

В связи с большим импортом пектина и экстрактов хвои становится значимым замена зарубежного продукта. По программе «Импортозамещение» в России, утвержденной Премьер-министром Д.А.Медведевым, Министерством промышленности и торговли РФ планируется поэтапное снижение закупки зарубежного товара до 10 - 15 % к 2025 г. Наибольшие затраты времени при получении ценных компонентов из пектина и экстрактов хвои приходятся на процесс экстракции. В связи с этим необходима разработка технологической линии и оборудования для интенсификации процесса. Это позволит уменьшить габариты установок, не снижая производительности [1-2]. Одним из путей интенсификации является использование генераторов механических колебаний. В роторно-пульсационном экстракторе механические колебания создаются путём совмещения и не совмещения прорезей ротора с выступами статора. Среда подвергается механическому, кавитационному, ударному, пульсационному воздействиям. Такой путь интенсификации процессов не требует больших энергетических затрат (по сравнению с энергией на генерацию ультразвуковых колебаний), создаёт условия для проведения непрерывных процессов. Сложность теоретического описания процесса экстракции в роторно-пульсационных аппаратах обуславливает необходимость проведения экспериментальных исследований. Практически каждый вид среды требует экспериментальных проработок для определения технологических характеристик аппарата. В связи с этим, целью работы является интенсификация процесса экстракции в поле механических колебаний применительно к пектинам и экстрактам хвои для определения основных технологических параметров. Для достижения цели решаются следующие задачи: экспериментальное определение производительности, напора и мощности роторно-пульсационных экстракторов; разработка практических рекомендаций по интенсификации процесса экстракции. Экспериментальные исследования проводились на кафедре процессов и аппаратов химической технологии Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Оборудование для получения экстрактов было разработано на кафедре и запатентовано. Подробное описание установки представляется в работах [3-5]. Экспериментальные исследования позволяют получить оптимальные технологические режимы для производства экстрактов из растительного сырья под конкретную технологию производства. В процессе проведения опытов контролируются основные параметры технологической линии производства экстрактов (мощность, производительность, эффективность, интенсивность). Проводится сравнительная оценка технологических параметров работы экстрактора с параметрами базового центробежного насоса. Проводятся испытания по определению технических характеристик роторно-пульсационного аппарата [6]. Для определения технологических характеристик и сравнения со стандартным

центробежным насосом используется установка [7], представленная на рис.1.

Рис. 1 - Установка на базе роторно-пульсационного экстрактора

Экспериментальные данные по определению напора, создаваемого роторно-пульсационным экстрактором, представлены на рис.3. Для сравнения представлены данные для базового центробежного насоса. (1 - станина; 2 - бак экстрактор; 3 - теплоизоляция; 4 - термометр; 5 - загрузочная воронка; 6 - циркуляционный трубопровод; 7 - расходомер; 8 - манометр; 9 - вольтметр; 10 - амперметр; 11 - тахометр; 12 - электродвигатель; 13 роторно-пульсационный экстрактор; 14 - вакуумметр; 15 - вентиль Потребляемая аппаратом мощность повысилась в среднем на 40 %. На рис. 2 представлены экспериментальные данные по определению производительности. Данные сравнивались с производительностью центробежного насоса, на базе которого был изготовлен роторно-пульсационный экстрактор. Двигатель постоянного тока позволял проводить опыты с различной частотой вращения [7-8]. Результаты и дискуссии На основании проведённых экспериментальных исследований было установлено, что конструкция роторно-пульсационного экстрактора, созданного на базе центробежного насоса, снижает производительность и создаваемый напор (в среднем на 30 %). Потребляемая аппаратом мощность повысилась в среднем на 40 %. На рис. 2 представлены экспериментальные данные по определению производительности. Данные сравнивались с производительностью центробежного насоса, на базе которого был изготовлен роторно-пульсационный экстрактор. Двигатель постоянного тока позволял проводить опыты с различной частотой вращения [9]. Экспериментальные данные по определению напора, создаваемого роторно-пульсационным экстрактором, представлены на рис. 3. Для сравнения представлены данные для базового центробежного насоса. По разработанной методике расчёта геометрических параметров были определены основные технологические параметры, в том числе мощность. На рис.4 представлены данные по определению мощности на создание насосного эффекта, полезная мощность с учётом использования рабочей среды (вода - опилки с гидромодулем 10). Для сравнения приводится полезная мощность центробежного насоса, на базе которого изготавливался роторно-пульсационный экстрактор. 5 Полезная мощность роторно-пульсационного экстрактора включает в себя мощность на перекачивание и обработку среды, в том числе и на изменение фракционного состава. Анализ затрат мощности на перекачивание и полезной мощности роторно-пульсационного экстрактора определяет долю мощности на диспергирование и перемешивание, которые необходимы с точки зрения повышения однородности. Представленные выше данные предназначались для обработки суспензии с низким гидромодулем. По данным экспериментальных исследований можно рекомендовать технологические параметры роторно-пульсационного экстрактора. Определены характеристики при различных частотах вращения.

Полученные зависимости можно использовать при проектировании технологической линии производства экстрактов на основе растительного сырья, в том числе пектина и экстракта хвои [10-11]. Таким образом, разработаны практические рекомендации по совершенствованию технологии процесса экстракции, в том числе пектина и экстракта хвои в роторно-пульсационном экстракторе. Определены основные технологические параметры роторно-пульсационного экстрактора. Сопоставлены технологические характеристики с характеристиками центробежного насоса, на базе которого был изготовлен экстрактор. Рис. 2 - Экспериментальные данные по определению производительности роторно-пульсационного экстрактора: роторно-пульсационный экстрактор; базовый центробежный насос Результаты работы могут быть использованы при производстве экстрактивных веществ, в частности пектина и хвои, на химических и пищевых предприятиях. Определяемые основные технологические параметры процесса экстракции рекомендуется использовать при компоновке технологической линии производства пектина. Рис. 3. Экспериментальные данные по определению напора роторно-пульсационного экстрактора: роторно-пульсационный экстрактор; базовый центробежный насос Рис. 4 - Экспериментальные данные по определению мощности роторно-пульсационного экстрактора: мощность на создание насосного эффекта РПЭ; полезная мощность центробежного насоса; полезная мощность РПЭ