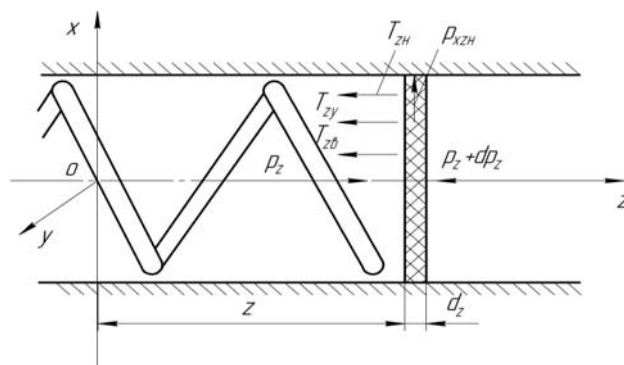


В элементарном слое действуют следующие силы (Рисунок):

1. Нормальные давления p_z и $(p_z + dp_z)$ на расстоянии z и $z+dz$ от витка спирали, соответственно.

2. Боковые давления p_{xz} : по наружной поверхности слоя продукта p_{xzH} .

3. Силы трения по наружной поверхности слоя T_{ZH} (по внутренней полости цилиндра).



Действующие силы на материал в межвитковом пространстве

Для элементарного слоя принимаем следующее допущение: $p_{xzH} = p_{xz}$, тогда:

$$T_{ZH} = p_{xz} f_2 F; \quad (1)$$

где F – площадь, на которую приходится давление p_{xzH} .

В механике дисперсных тел установлено, что действующее в элементарном слое нормальное давление p_z связано с боковым давлением p_{xz} следующей зависимостью:

$$p_{xz} / p_z = \delta, \quad (2)$$

где δ – коэффициент бокового давления.

Проектируя все силы на ось z и используя уравнения (1) и (2), получаем:

$$F dp_z = -f_2 p_{xz} S_n dz, \quad (3)$$

после преобразования получим:

$$p_z = a / \left[k - \left(k - \frac{a}{p} \right) \exp(4acz) \right]. \quad (4)$$

Полученная зависимость позволяет определить распределение давления на частицу материала по длине спирально-винтового транспортера.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕБИТА РАСПЛАВА ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Карев А.Л., Круглов В.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

В настоящее время при производстве минеральной ваты для оценки дебита (расхода)

расплава плавильной печи применяются косвенные методы: по изменению тока двигателя валков центрифуги, по количеству загруженного сырья, по весу готовой продукции. К сожалению, эти методы не позволяют получить точных количественных данных о расходе расплава и соответственно о производительности плавильной печи.

Способ оценки дебита расплава по изменению тока двигателя валков центрифуги (патент ФРГ 1087508) основан на наличии взаимосвязи силы тока потребляемого двигателем центрифуги и потоком расплава, попадающего на валки. Однако дебит расплава находится под влиянием большого количества факторов, в частности кинематической вязкости, скорости течения расплава, поверхностное натяжение, угол смачиваемости, скорость остывания и кристаллизации и т. д. [1]. При этом изменения потребляемого двигателем центрифуги тока могут не коррелироваться с изменениями дебита расплава. Это несоответствие легко установить, анализируя процесс подготовки расплава к вытягиванию волокон – обеспечение требуемой вязкости расплава перед выработкой и выпускание расплава через фильерные питатели (ФП).

Для расчета течения расплава через фильерные питатели используют формулу Пуазеля:

$$\eta = \frac{\pi \rho R^4}{8 L V_p},$$

где p – разность давлений, Па; R – радиус отверстия фильеры, τ – продолжительность истечения расплава, сек; L – длина канала, м; V_p – объем вытекающего расплава, мм³.

Значение кинематической вязкости $\varpi \rho$, определяющей характер потока, является величина постоянная и равная отношению динамической вязкости η и плотности расплава ρ :

$$\varpi \rho = \frac{\eta}{\rho}$$

Зависимость дебита расплава от кинематической вязкости $\varpi \rho$ определяется формулой Пуазеля – Гагена:

$$\varpi \rho = \frac{\eta g H D^4}{128 Q_{об} L} = \frac{24.07 H D^4}{Q_{об} L},$$

где H – гидростатический напор, мм; D и L – соответственно диаметр и длина фильеры, мм; $Q_{об}$ – объемный дебит, мм³/сек.

И соответственно:

$$Q_{об} = \frac{24.07 H D^4}{\varpi \rho L}, \quad (1)$$

Представленные уравнения справедливы для силикатных расплавов, находящихся в истинно жидком состоянии. При более низких температурах (температурах выработки на ФП) расплавы базальтов находятся в вязко-пластичном состоянии, в которых скорость течения не совсем пропорциональна давлению.

Исходя из практических количественных данных известно, что расплавы базальтов, пригодные для производства минеральной ваты, имеют достаточно высокую вязкость. При этом, при увеличении вязкости расплава согласно формуле (1) объемный дебит уменьшается, в обратно-пропорциональной зависимости, нагрузка на центрифугу в этом случае (а соответственно и потребляемый ток) напротив, может возрасти из-за увеличения сил поверхностного натяжения и за счет увеличившихся сил внутреннего сцепления. При всей своей технической простоте метод оценки дебита расплава по силе тока двигателей валков центрифуги не обеспечивает требуемого для планирования производства уровня точности и достоверности получаемых показателей.

Измерение веса сырья и готовой продукции дают лишь очень приблизительные данные для оценки производительности печи. В процессе плавки происходит частичное сгорание исходного сырья и топлива, что приводит

к уменьшению фактической массы расплава на выходе из плавильного агрегата. Взвешивание готового сырья производится после процессов полимеризации и обреза кромки ковра минеральной ваты, что также не позволяет точно определить дебит расплава.

Анализ показывает, что решать задачу оценки дебита расплава плавильной печи наиболее целесообразно с помощью системы технического зрения. Принцип функционирования такой системы заключается в следующем. При помощи телевизионной камеры в режиме телевизионного стандарта формируется изображение струи, которое в цифровом виде поступает в компьютер для обработки. Анализ получаемых изображений производится в несколько этапов. Первоначально производится анализ формы струи и расчет ее текущего диаметра. Для этого струя не должна иметь сильные искажения формы, так как такие искажения затрудняют анализ изображений и не позволяют сделать достоверные расчеты текущего диаметра струи. Далее анализируется возможность определения текущей скорости струи. Если форма струи позволяет рассчитать скорость ее истечения, то производится расчет текущей скорости. В противном случае данная величина определяется по последнему измеренному значению. Вычислив мгновенные значения диаметра струи и скорости ее истечения или аппроксимировав эти значения по предыдущим кадрам, рассчитывается текущий объем струи. Такой подход обеспечит: точное определение количества минерального расплава, выпускаемого из плавильного агрегата;

– определение расхода расплава в – реальном времени, т. е. со скоростью, которая позволит своевременно реагировать на изменение расхода расплава;

– исключение человеческого фактора при проведении измерений;

– возможность дистанционного управления прибором и проведения измерений.

Список литературы

- 1 Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. 416 с.
- 2 Sonka M. Image processing, analysis, and machine vision / Milan Sonka - New Deli:Jangpura, 2001. 770 с.
- 3 Киселев П.Г. Справочник по гидродинамическим расчетам / П.Г. Киселев - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957. 568 с.
- 4 Яворский Б.М. Справочник по физике / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф - М.: Наука, 1967. 939 с.