

Обезвоживание влажных материалов (продуктов) является широко используемым процессом во многих отраслях промышленности: строительной, пищевой, химической [1, 2] и др., и часто целью процесса является не только достижение определенной влажности у высушиваемого материала, но и регенерация отделяемой жидкой фазы для повторного использования в технологическом процессе [3, 4]. Сушка относится к энергоемким процессам и при использовании данного процесса разработчики стремятся свести к минимуму энергетические, а, следовательно, и финансовые затраты [5, 6]. В качестве объекта исследований рассмотрим процесс удаления жидкой фазы хлопкового шрота в чанном тостере после механического отжима материала в фильтрующей центрифуге. Целью исследований являлось проведение экономико-математического анализа процесса сушки. Поставленная цель была обусловлена тем обстоятельством, что маслоэкстракционные заводы снабжены тостерами, ориентированными на сушку. Разгрузочное устройство, разгружающее шрот из одного чана в другой, состоит из двух шнеков и шлюзового затвора, расположенного между ними. Шрот, предназначенный к сушке, содержит от 35 до 45% бензина, используемого как растворитель. В верхней части аппарата происходит отгонка бензина за счет тепла глухого водяного пара, подаваемого в днище и обечайку аппарата. Выгрузка пылевидных частиц из циклонов-осадителей производится шнеком, позволяющим создать затвор из слоя шрота. Охлажденный шрот также транспортируется шнеком, в который поступает и материал, отделяемый в циклоне, затем скребковыми транспортерами подается на хранение в склад готовой продукции. Газовоздушная смесь из первых четырех чанов тостеров очищается от твердых частиц в мокрой шротоловушке, затем направляется на обогрев в дистилляторе. В мокрую шротоловушку через форсунки из бака для растворителя насосом подается растворитель для очистки соковых паров, а шлам из шротоловушки шнеком подается в первый чан тостера. Газовоздушная смесь из чанов тостера очищается от твердых частиц в мокрой шротоловушке, затем направляется на конденсацию в кожухотрубчатый конденсатор. Конденсат направляется в бензоотделитель. Регулирование степени разрежения осуществляется шиберной заслонкой, установленной между огнепреградителем и вентилятором. Таким образом, необходимо описать процесс сушки хлопкового шрота бинарной взаимонерастворимой смеси «бензин-вода» при пониженном давлении и комбинированном подводе тепла. В настоящее время в научно-технической литературе отсутствуют математические модели процесса сушки в рассматриваемых аппаратах, разработанные на основе экономико-математического анализа. По аналогии с моделированием процесса центробежного фильтрования [7] проведем экономико-математический анализ процесса сушки. В качестве критерия эффективности используем экономический критерий приведенных затрат и распишем составляющие переменных затрат на

примере центробежной сушилки. Запишем в общем виде уравнение для определения данных энергетических затрат, (1) где - затраты на нагрев теплоносителя, руб/кг; - затраты на преодоление сопротивления слоя материала, руб/кг; - затраты на вращение слоя высушиваемого материала, руб/кг. В свою очередь: (2), где - температура теплоносителя до его нагрева, град; - стоимость 1 Гкал технического пара, руб/кДж. (3) где - сопротивление слоя псевдооживленного продукта, Н/м². Согласно [8]: (4) Подставив это выражение в предыдущее, с учетом того, что (5) где, , - радиусы, соответственно, начала, середины и конца слоя на роторе, м; получим: (6) где - высота слоя материала в роторе, м. Затраты на вращение слоя высушиваемого материала будут определяться аналогично расчету энергетических затрат на центрифугирование: (7) Здесь - влажность продукта, поступающего в сушилку. Знак * > предполагает переходную влажность продукта, поступающего в центробежную сушилку из аппарата механического обезвоживания (фильтрующей центрифуги). - коэффициент, учитывающий потерю энергии на преодоление сопротивления воздуха при вращении ротора и пропорциональный площади его поверхности, экспериментально определяемая величина. Суммарное уравнение энергетических затрат на сушку с учетом балансового соотношения для сушки: (8), (9) где - влажность продукта на выходе из центробежной сушилки (может быть равной, если сушилка используется в качестве предварительной), будет равна: (10) где; - удельная теплота парообразования, Дж/кг. Таким образом, получена целевая функция для расчета переменных затрат на основе критерия эффективности процесса сушки в центробежной сушилке в кипящем слое.