

Для сушки суспензий и высоковлажных дисперсных материалов в химической и смежных с ней отраслях промышленности широко применяются аппараты с псевдооживленным слоем материала, обладающие рядом достоинств, основными из которых являются [1]: - развитая поверхность контакта газовой и твердой фазы; - возможность регулирования времени пребывания материала в слое путем изменения его высоты; - высокая экономичность и производительность аппаратов, что обусловлено высокой интенсивностью процесса вследствие развитой поверхности фаз; - возможность организации непрерывного процесса, способствующего автоматизации и механизации аппаратов. В настоящее время известно большое количество конструкций сушилок с кипящим слоем. Для сушки суспензий и высоковлажных дисперсных материалов возможно применение сушилок с механическим побудителем псевдооживления и вихревых сушилок. Значительный интерес представляет организация процесса сушки высоковлажных материалов в центробежном поле, что объясняется рядом преимуществ центробежных аппаратов перед установками, в которых указанный процесс протекает в гравитационном поле [2]: - возможность существенного увеличения рабочих скоростей газовой фазы и повышения интенсивности межфазных процессов в слое; - возможность организации структуры слоя различных вариантов центробежно-зажатого слоя, частично псевдооживления, кипящего осциллирующего; развитого псевдооживленного слоя; - возможность организации противотока твердой и газовой фаз; - уменьшение габаритов установки при заданной производительности по твердой фазе. Наибольший интерес для практиков представляет организация процесса в центробежном кипящем слое (ЦКС), при этом в силу возможности высокоскоростного обдува материала, сушка в ЦКС может быть экономически более целесообразна. Рассмотрим центробежный кипящий слой и конвективную сушку в аппарате непрерывного действия (рис. 1). Рис. 1 - Схема кипящего слоя

Примем, что: 1) процесс сушки происходит с интенсивным перемешиванием твердой фазы; 2) влагосодержание материала по слою постоянно; 3) градиентами температуры и влагосодержания в частицах материала можно пренебречь. Выделим в слое продукта элементарное кольцо толщиной  $\delta$ , расположенное на радиусе от оси аппарата и имеющее массу  $m$ , (1) где  $\delta$  - ширина слоя, м;  $\rho$  - плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  - порозность;  $V_0$  - объем, м<sup>3</sup>. Примем, что все количество тепла, отданного газом, затрачивается на испарение жидкой фазы и запишем следующее уравнение теплового баланса:  $Q_{\text{газ}} = Q_{\text{исп}}$ , (2) где  $Q_{\text{газ}}$  - расход теплоносителя, кг/с;  $c_p$  - теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг×град);  $r$  - удельная теплота парообразования, Дж/кг;  $W$  - влагосодержание, кг/кг. Подставляя выражение для  $m$  в уравнение получим:  $Q_{\text{газ}} = Q_{\text{исп}}$ , (3) (4) Подставим в уравнение (4) известное уравнение скорости сушки для первого периода:  $W = W_0$ , (5) получим:  $Q_{\text{газ}} = Q_{\text{исп}}$ , (6) где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>×град);  $F$  - удельная теплопередающая поверхность, м<sup>2</sup>/кг;  $\Delta T$  - температурный напор, град;  $T_{\text{ср}}$  - температура

теплоносителя, град; - температура материала, равная для I -го периода сушки температуре мокрого термометра, град. Разделим переменные и получим: (7) В свою очередь: (8) где - скорость теплоносителя, являющаяся переменной по слою, м/с; - площадь сечения выделенного элемента, м<sup>2</sup>. Скорость теплоносителя в сечении вычислим по следующей формуле: ; , (9) где - скорость газа на входе в ротор (на радиусе ). Тогда: , (10) , (11) . (12) Константу интегрирования определим из условия до входа газа в слой ( ) Подставим полученное выражение в последнее уравнение, получим: , (13) . (14) Полученное выражение показывает закон изменения температуры теплоносителя при прохождении его через слой высотой ( ). Подставим в уравнение (5) полученные выражения и запишем уравнение скорости сушки для слоя высотой ( ) в следующем виде . 15) Определим среднюю интегральную скорость сушки по всему слою материала: , (16) . Таким образом, получено итоговое выражение для определения зависимости средней интегральной скорости сушки от высоты слоя материала в роторе центробежного сушильного аппарата.