

Раздел 14. Сушка материалов

Лекция №17

Общие сведения

Сушка – удаление влаги из твердых материалов главным образом путем ее испарения. В этом процессе влага переходит из твердой фазы в газовую или паровую.

Влагу можно удалять из материалов механическими способами (отжимом, отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием). Однако более полное обезвоживание достигается путем испарения влаги и отвода образующихся паров, т.е. с помощью тепловой сушки.

В химических производствах, как правило, применяется искусственная сушка материалов в специальных сушильных установках, т.к. естественная сушка на открытом воздухе – процесс слишком длительный.

По своей физической сущности сушка является сложным диффузионным процессом, скорость которого определяется скоростью диффузии влаги из глубины высушиваемого материала в окружающую среду.

По способу подвода тепла к высушиваемому материалу различают следующие виды сушки:

1. *конвективная сушка* – путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом, в качестве которого обычно используют нагретый воздух или топочные газы (как правило, в смеси с воздухом);
2. *контактная сушка* – путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку;
3. *радиационная сушка* – путем передачи тепла инфракрасными лучами;
4. *диэлектрическая сушка* – путем нагревания в поле токов высокой частоты;
5. *сублимационная сушка* – сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме. По способу передачи тепла этот вид сушки аналогичен контактной.

Последние три вида сушки применяются относительно редко и обычно называются специальными видами сушки.

Механизм процесса сушки в значительной степени определяется формой связи влаги с материалом: чем прочнее эта связь, тем труднее протекает процесс сушки. При сушке связь влаги с материалом нарушается.

П.А. Ребиндером предложена следующая классификация форм связи влаги с материалом: химическая, физико-химическая и физико-механическая.

Рассмотрим изменение состояния материала в процессе сушки (рис....). При изменении влажности от w_1 до w_T материал содержит свободную влагу ($p_M=p_H$) и находится во влажном состоянии. При изменении влажности от w_T до w_p материал содержит связанную влагу ($p_M>p_H$) и находится в гигроскопическом состоянии. Точка A называется гигроскопической влажностью. Также как и во всей области влажного состояния, в точке A , соответствующей $\varphi=100\%$, $p_M=p_H$.

Гигроскопическая влажность w_T находится на границе свободной и связанной влаги в материале. Свободная влага будет удаляться из материала при любой относительной влажности окружающей среды меньше 100% ($\varphi \ll 100\%$). Удаление связанной влаги возможно лишь при той относительной влажности окружающей среды, которой соответствует влажность материала, большая равновесной. На рис ... вся область, где материал может сушиться, заштрихована. При гигроскопическом состоянии материала, отвечающем области над кривой равновесной влажности, возможно только увлажнение материала, но не его сушка.

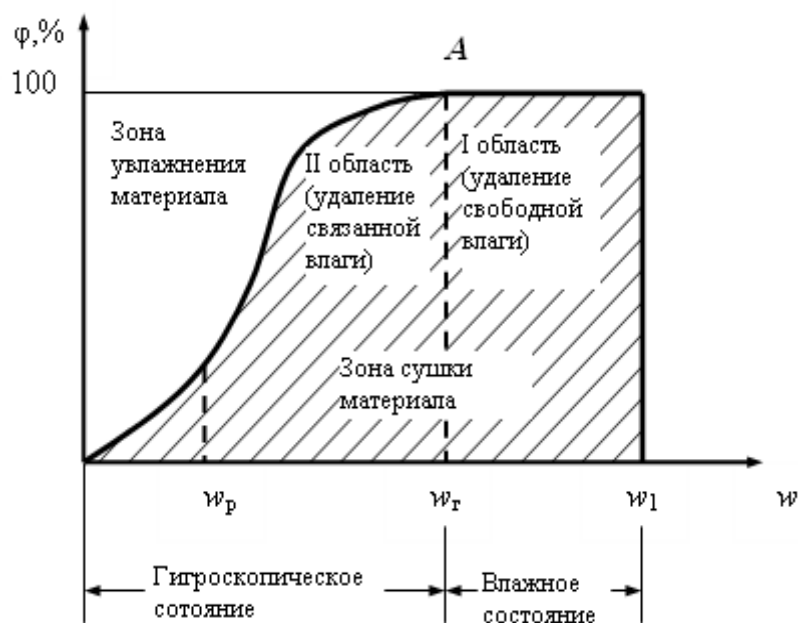
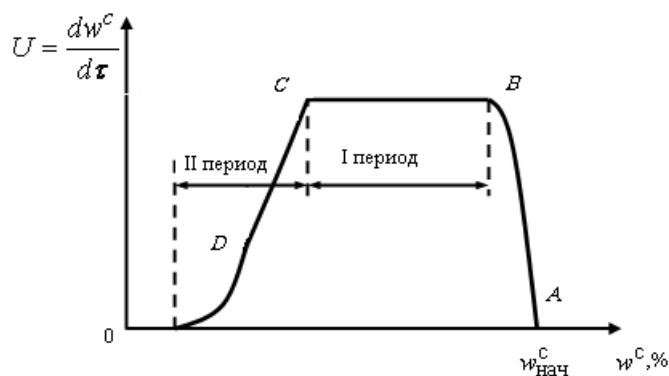


Рис... Изменение влажности материала в процессе сушки

Процесс сушки протекает со скоростью, зависящей от формы связи влаги с материалом и механизма перемещения в нем влаги. Кинетика сушки характеризуется изменением во времени средней влажности материала, отнесенной к количеству абсолютно сухого материала w_c материала и временем τ изображается кривой сушки (рис...), которую строят по опытным данным.



Горизонтальный отрезок BC отвечает периоду постоянной скорости (I период), а отрезок CE – периоду падающей скорости (II период). В первый период происходит интенсивное поверхностное испарение свободной влаги. В точке C влажность на поверхности материала становится равной гигроскопической. С этого момента начинается испарение связанной влаги. Точка D соответствует достижению равновесной влажности на поверхности материала (внутри материала влажность превышает равновесную). Начиная с этого момента и вплоть до установления равновесной влажности по всей толще материала, скорость сушки определяется скоростью внутренней диффузии влаги из глубины материала к его поверхности. Одновременно вследствие высыхания все меньшая поверхность материала остается доступной для испарения влаги в окружающую среду и скорость сушки падает непропорционально уменьшению влажности материала.