Об одной особенности трехфазного псевдоожиженного слоя с осциллирующим потоком

Абдурахимова Азиза Уразалиевна
Ташкентский химико-технологический институт
E-mail: abazur87@mail.ru

Ключевые слова: *тонкая пленка, фактор формы, осциллирующий поток, срыв, унос.*

В настоящее временя одной из основных проблем государственного значения должно стать обеспечение населения качественными и полезными продуктами питания.

Наиболее простым и надежным способом получения продуктов питания с заданными свойствами является использование натурального сельскохозяйственного сырья.

Основа обеспечения качественных продуктов — разработка и изучение новых технологий с эффективными процессами и аппаратами.

В настоящее время в пищеконцентратном производстве основными процессами являются мойка, инспектирование, калибрование, очистка, тепловая обработка (сульфитация — для картофеля), резка, бланширование, сушка [**1**]. Т.е. практически во всех технологиях переработки корне- и клубнеплодов существуют процессы очистки и мойки [**2**].

Экспериментальными исследованиями обнаружено, что после очистки корне- и клубнеплодов методом мгновенного сброса давления [3], в момент быстрого открытия крышки аппарата происходит мгновенная очистка от кожицы и автоматическая выгрузка как очищенной мякоти, так и кожицы. При оседании в сборнике, часть кусочков кожицы в виде тонкой пленки обратно налипает на очищенную мякоть. Если учесть, что поверхность мякоти влажная и содержит несколько микроэлементов и различные вещества, связь при налипании в системе «мякоть — кожица» получается по всей поверхности, без воздушных пузырьков и требует определенных усилий [4].

Для решения данной проблемы проведены экспериментальные исследования для эффективного разделения твердой неоднородной смеси в трехфазном псевдоожиженном слое.

Комплексные исследования по разделению смеси «мякоть — кожица» корне- и клубнеплодов (картошка, морковь, сахарная и столовая свеклы, топинамбур) [4, 5] и тщательный анализ ранее проведенных научных изысканий и на основе экспериментальных исследований позволили разработать модель процесса разделения в трехфазном псевдоожиженном слое, объясняющий механизм эффективного и полного разделения неоднородной системы «твердое тело-твердое тело». Данный процесс состоит из нескольких этапов:

а) загрузка объекта переработки;

б) установка оптимального соотношения Г:Ж и режима уноса;

в) смыв кожицы с мякоти корне- и клубнеплодов;

г) выгрузка вымытой мякоти.

Применение трехфазного псевдоожиженного слоя (ТФПС) позволяет одновременно провести несколько процессов в одной установке:

- разделение мякоти от кожицы;

- осаждение частиц земли, песка, стекла и т.д.;
- мойка мякоти;
- охлаждение мякоти.

При двухфазном псевдоожижении в системах «газ-твердое тело» или «жидкость-твердое тело» проблем с выходом в ожиженное состояние нет, так как в качестве среды выступает либо газ, либо жидкость. Установить необходимый расход или скорость представляется трудным. Иное дело при трехфазных системах, где ожижающей средой является «газ+жидкость», причем их соотношение меняется в зависимости от перерабатываемого объекта. Одним из важных достоинств трехфазной системы для разделения смеси «твердое тело-твердое тело» является протекание процесса при нормальной температуре воды (из сети водопровода) и температуре воздуха окружающей среды.

При движении воздушных пузырей вверх через толщу водного столба образуется газожидкостной слой вектор скорости которой направлен от решетки вверх, что также в пользу разделения кожицы являющегося легким компонентом в твердой неоднородной смеси «твердое тело-твердое тело».

Надо особо отметить, что наличие воздушных пузырей в газожидкостном слое эффективно влияет на процесс смыва кожицы с мякоти.

Неоднородная смесь «мякоти с кожицей» через штуцер загрузки сырья поступает на распределительную решетку, которая полностью затоплена и омывается газожидкостным потоком. В зависимости от объекта переработки данная решетка устанавливается под определенным углом наклона на одной линии с выходом к штуцеру выгрузки целой, сырой мякоти.

Следует отметить конструкцию секционированной распределительной решетки, которая имеет высокое живое сечение и эллипсоидные отверстия. Причем, в центре расположено отверстие с большим поперечным сечением, а по вершинам правильного шестиугольника отверстия с меньшим поперечным сечением [6].

Подобное расположение отверстий создает градиент давлений, соответственно, и скорости истечения газожидкостного потока будут различными. В результате образуется осциллирующий скоростной режим, т.е. в центре каждой секции скорость потока меньше, чем скорость истечения из отверстий малого поперечного сечения. Количество секций на решетке зависит от живого сечения. Загруженное сырьё, попадая на распределительную решетку, вследствие, наличия градиента скорости и давления, подвергается воздействию осциллирующего газожидкостного потока. Переменная, пульсирующая скорость истекающих из различных отверстий струи газожидкостного потока начинают омывать скатывающиеся по наклонной решетке мякоть очищенных корнеплодов [5].

При движении по наклонной решетке, мякоть с налипшей кожицей в любом случае окажется параллельно относительно набегающей струи газожидкостного потока (рис.1). На одну налипшую кожицу одновременно набегают осциллирующие струи из нескольких секций, зачастую из 3-5 секций.

Достаточно незначительного отслоения кожицы от мякоти на небольшом участке, чтобы процесс отделения начался. При этом из-за перепада давлений и скоростей, характерных для осциллирующего режима, с мякоти начинает отслаиваться небольшая часть кусочка кожицы. При этом, давление с набегающей стороны отслаивающейся кожицы давление P_1 будет больше, чем с обратной стороны P_2. Естественно, когда $P_1 > P_2$ градиент давления в мякоти направлен изнутри в наружу. Кроме того, соседние струи вносят свой вклад в процесс отделения и быстро увеличивают

площадь отслоения и затем мгновенно отделяют от мякоти кусочек тонкой пленки кожицы. Отделенные кусочки кожицы уносятся вместе с газожидкостным потоком вверх к поверхности воды. Затем с поверхности водной гляди, под действием водных струй выдувается через штуцер легкого компонента наружу.

Характерная особенность разделения неоднородной твердой смеси в трехфазном псевдоожиженном слое заключается в том, что наряду с разделением легкого компонента от тяжелого параллельно протекает отстаивание твердых частиц загрязнений.

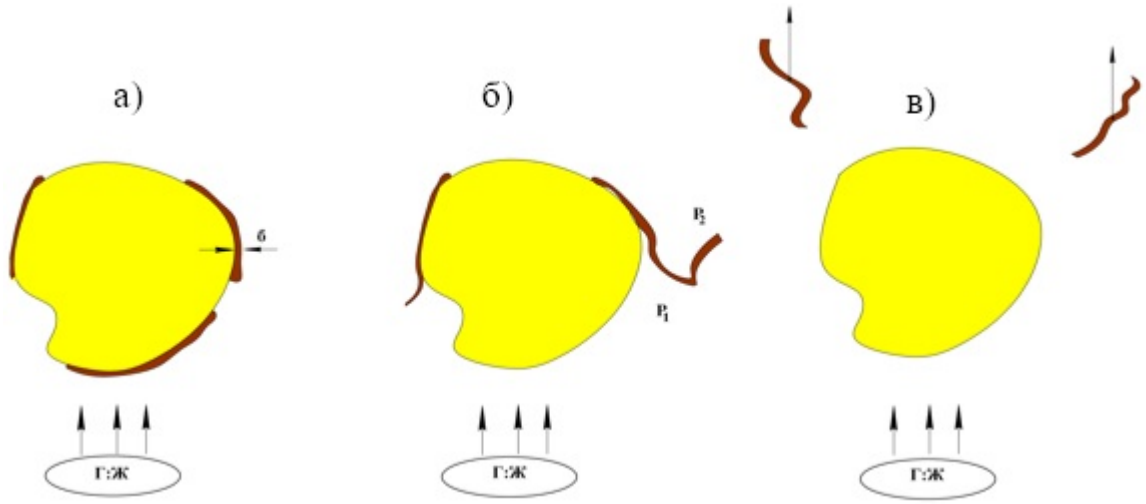


Рис. 1. Схема к срыву кожицы в осциллирующем в газожидкостном потоке

Учесть влияние некоторых факторов, а тем более их совокупности это очень затруднительно. Следовательно, для упрощения задачи надо находить не скорость уноса $w_{УН}$, а скорость витания отдельной частицы сферической формы w_B. Скорость витания эта такая скорость частицы при которой ее вес и подъемная сила газового или жидкостного или газожидкостного потока уравновешиются. Такое состояние возникает при $w_O \geq w_B$, т.е. ситуация, когда единичная частица находится в свободной витании и не соударяются со стенкой аппарата и между собой.

Равенство вышеназванных сил может быть при следующих условиях [7, 8]:

а) частица поддерживается потоком в неподвижном состоянии, u=0; скорость газового или жидкого потока равна w_B;

б) частица падает в неограниченном объеме неподвижной среды (жидкости, газа); скорость установившегося движения частицы $u = w_B$;

в) направление перемещения частицы и среды различны; скорость частицы u относительно потока в идеале равна w_B.

Во всех трех случаях падают в потоке (если она легче среды, то всплывает в нем) с относительной скоростью w_B, а направление абсолютного перемещения частицы зависит от знака разности $(w-w_B)$.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также анализа полученных результатов выявлены следующие оптимальные режимные параметры эффективной разделения неоднородной смеси «твердое тело-твердое тело» в трехфазном псевдоожиженном слое:

избыточное давление воды — $Р_{изб.}$=0,11-0,13 МПа;

соотношение газа к жидкости — Г:Ж=0,25:1,0;

избыточное давление воздуха — $P_{возд.}$=0,11-0,13 МПа;

живое сечение решетки — $f_{реш.}$=0,5-0,7;

время пребывания объекта в аппарате — τ=6-10 с.

Теоретические анализ исследований в этой области и опытами выявлено, что использование трехфазных псевдоожиженных систем при разделении неоднородных смесей «твердое тело — твердое тело» позволяет полностью разделить кожицу от мякоти, при низких энергетических затратах по сравнению с другими способами и дает возможность совместить процесс мойки объекта переработки.

Литература

1. https://znaytovar.ru/s/Texnologicheskaya_liniya_proizvod8.html
2. Абдуллаев А.Ш., Абдуллаева А.Ш., Абдурахимова А.У., Глушенкова А.И., Нурмухамедов Х.С. Технология получения пищевых порошков из корне- и клубнеплодов. Ташкент, ТХТИ, 2017. — 194 с.
3. Абдурахимова А.У., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Темиров О.Ш. Ожижение тел неправильной формы в трехфазном псевдо-ожиженном слое // Химическая технология. Контроль и управление, 2016. — № 4. — с.18-23.
4. Абдуллаев А.Ш., Абдурахимова А.У., Абдуллаева С.Ш., Нурмухамедов Х.С. Интенсификация процесса очистки некоторых корнеплодов. — Тошкент, Фан ва технологиялар, 2013. — 127 с.
5. Бекбаева А.У., Абдуллаев А.Ш., Абдуллаева С.Ш., Нигмаджонов С.К., Нурмухамедов Х.С. Разделение твердой неоднородной системы в жидкостном псевдоожиженном слое / Всероссийская конференция «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды», Россия, Новочебоксарск, 2012. — с.145-146.
6. Абдурахимова А.У. Разделение смеси «твердое тело-твердое тело» в трехфазном псевдоожиженном слое и разработка эффективного аппарата / Дисс...канд.техн.наук, Ташкент, 2018.- 200 с.
7. Старовойтов В.И. Топинамбур — культура многоцелевого использования / Старовойтов В.И., Звягинцев П.С., Лазунин Ю.Т. // Пищевая промышленность, 2013. — № 4.-с.22-25.
8. Киссельман И.Ф. Интенсификация процессов массообмена в аппаратах с подвижной вращающейся насадкой. Дисс...канд.техн.наук, Пермь, ПермГТУри, 2010.-163 с.