

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Киркор М.А.

**Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь**

Комбинирование различных технологических процессов достаточно распространено в пищевой промышленности. Совмещение двух и более процессов по переработке сырья в корпусе одного аппарата является современной тенденцией среди ведущих производителей пищевого оборудования [1]. Стоит заметить, что совмещение и одновременное течение различных процессов должно осуществляться только в случае положительного эффекта от их комбинирования. В противном случае комбинирование может привести к необоснованному усложнению конструкций аппаратов и увеличению материальных затрат. Таким образом, изучение и анализ возможности создания комбинированных аппаратов, применяемых в пищевой промышленности, является актуальной задачей.

Анализ литературных источников и опыт научной работы показывает на важность разработки комбинированных аппаратов в технологиях получения пищевых полидисперсных порошков, что обусловлено необходимостью импортозамещения пищевых добавок, которые в настоящее время широко используются на предприятиях Республики Беларусь. Внедрение в производство новых образцов комбинированных аппаратов позволит добиться снижения себестоимости продуктов питания, в состав которых входят порошковые добавки, без потери их качества. Помимо этого, использование натуральных порошков позволит повысить качество продуктов питания за счет исключения из них синтетических красителей и ароматизаторов.

Анализ технологий получения порошковых добавок показал, что одними из ключевых процессов, на которых базируется переработка сырья, являются процессы измельчения и классификации. Стоит отметить, что последовательное использование процессов измельчения и классификации применяется не только в пищевой промышленности, но и в горнорудной, строительной и фармацевтической.

Комбинирование процессов измельчения и классификации возможно путем их совмещения в одном аппарате. Для инженерной реализации данной идеи необходимо изучить существующие конструкции аппаратов, проанализировать физические основы процессов измельчения и классификации, а также сформулировать условия, при которых данные процессы будут протекать в режиме наибольшей эффективности.

Анализ аппаратурного оформления существующих линий получения порошков, а также патентной и технической информации показал, что роторные измельчители и центробежные классификаторы имеют множество конструктивных решений. Однако у тех и у других можно выделить рабочую камеру и рабочую зону, где протекают процессы, а также рабочий орган – ротор. Кроме этого, подача и отвод готового продукта в данных аппаратах реализованы аналогичным образом. В обоих случаях транспортировка частиц производится воздушным потоком, а сам поток представляет собой двухфазную газодисперсную систему.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что аппараты для измельчения и классификации конструктивно подобны, что позволяет судить о возможности их совмещения.

Рассмотрение физических основ процесса измельчения твердого материала в роторных аппаратах позволило выявить, что в рабочей камере циркулирует большое количество мелкодисперсной пыли, образующейся при разрушении более крупных частиц. Повышенное пылеобразование наблюдается как в зоне измельчения, так и в периферийных частях рабочей камеры аппарата. Очевидно, что на сообщение кинетической энергии малым, но многочисленным частицам пыли расходуется как механическая энергия рабочего органа, так и кинетическая энергия воздушного потока. В то же время при измельчении до малых размеров частиц, как при получении пищевых порошков, именно эти частицы являются целевой фракцией, т.е. готовым продуктом. В этом случае является целесообразным отвод мелкой фракции измельченного материала из рабочей камеры измельчителя.

Процесс классификации имеет несколько иную физическую основу. Известно, что для точного выделения частиц регламентированного размера необходимо исключить аэродинамические возмущения в зоне классификации и минимизировать интенсивность контакта частиц, т.е. создать для каждой частицы равную картину взаимодействия силовых факторов. Кроме этого, известно [2], что процесс центробежной классификации протекает эффективно лишь в определенных интервалах соотношения инерционных сил и сил вязкого трения воздушного потока. Данные интервалы существенно отличаются от тех, при которых протекает процесс измельчения [3-4]. Кроме этого, процесс измельчения в котором аэродинамическая и силовая картина носит более стохастический характер за счет невозможности прогнозирования гранулометрического состава исходного продукта и вариативности сценариев разрушения частиц может существенно нарушить процесс классификации. Следовательно, совмещение процессов измельчения и классификации может быть достигнуто лишь при создании таких условий, при которых каждый процесс протекает с максимальной эффективностью.

Для создания комбинированных аппаратов для проведения процессов измельчения и классификации полидисперсных материалов необходимо основываться на следующих принципах:

1. Принцип оптимальных условий проведения каждого процесса. Данный принцип базируется на необходимости создания оптимальных аэродинамических и кинематических условий, как для процесса измельчения, так и для процесса классификации. Следует помнить, что данные условия весьма значительно отличаются. Принимая во внимание, что оба процесса протекают фактически в одном корпусе аппарата, очевидным техническим решением является необходимость разделения зон данных процессов, что может быть достигнуто при проектировании конструкции рабочей камеры.

2. Принцип рационального совмещения процессов. Его основой является исключение нарушения течения процесса классификации за счет аэродинамических возмущений, сопровождающих процесс измельчения. Данный принцип может быть реализован с помощью введения дополнительных технических решений в воздушной камере, т.е. аэродинамического демпфера.

3. Принцип непрерывности и взаимодополняемости. Как уже было упомянуто выше, процесс измельчения носит весьма стохастический характер, а процесс классификации также имеет свою специфику. Так, например, если в зоне измельчения окажутся частицы, соответствующие по своим размерам требованиям к готовому продукту, то необходимо использовать процесс предварительной классификации для их отвода, что приведет к снижению нагрузки на измельчитель и исключит переизмельчение материала. В свою очередь, после измельчения в продукте присутствуют частицы, которые по своему размеру не удовлетворяют требованиям к

готовому продукту. В этом случае на стадии поверочной классификации эти частицы будут отделяться и возвращаться в измельчитель на доизмельчение.

4. Принцип энергетической эффективности. Известно [2], что при организации процесса классификации часть целевого продукта может быть потеряна за счет агрегации частиц малого размера в единую частицу с последующим уносом ее из зоны классификации как некондиционной. Проскок целевого продукта в грубую фракцию напрямую влияет на эффективность классификации и описывается общепринятыми показателями – КПД классификатора, степень проскока и качество классификации [2]. В данном случае дополнительное ударное воздействие на агрегаты порошка в зоне измельчения позволит практически исключить потерю целевой фракции при классификации, что позволит снизить удельные энергозатраты при повышении качественных характеристик процесса классификации.

Сформулированные принципы организации совмещения процессов измельчения и классификации являются теоретической основой для конструктивной и технологической реализации и последующей оптимизации технологии получения пищевых порошков.

Стоит отметить, что для получения полной картины необходимо обладать данными по удельным затратам энергии на многостадийное измельчение, а также на процесс классификации. На данный момент возможно лишь выдвинуть гипотезу, согласно которой удельные энергетические затраты на процесс классификации будут меньше удельных затрат, вызванных пребыванием в рабочей камере измельчителя целевой фракции при многостадийном измельчении. Данное предположение базируется на условии того, что целевая фракция будет доизмельчаться, а удельные затраты на процесс измельчения значительно выше удельных затрат на процесс классификации.

Литература

1. Антипов, С.Т. Комбинированные аппараты с закрученным потоком теплоносителя для сушки дисперсных материалов / С.Т. Антипов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – №2. – С.52 – 59.

2. Мизонов, В. Е. Аэродинамическая классификация порошков / В. Е. Мизонов, С. Г. Ушаков. – М.: Химия, 1989. – 160 с.

3. Киркор, М.А. Определение оптимальных параметров работы механического оборудования при производстве биоэтанола /М.А.Киркор [и др.]// Энергоэффективность. – 2015. – № 3. – С.24 – 25.

4. Киркор, М.А. Измельчение пищевых продуктов растительного происхождения / М.А. Киркор, А.Г. Смусенок // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодні та перспективи: тез. докл. Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 27-28 вер. 2010р. / НУХТ; редкол.: В.О. Колосюк [и др.] – Київ, 2010. – в 2 ч. - Ч. 1. – С. 74.