

**ВАКУУМНАЯ СУШКА В ЖИДКИХ  
ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СРЕДАХ**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель: канд. техн. наук,  
ст. преподаватель, Евтухова Т.Е.*

Вакуумная сушка – это довольно сложный процесс, потому что в нем используется большое количество высокопроизводительной техники, как раз для достижения наилучшего качества. Еще сложность заключается в местоположении, то есть помещении, в котором показатели влажности и температуры будут подходить под нормы, так как если их не придерживаться, процесс вакуумной сушки не будет достигать нужного эффекта.

Процесс сушки пищевых продуктов можно разделить на два вида: 1. вакуумная сублимация, осуществляемая в жидких теплопроводящих средах; 2. сублимационная сушка в вакууме.

Вакуумная сублимационная сушка – это процесс, который происходит путем возгонки кристаллов льда из замороженной продукции. Этот процесс сразу же проходит жидкое агрегатное состояние влаги, а также позволяет быстро сушить сырье, причем делает это наиболее качественно.

Процесс вакуумной сублимационной сушки состоит из трех основных этапов. Сначала происходит заморозка продукта, затем, чтобы удержать сырье в этом состоянии, происходит возгонка льда, после чего досушиваем все в специально подготовленной камере с подогревом.

Данный способ теплопровода используется пока в экспериментальных устройствах и в основном в сушке небольших замороженных продуктов. Этот вид применяется при высушивании продуктов, содержащих значительный объем связанной влаги, который не кристаллизуется при очень низких температурах. При сублимационной сушке такие продукты будут вспениваться, а для достижения результатов сравнимых с сушкой в жидкопроводящих средах будет затрачиваться слишком много энергии.

Однако из-за недостаточного количества исследований по выявлению закономерностей тепломассообмена, на данный момент этот метод не пользуется большой популярностью. Также есть несколько причин, почему при обычной сублимационной сушке продукты будут вспениваться. Первая это из-за понижения давления - ячейки будут заполняться паром, а вторая это из-за пропускания инертного газа через слой материала - ячейки будут заполняться неконденсирующим газом. В основном в качестве теплопроводящей жидкости в вакуумной сушке применяют жидкий аммиак.

Также в данном методе сушки используется немного другая технология относительно простой сублимационной сушки.

Сначала жидко-вязкий продукт растекается ровным слоем на поверхность, потом противни с этим продуктом укладываются в сушильную камеру, включаются циркуляционный и вакуумный насосы, после чего открывается вакуумный затвор, чтобы откачать воздух. Затем после достижения рабочего давления включается нагреватель, пар выходит и конденсируется в охлаждающей камере.

Весь этот процесс можно разделить на 3 стадии: сначала происходит активное испарение влаги при температуре  $18-50$  градусов и давлении  $P = 5000-6000$  Па. Потом начинается стадия кипения и создания пористой структуры при температуре  $55-65$  градусов и давлении  $P = 5500-500$  Па. После чего досушивают сырье до влажности  $5\%$ , все это происходит при температуре  $60$  градусов и давлении  $P = 600-30$  Па.

В основном вакуумная сублимация в жидкопроводящих средах используется в пищевой промышленности, а установки для пищевых продуктов в основном сопоставляются по затратам на электроэнергию, плотности заполнения сырьем сушильных камер и уровню надежности. Поэтому главным отличием этих двух видов является то, что простая сублимационная сушка подходит в основном для простых процессов сушки, а сушка в жидких теплопроводящих средах позволяет обеспечить равномерность сушки, сократить продолжительность цикла обработки и снизить энергозатраты.