

ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОДЕ СУШИЛОК ДЛЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАДИАЦИОННОГО ТИПА НА КОНВЕКТИВНЫЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СОПЛАМИ

А.М. Николаев, В.М. Иванов

Разработана сушилка ленточного типа непрерывного действия для сушки нетканых материалов волокнистой структуры, например, хлопка, целлюлозы, шерсти, синтепона и т.д. Позволяет сэкономить 30÷40% потребления электроэнергии по сравнению с сушилками, в рабочем объеме которых установлены ТЭНы при той же производительности и качестве готового продукта.

Внедрена в производство синтепона для удовлетворения потребностей предприятий по изготовлению мягкой мебели, одежды, утеплителей и т.п. Обеспечивает глубокую сушку синтепона с начальной влажностью 50÷60% до конечного ее значения 3% при толщине материала от 15 до 50 мм, ширине его полотна 1600 мм со скоростью движения полотна синтепона 3 м/мин (для толщины 50 мм).

В качестве сушильного агента был выбран воздух, как наиболее дешевый и широко используемый. При максимальных температурах сушки 140÷150°C его применение оправдано, так как сушильный материал - синтепон не ухудшает своих физико-химических свойств в присутствии кислорода воздуха.

Для организации движения сушильного агента относительно полотна синтепона предложена сопловая его обдувка множеством тонких вертикально направленных струй. Сушильный агент с помощью вентиляторов подается для предварительного нагревания в электрокалорифер и нагнетается затем в сопловые камеры, через сопла которых перпендикулярными струями обдувает материал (рис.1).

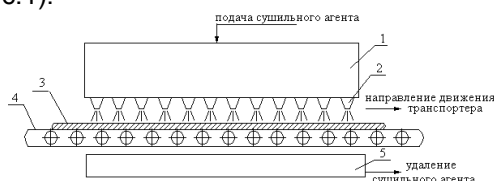


Рис.1. Схема сопловой обдувки сушильного материала потоком сушильного агента: 1 - сопловая камера; 2 - сопла; 3 - сушиемое полотно; 4 - транспортер; 5 - отсосные камеры

Такое направление потока сушильного агента препятствует образованию пограничного слоя на поверхности материала и суще-

ственно улучшает тепло- и массообмен. На рис.2 представлена зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости воздуха относительно сушимого материала.

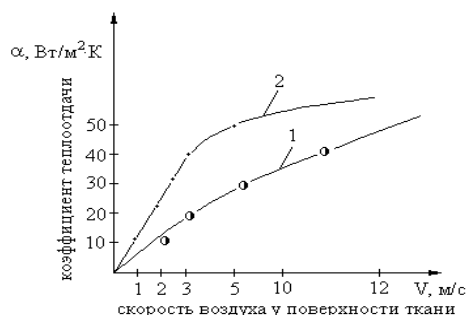


Рис.2. Изменение коэффициента теплоотдачи при сопловом обдуве ткани: 1 - для потока вдоль поверхности ткани; 2 - для потока перпендикулярно поверхности ткани

Видно, чем больше скорость выходящей струи из сопла, тем больше значения α , а значит и скорость сушки. Наилучшие результаты дает перпендикулярный сопловый обдув материала по сравнению с, например, продольным.

Однако выбор величины скорости определяется свойствами сушимого материала и конструкцией транспортера, подающего полотно. При больших значениях скорости при сушке, в частности, тканей применяется двухсторонний сопловый обдув с целью фиксации положения полотна на транспортере. Такие установки работают под небольшим давлением и требуют хорошей герметизации для входа и выхода сушимого материала.

Вследствие волокнистой структуры формируемого полотна синтепона и большого шага между поддерживающими его планками на транспортере, использование больших скоростей потока сушильного агента неприемлемо. Поэтому же не имеет смысла применение двустороннего обдува полотна

Многочисленными опытами установлено значение скорости обдува полотна синтепона в пределах 1-1,5 м/с. При величине скорости ~1 м/с коэффициент теплоотдачи примерно в два раза больше такового при движении потока вдоль поверхности материала (рис. 2).

ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОДЕ СУШИЛОК ДЛЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАДИАЦИОННОГО ТИПА НА КОНВЕКТИВНЫЙ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СОПЛАМИ

Для сведения к минимуму выброса сушильного агента из установки через окно входа и выхода полотна снизу ленты транспортера под сопловыми камерами предусмотрены камеры для отсоса отработавшего сушильного агента (рис.1). Организованное его удаление после прохода через полотно синтепона способствует улучшению процесса сушки. Для повышения экономичности сушильной установки с целью утилизации теплоты отработавшего сушильного агента, покидающего установку при довольно высоких температурах примерно 55-70°C доказана целесообразность использования рециркуляции части отработавшего сушильного агента обратно в установку по классической схеме, изображенной на рис. 3.

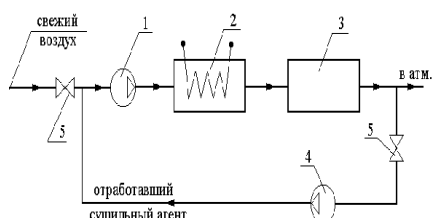


Рис.3. Принципиальная схема сушилки с рециркуляцией сушильного агента: 1 - нагнетательный вентилятор; 2 - калорифер; 3 - сушилка; 4 - вентилятор; 5 - шибер

По заключению ряда авторов по сушильной технике и технологии, сравнивая сушилки с однократным использованием сушильного агента и с рециркуляцией части его, можно отметить, что при одинаковых температурных режимах в последней выше тепловая эффективность. С другой стороны рециркуляция приводит к увеличению начального влагосодержания сушильного агента на входе в сушилку, что уменьшает движущие силы массообмена при испарении влаги из материала и может привести к увеличению продолжительности сушки. Поэтому для каждого конкретного случая должны определяться оптимальная зона рециркулирующего сушильного агента и доля свежего воздуха, подаваемых в установку.

Сравнительные исследования процесса сушки при использовании чистого воздуха и сушки с рециркуляцией показали следующее (рис.4).

При изменении коэффициента рециркуляции k от 0 (сушка чистым воздухом) до 1,50 привело к снижению энергопотребления на 15÷20 кВт в зависимости от варианта сушки

(рис.4). При этом уже после достижения коэффициентом рециркуляции значения 0,75 дальнейшее его увеличение не приводит к снижению энергозатрат сушки в целом. Оптимальное значение k было принято равным 0,75÷1,0. Это можно объяснить некоторым увеличением расхода сушильного агента через установку, что потребовало увеличение мощности вентиляторов.

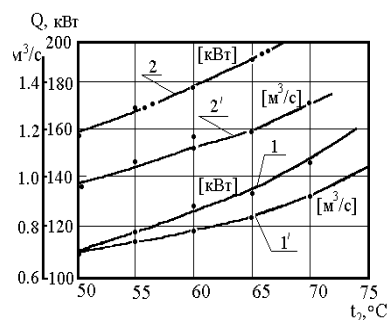


Рис.4 Расход теплоты в калорифере и полный (с учетом испарившейся влаги) расход сушильного агента при различных коэффициентах рециркуляции: 1- 1' - нормальный вариант (начальная влажность 50%); 2- 2' - тяжелый (начальная влажность 60%, толщина слоя синтепона 50 мм)

Исследование влияние температур отработавшего сушильного агента позволило установить, что при начальной температуре его перед сушилкой 140÷150°C и коэффициенте рециркуляции $k = 0,75-1,0$ значение конечной температуры не должно быть ниже 55°C. При этом относительная влажность сушильного агента составит 60%. Это позволило избежать появления конденсата испаренной влаги в обходных патрубках нагнетательных вентиляторов (рис.3). Таким образом был определен оптимальный режим сушки, при котором общее снижение затрат по сравнению с сушилкой с ТЭНами в рабочем объеме составило от 32 до 47% в зависимости от варианта сушки (рис.4).

В заключение необходимо отметить, что для проведения аэродинамических расчетов сушилки на экспериментальном стенде были определены значения коэффициентов сопротивления слоев синтепона толщиной от 15 до 60 мм в диапазоне скоростей потока воздуха 0÷15 м/с, что вполне достаточно для вертикального соплового обдува.

Полученные результаты могут быть полезными при разработке сушилок для других материалов, кроме сыпучих.