

УДК 631:362.7

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ ЗЕРНА  
ПРИМЕНЕНИЕМ УСТАНОВОК КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА  
INTENSIFICATION OF PROCESSES OF DRYING OF GRAIN  
APPLICATION OF INSTALLATIONS OF THE COMBINED TYPE**

***Г.В. Карпенко, В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, М.А. Карпенко  
G.V. Karpenko, V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlushin, M.A. Karpenko  
Ульяновская ГСХА  
Ulyanovsk state academy of agriculture***

*Intensification of drying grain is possible to use a device combined type.  
They possess low expenses of energy for drying process.*

Одним из наиболее широко применяемых в различных отраслях промышленности методов сушки является кондуктивная сушка. Кондуктивной сушкой называют процесс сушки материала на нагретой поверхности, когда теплота, необходимая для испарения влаги и нагревания материала, передается непосредственно от горячей поверхности, а влага воздухом удаляется в окружающую среду.

Кондуктивная сушка значительно экономичнее и интенсивнее конвективной воздушной сушки, при ней достигаются весьма высокие плотности потока теплоты [1].

Использование кондуктивной и комбинированной сушки в процессах производства и переработки различных продуктов объясняется тем, что эти методы сушки отличаются достаточно высокой интенсивностью, экономичностью и позволяют получать продукт хорошего качества. Однако этим методам присущи и недостатки: высокая металлоемкость применяемого оборудования, большая тепловая аккумулирующая способность, ограничения по толщине сушимого материала и температуре греющей поверхности при сушке термоблажных продуктов. Эти недостатки в некоторой степени могут быть устранены при дальнейшем изучении процессов.

Кинетика сушки и ее закономерности исследованы мало, а сушка при высоких температурах и скоростях перемещения материала почти не исследовалась. Сушильные установки кондуктивной и комбинированной сушки, несмотря на широкое их применение и большую давность использования, создаются без достаточно обоснованных расчетов.

Недостаточность знаний о процессах кондуктивной и комбинированной сушки тормозит развитие техники, в частности, рациональное проектирование новых сушильных установок, интенсификацию процессов и выбор оптимальных режимов. Практика освоения реконструированного и вновь монтируемого сушильного оборудования выдвигает ряд вопросов, от решения которых зависит производительность установок и качество вырабатываемого продукта. Эти задачи могут быть успешно решены на основе изучения свойств высушиваемых

материалов, а также процессов внутреннего и внешнего теплообмена.

Сушка влажных материалов является одновременно и теплофизическим и технологическим процессом, в котором тесно связаны процессы переноса теплоты и массы. При этом меняются структурно-механические, физико-химические, биохимические и другие свойства высушиваемого материала. Поэтому только правильная научно-обоснованная организация процесса сушки может гарантировать получение материала с нужными технологическими свойствами при достаточной интенсивности сушки и минимальных затратах теплоты и электроэнергии. Выбор метода сушки, оптимального режима процесса и конструкции сушильного устройства определяют свойства высушиваемого материала, а также технология его производства [2].

Интенсификация процесса сушки должна обеспечить повышение производительности установок, снижение удельных расходов теплоты и металлоемкости оборудования, сокращение затрат на его эксплуатацию при высоком качестве высушенного продукта. Интенсификация процесса сушки на базе основных положений теории и технологии сушки данного материала связана с повышением интенсивности внешнего и внутреннего теплообмена.

При изучении кинетики и динамики сушки были выявлены возможности интенсификации процесса кондуктивной и комбинированной сушки. Анализ этих возможностей позволил наметить следующие основные научно обоснованные мероприятия, которые обеспечивают интенсификацию процессов кондуктивной и комбинированной сушки.

1. Увеличение температуры греющей поверхности вплоть до предельной, при которой материал не претерпевает нежелательных изменений, влияющих на его технологические свойства.

2. Применение принудительного обдува материала горячим воздухом также приводит к повышению интенсивности процесса сушки.

3. Интенсивность процесса комбинированной сушки увеличивается с уменьшением времени цикла. Однако в существующих установках этот путь может быть использован только в комбинации с другим методом, например, с обдувом материала воздухом. Это связано с тем, что увеличение скорости процесса ведет к увеличению размеров установки, которые в большинстве случаев являются лимитирующим фактором.

4. Увеличение скорости процесса, что может быть достигнуто за счет увеличения интенсивности перемешивания высушиваемого материала (например, за счет увеличения частоты вращения шнека).

Технически эти мероприятия могут быть реализованы в предложенной нами установке для сушки зерна [3].

Установка смонтирована на жесткой металлической станине, имеет греющую поверхность с электронагревателем, калориферно-вентиляционную систему, измерительную аппаратуру. Установка состоит из цилиндрического теплоизолированного с наружной стороны кожуха, снабженного загрузочным бункером, выгрузным окном и концентрично расположенного внутри кожуха с возможностью вращения транспортирующего рабочего органа, выполненного в виде шнека, ширина витков которого не превышает максимального размера зерна. Под слоем изоляции расположены электрические нагревающие элементы. Кожух со стороны выгрузного окна соединен с вентилятором, а с другой стороны выполнен перфорированным, причем перед перфорацией для нагрева

подаваемого в устройство воздуха установлена электрическая спираль.

Толщина слоя высушиваемого материала определяет величина кольцевого зазора между кожухом и рабочим органом. Зерно высушивается, контактируя с нагретыми поверхностями кожуха и рабочего органа. Пар удаляется из зоны сушки вентилятором. Кондиционное зерно выходит через выгрузное окно. Установка позволяет исследовать процесс сушки при различных температурах греющей поверхности, без обдува материала воздухом и с обдувом при различных температурах и скоростях воздуха.

Греющая поверхность тщательно обработана и отполирована с внутренней стороны, где она контактирует с влажным материалом. Электрический нагревательный элемент позволяет получать температуру греющей поверхности от 30 °С до 180 °С, постоянную во времени и вдоль цилиндрической поверхности. Измерение температуры греющей поверхности и проверка перед началом опыта равномерности температурного поля по всей греющей поверхности производятся при помощи термопар. Задаваемая температура поддерживается специальным регулятором.

Приспособление для обдува воздухом состоит из центробежного вентилятора, электрического нагревателя, вмонтированного в нагнетательный патрубок, воздуховода. Количество подаваемого воздуха и скорость движения регулируют поворотом шиберов, а температуру - изменением напряжения на зажимах нагревателя.

Установка обладает большой маневренностью изменения параметров процесса, позволяет легко изменять режим и дает возможность проводить широкий круг экспериментов в области тепломассообмена и технологии сушки различных материалов. Затраты теплоты на испарение влаги зависят от вида высушиваемого материала и колеблются от 3102,8 кДж/кг для зерна пшеницы до 3102,8 кДж/кг для 3590 3102,8 кДж/кг для семян подсолнечника.

Предлагаемая установка при сравнительно небольшой производительности, обеспечивающей потребности малых сельскохозяйственных предприятий, эффективно может работать с использованием контактного или контактно-конвективного способа передачи теплоты к тонкому слою зерна, осущаемого с помощью электрических нагревательных элементов.

#### Литература:

1. Красников В.В. Кондуктивная сушка. - М.: Энергия, 1973. - 288 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. - 512 с.
3. Курдюмов В.И., Карпенко Г.В., Карпенко М.А. Устройство для сушки зерна. - Патент RU № 2263862. Оpubл. в Бюл. № 31 10.11.05 г.