

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВИХРЕВОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ СУСПЕНЗИИ

Полиэтилен считается самым популярным полимером в мире. Он неприхотлив в переработке и используется повторно. В случае переработки полиэтилена методом экструзии получают пленку, которую используют как в чистом виде, так и в виде пакетов в упаковке, фасовке, сельском хозяйстве. А также производят полиэтиленовые трубы для водоснабжения и газа, оболочки кабелей, листы, вспененные профили и т.д. Литьем полиэтилена под давлением производят многочисленные упаковочные изделия, например, крышки и пробки, баночки. Также медицинские изделия, хозяйственные товары бытового назначения, канцтовары, игрушки.

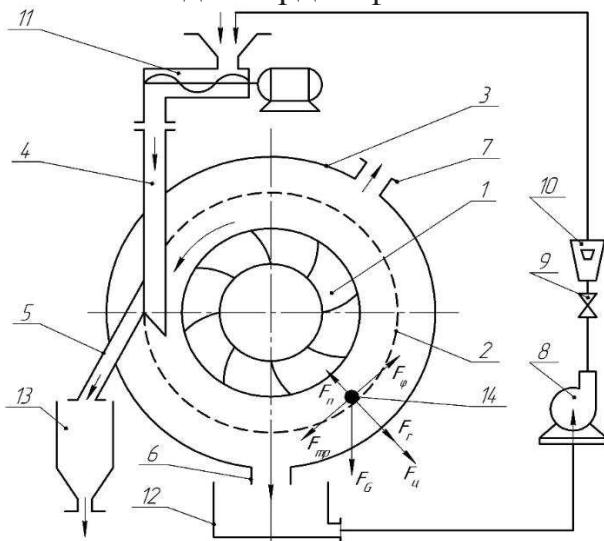
В процессе производства полиэтилена расплав шнеком продавливается через отверстия фильтры, срезается ножевой головкой. В гранулирующую камеру подается конденсат. Он охлаждает гранулы и транспортирует их в водоотделитель, из которого по линии гидротранспорта смесь полиэтилена и конденсата направляется в цех смешения и окончательной обработки. Гранулят полиэтилена отделяется от влаги и просушивается в центрифугах. Центрифуги представляют собой дорогостоящие и энергоемкие устройства.

Наряду с центробежными устройствами для обезвоживания суспензий могут быть использованы и вихревые аппараты [1]. Вихревые аппараты характеризуются достаточной простотой конструкций, малой металлоемкостью, небольшим гидравлическим сопротивлением. Данные аппараты позволяют значительно интенсифицировать процесс межфазного массообмена, создать гидродинамические режимы с относительно высокими относительными скоростями частиц и несущей среды, значительными центробежными ускорениями.

При математическом моделировании исследуемых процессов рабочие камеры вихревых аппаратов можно рассматривать как врачающиеся осесимметричные цилиндры. Наружный цилиндр может быть проницаемым [2].

В исследуемом аппарате (рис. 1) для разделения суспензии движущая сила процесса создается с помощью закрученного газового потока, образованного вращающимся устройством (вентиляторным колесом) [3]. На созданной экспериментальной установке (рис. 1) соосно колесу установлен цилиндрический перфорированный элемент 2, помещенный в корпус 3 и снабженный патрубками 4 и 5 соответственно

для ввода суспензии и вывода твердой фазы.



1 – колесо; 2 – перфорированный элемент; 3 – корпус; 4 – патрубок для ввода суспензии; 5 – патрубок для вывода твердой фазы; 6 – патрубок для вывода жидкой фазы; 7 – патрубок для вывода газа; 8 – насос; 9 – вентиль; 10 – ротаметр; 11 – шнековый питатель; 12 – бак для сбора жидкости; 13 – бак для сбора твердой фазы; 14 – частица и действующие на нее силы

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В целях использования всей поверхности перфорированного элемента ввод суспензии и вывод твердой фазы осуществлен в одном и том же месте. На части перфорированной поверхности происходило фильтрование суспензии, а на остальной поверхности – жидкой пленки с поверхности частиц. Жидкость постоянно стекала через патрубок 6. В патрубке 7 было предусмотрено устройство для регулировки отводимого газа. Жидкость подавалась насосом 8 через регулируемый вентиль 9 и ротаметр 10 для измерения ее расхода. Подача суспензии осуществлялась шнековым питателем. Были предусмотрены емкости 12 и 13 для сбора разделяемых жидкой и твердой фаз.

Для изучения процесса разделения использовали суспензии полимеров: полиэтилен – вода и полистирол – вода. Плотность полиэтилена составляла 930–970 кг/м³, полистирола – 1000–1050 кг/м³. Объемная концентрация твердой фазы в подаваемой на разделение суспензии изменялась в пределах 20–50%. Гранулы имели сферическую форму диаметром 1–5 мм. Исследования проводились на цилиндрическом элементе радиусом $R = 0,22$ м, длиной $L = 0,04$ м, с относительной площадью отверстий $\bar{f} = 0,16$, сопротивлением $\zeta = 88,15$.

Газоцентробежное пленочное фильтрование малоконцентрированных суспензий исследовалось на экспериментальной установке.

Генератором закрученного газового потока служило колесо центробежного вентилятора. Давление и скорость потока в рабочем канале

регулировали путем изменения частоты вращения колеса в пределах 500–2000 об/мин. Общий расход воздуха при этом составлял 35–100 м³/ч. Давление и составляющие скорости газового потока измерялись с помощью трехканального зонда и дифманометра. Количество проходящего газа через сетку замерялось с помощью трубок Пито в патрубках 5, 6 и 7 и составляло 70% от его общего расхода.

В одном из режимов работы аппарата вентиляторное колесо радиуса $R = 0,18$ м вращалось с частотой 2300 об/мин. Коэффициент $\bar{p} = 0,9$. Расход подаваемой суспензии составлял 4 м³/ч.

Как показали результаты экспериментальных исследований и теоретические расчеты, жидкая фаза малоконцентрированных суспензий полиэтилена и полистирола отделялась на поверхности, не превышающей 1/5 части перфорированного элемента, в пределах изменения удельной нагрузки 6 – 100 м³/(м²/ч). На остальной поверхности происходил срыв жидкой пленки с поверхности частиц. При этом увеличение скорости газового потока лишь незначительно влияло на влажность твердой фазы. В исследуемых режимах работы установки влажность частиц колебалась в пределах 0,7–1,1 %.

Расчет по полученным моделям газового потока и движения частиц в вихревой камере, с учетом всех действующих сил, позволяет определить характер движения частиц в вихревой камере и определить производительность по твердой фазе (рис. 2).

Производительность определяли при условии, что частицы движутся на расстоянии одного диаметра друг от друга. На таком расстоянии затухают завихрения потока, и поэтому верны расчетные формулы движения.

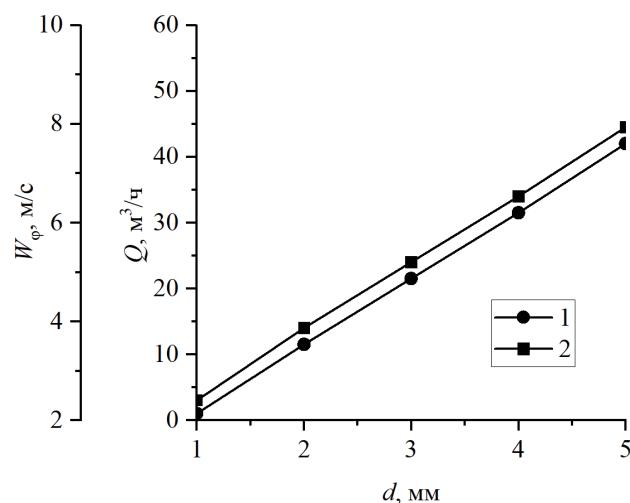


Рисунок 2 – Зависимость от диаметра сферических частиц минимальной средней касательной скорости газа \bar{W}_ϕ (прямая 1) и производительности по твердой фазе Q (прямая 2)

Производительность установки ограничивается удельной нагрузкой по жидкой фазе до $50 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. При более высоком расходе наблюдалось накопление жидкости в нижней части аппарата и резкое возрастание влажности твердых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутепов, А.М. Вихревые процессы для модификации дисперсных систем / А.М. Кутепов, А.С. Латкин. – М.: Наука, 1992. – 250 с.
2. Волк, А.М. Течение вязкой жидкости в пространстве между движущими проницаемыми поверхностями / А.М. Волк // Инженерно-физический журнал. – 1993, т. 62, № 2. – с. 152–158.
3. Соломахова, Д.С. Центробежные вентиляторы / Д.С. Соломахова. – М. Машиностроение, 1975. – 176 с.

УДК 517.977

В.В. Игнатенко, доц.; Е.А. Леонов, доц. (БГТУ, г. Минск)

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Цель курса высшей математики в техническом вузе состоит в том, чтобы студенты могли изучить и хорошо понять основные математические методы, необходимые для исследования и решения производственных задач, научились самостоятельно составлять математические модели таких задач, решать их математическими методами и анализировать полученные решения. Как отмечает академик В.И. Арнольд, “умение составлять адекватные математические модели реальных ситуаций должно составлять неотъемлемую часть математического образования” [1].

Современному инженеру в своей работе приходится сталкиваться с новой высокопроизводительной и сложной техникой. Ему приходится анализировать работу отдельных узлов, работу всего механизма в целом, а также работу всей технологической линии. При достаточно широком выборе однотипных механизмов, очень важно правильно подобрать их при построении технологической линии. Решение этих проблем практически невозможно без использования математических моделей исследуемых объектов.

Рассмотрим эту проблему на примере использования математических моделей в лесопромышленном комплексе. Здесь востребованы следующие производственные задачи: оптимальное использование ресурсов, оптимальный раскрой пиломатериалов и обивочных материа-