

## **ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУШИЛОК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИСПЕРГИРОВАНИЕМ ПРОДУКТА**

**Автор: Михеев Д. С.** – магистрант (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, город Санкт-Петербург)

**Научный руководитель: Алексеев Г. В.** – профессор кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств» (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, город Санкт-Петербург)

### **Основные части тезиса:**

Одним из рассматриваемых технических решений является устройств, которое относится к химической и пищевой отраслям промышленности, а именно к сушке суспензий, и может быть использовано при производстве сухих дисперсных материалов, в частности пищевого назначения, например сухого молока или пектина.

Известна распылительная сушилка типа СРЦ-НК, позволяющая организовать конвективную сушку суспензий и порошков до нужной кондиции в распыленном состоянии. Однако эта конструкция не решает вопрос защиты или очистки внутренних стен сушильной камеры от нарастающего в процессе работы загрязнения из-за контакта распыленных частиц продукта со стенками корпуса.

Одним из наиболее эффективных технических решений, лишенным указанного недостатка, является сушильный агрегат, содержащий сушильную камеру, газораспределительные элементы и подающие гидравлические форсунки .

Распылительная сушилка по указанному патенту содержит сушильную камеру, газораспределительную решетку, подающие гидравлические форсунки. Полость сушильной камеры имеет конструктивное удлинение в виде полого цилиндра, в котором установлен газоход для подачи сушильного агента и в верхнюю часть сушильной камеры дополнительно введен трубчатый кольцевой питатель, соединенный с цилиндром и оснащенный по периферии гидравлическими форсунками, направленными на стенки сушильной камеры.

Авторами частично решена поставленная техническая задача по созданию устройства, позволяющего осуществить циркуляционное перемешивание продукта при распылительной сушке, его предварительный нагрев за счет сушильного агента и исключить налипание и контакт распыленных частиц продукта со стенками сушильной камеры.

Данное устройство позволяет осуществлять подвод теплоносителя и ввод продукта на сушку распылением в нижней части сушильной камеры и последующий отвод отработавшего теплоносителя и готового продукта из верхней части камеры через циклон.

Данная установка предполагает использование восходящего потока в кипящем слое и без удаления испаряемой влаги, что уменьшает выход и качество готового продукта, кроме

того она мало меняет интенсивность сушки из-за практического сохранения площади контакта агломерированных частиц высушиваемого продукта с теплоносителем.

Анализ описанных конструкций сушилок позволяет рассмотреть вариант создания устройства, позволяющего осуществить циркуляционное перемешивание продукта при сушке суспензий, и их предварительный нагрев.

Основным достоинством такой конструкции может явиться увеличение качества и интенсивности процесса при сушке суспензий.

С точки зрения существенности отличительных признаков для достижения этого результата следует выделить то, что он достигается тем, что в устройстве для сушки суспензий, содержащем сушильную камеру, газораспределительные элементы и подающие гидравлические форсунки, полость сушильной камеры выполнена в виде зазора между коаксиальными цилиндрами, из которых внутренний цилиндр является корпусом камеры, а внешний цилиндр направляющим подающей магистрали продукта и теплоносителя с гидравлическими форсунками на выходе, причем корпус камеры в свою очередь выполнен в виде коаксиальных, вложенных друг в друга, цилиндрических труб, в зазоре которых под давлением перемешивается высокотемпературный теплоноситель, а по оси внутреннего цилиндра подается высушиваемая суспензия, при этом перпендикулярно направлению потока, перемещаемого по оси цилиндра и эжектируемого на выходе, на верхней крышке корпуса установлен сферический отбойник, а по его периметру в корпусе размещены пароотводящие отверстия, причем газораспределительные элементы в виде сопел в корпусе для дополнительной подачи сушильного агента выполнены под наклоном  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$  к перпендикулярной секущей плоскости корпуса и под углом  $45^{\circ}$ - $50^{\circ}$  к направляющей внешнего цилиндра, причем внешний цилиндр корпуса выполнен составным, а на его верхней части, охватывающей со скольжением нижнюю, выполнена кольцевая полочка, на которой жестко закреплен упругий цилиндрический сильфон, опертый своим нижним срезом на нижнюю кольцевую полочку, неподвижно установленную на нижней части цилиндра корпуса, при этом в срединном сечении верхнего цилиндра корпуса, неподвижно относительно него установлен фартук, в виде усеченного конуса, который нижним срезом жестко скреплен с верхним сечением юбки, выполненной в виде усеченного конуса, которая сечением меньшего диаметра установлена на цилиндрическом ползуне, охватывающем с возможностью скольжения нижний цилиндр корпуса. Интенсификация процесса сушки может быть достигнута за счет установки на сферическом отбойнике радиальных ребер и приведение этого отбойника во вращение относительно вертикальной оси.

Предлагаемое устройство содержит сушильную камеру, газораспределительные элементы и подающие гидравлические форсунки. Рабочая зона сушильной камеры выполнена в виде зазора между коаксиальными цилиндрами, из которых внутренний цилиндр является корпусом камеры, а внешний цилиндр направляющей подающей магистрали с

гидравлическими форсунками на выходе продукта и теплоносителя, а также газораспределительными элементами. Подающая магистраль в свою очередь выполнена в виде коаксиальных цилиндрических труб, в зазоре которых под давлением идет перемещение высокотемпературного теплоносителя, а по оси внутреннего цилиндра происходит подача высушиваемой суспензии. Перпендикулярно направлению потока высушиваемой суспензии на верхней крышке корпуса размещены пароотводящие отверстия по периметру сферического отбойника с установленными на нем радиальными ребрами жесткости с возможностью вращения относительно вертикальной оси, причем газораспределительные элементы в виде сопел в корпусе для дополнительной подачи сушильного агента выполнены под наклоном  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$  к перпендикулярной секущей плоскости корпуса и под углом  $45^{\circ}$ - $50^{\circ}$  к направляющей внешнего цилиндра. Внешний цилиндр корпуса выполнен составным так, что его верхняя часть, охватывает со скольжением нижнюю, на которой выполнена кольцевая полочка, на которой жестко закреплен упругий цилиндрический сильфон, опертый своим нижним срезом на нижнюю кольцевую полочку, неподвижно установленную на нижней части цилиндра корпуса при этом в срединном сечении верхнего цилиндра корпуса, неподвижно относительно него установлен фартук, в виде усеченного конуса, который нижним срезом жестко скреплен с верхним сечением юбки, выполненной в виде усеченного конуса, которая сечением меньшего диаметра установлена на цилиндрическом ползуне, охватывающем с возможностью скольжения нижний цилиндр корпуса.

Работает устройство для сушки суспензий следующим образом. Высушиваемая суспензия подается в сушильную камеру, полость которой выполнена в виде зазора между коаксиальными цилиндрами, по магистрали. Эта магистраль выполнена в виде вложенных друг в друга коаксиальных цилиндрических труб, в зазоре которых под давлением перемещается высокотемпературный теплоноситель, а по оси внутреннего цилиндра высушиваемая суспензия, которая эжектируется через гидравлические форсунки на выходе продукта и теплоносителя в направлении перпендикулярно установленному на оси корпуса на верхней крышке сферическому отбойнику, где от удара о радиальные ребра, вращающиеся относительно вертикальной оси он диспергируется в мельчайшие капли. Капли, многократно увеличивая площадь контакта материала и теплоносителя, интенсифицируют процесс теплового воздействия на обрабатываемый продукт вызывая парообразование. По периметру отбойника, в корпусе, для удаления из рабочей зоны побочных продуктов размещены пароотводящие отверстия. Для компенсации объемов удаленной влаги и унесенной теплоты газораспределительные элементы в виде сопел в корпусе для дополнительной подачи сушильного агента выполнены под наклоном  $40$ - $45^{\circ}$  к перпендикулярной секущей плоскости корпуса и под углом  $45$ - $50^{\circ}$  к направляющей внешнего цилиндра. Такое их выполнение способствует закручиванию высушиваемой суспензии и, соответственно, увеличению пути спирального движения обрабатываемого продукта внутри сушильного корпуса с

турбулизацией потоков сушильного агента для более интенсивного теплообмена с его отдельными частицами. Кроме того, наличие касательной составляющей скорости перемещения частиц продукта относительно сушильного корпуса препятствуют налипанию высушенной суспензии на внутренней поверхности. При подаче обрабатываемого продукта более высокой плотности может повышаться давление среды в окрестности отбойника или затрудняться выход к нему самого продукта. В этом случае регулируя скорость подачи за счет изменения давления в этой зоне верхний цилиндр перемещается вниз, скользя по нижней части корпуса за счет ползуна и сжимая сильфон, размещенный между верхней и нижней кольцевыми полочками. При выравнивании плотности продукта сильфон возвращается в исходное положение и режим сушки опять восстанавливается. Таким образом, возможность перемещения верхней части корпуса относительно нижней обеспечивает автоматическое поддержание установленного режима сушки суспензии.

Положительный эффект предлагаемого устройства обеспечивается за счет увеличения интенсивности и качества процесса сушки. Предварительный нагрев за счет эквидистантно подаваемого сушильного агента, дополнительное диспергирование за счет удара и исключение налипания распыленных частиц суспензии или продукта при контакте со стенками сушильной камеры.