное Больцманом уравнение описывает функцию распределения молекул $f(\vec{x}, \vec{v}, t)$ по скоростям \vec{v} и координатам \vec{x} в зависимости от времени t . Тогда количество частиц в объеме, ограниченном координатами \vec{x} и $\vec{x} + d\vec{x}$ со скоростями в диапазоне \vec{v} и $\vec{v} + d\vec{v}$ в момент времени t определяется выражением $f(\vec{x}, \vec{v}, t) d\vec{x} d\vec{v}$.

Уравнение Больцмана с учетом оператора столкновений $H(f)$ и скорости \vec{F} , действующей на частицы массой m , можно записать следующим образом: