

Заклучение

На основании изложенного можно сделать следующее заключение: для решения экономических и экологических проблем, связанных с использованием серебростержащих светочувствительных материалов на основе галогенида серебра, необходимо повторное использование всех серебростержащих растворов, применяемых для их химико-фотографической обработки, а также строгий учет и контроль отходов кинофотоматериалов, которые образуются при проведении лабораторных практикумов, предусмотренных учебными планами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редько, А.В. Фотография / А. Редько. – М. : Легпромбытиздат, 1995. – 304 с.
2. Константинова, Е.В. Фотография / Е.В. Константинова. – СПб.: Near Bird press company, 2011. – 158 с.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: ГН 2.1.5.690-98. – Введ. 1998-03-04. – М. : Постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации, 1998. – 25 с.

УДК 622.331

Косюкевич Е.К., Березовский Н.И., Воронова Н.П.

УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск

ПРОИЗВОДСТВО ТОРФЯНОЙ ПРОДУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Actual possibilities of decrease in power consumption of manufacture of peat production of power purpose due to influence of ultrasonic fluctuations on raw material before drying are considered.

Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития - одна из приоритетных задач государственной энергетической политики Республики Беларусь.

Решение проблемы обеспечения страны энергоресурсами в настоящее время рассматривается в двух направлениях:

- повышение эффективности использования существующих энергоносителей;
- разработка и внедрение новых перспективных способов производства энергоресурсов с учетом имеющейся в стране сырьевой базы.

Основным видом торфяного коммунально-бытового топлива до настоящего времени являются торфяные брикеты. Торфяные брикеты производятся в Республике Беларусь по технологии, предусматривающей прессование в штемпельных прессах freezerного торфа, предварительно высушенного в сушилках.

Торфобрикетное производство в настоящее время стоит перед проблемой эффективной адаптации к брикетированию торфяного сырья ухудшенного качества (пониженной степени разложения, плотности и др.) в связи с истощением запасов более качественного торфа на разрабатываемых сырьевых базах. Решение этой проблемы требует специальных исследований, новых технологических и конструкторских подходов.

В процессе получения топливных брикетов необходимо стремиться к тому, чтобы структура сырья становилась более однородной и тонкопористой. Как известно, торф представляет собой капиллярно-пористое тело, в котором твердая фаза заполнена частично водой и воздухом. В нем различают макро- и микроструктуры. Макроструктуру составляют остатки растений-торфообразователей, а микроструктуру – продукты распада. Поэтому торф относится к неоднородным пористым материалам. Имеющиеся в нем микропоры могут существенно влиять на кинетику диффузии и значительно изменять коэффициент диффузии. Установлено, что при воздействии ультразвуковых колебаний (УЗК) на дисперсные системы, как торф, для ускорения процессов массопереноса требуется интенсивность не ниже $0,2 \text{ Вт/см}^2$, а наиболее эффективной для воздействия УЗК на процессы массопереноса является область частот 18-50 кГц.

Воздействуя УЗК на торф, можно ускорять явления массопереноса и добиваться в некоторых случаях более полного извлечения веществ, а также изменять их свойства. Это осуществляется благодаря кавитации, разрушающему действию УЗК, ускорению растворения некоторых компонентов. В результате процессы переноса вещества, тепла и количества движения становятся более организованными и интенсивными. При этом уменьшаются потери рассеиваемой энергии, что ведет в целом к снижению энергоемкости процессов.

Результаты исследований показывают, что использование ультразвука изменяет структуру торфа настолько, что известные коэффициенты диффузии становятся неприемлемыми. Нами была рассмотрена смешанная задача для однородного уравнения диффузии, которая состояла в отыскании «эффективного» коэффициента диффузии по известным из эксперимента значениям влагосодержания в определенных точках выбранного образца в заданные моменты времени обработки его ультразвуком. Задача решалась с привлечением метода сеток, аппроксимацией уравнения диффузии на четырехточечном шаблоне по неявной схеме. Для определения значений влагосодержания использовали метод прогонки.

Для проверки предложенного алгоритма численного решения было проведено аналитическое решение поставленной задачи методом Фурье при конкретных начальных и граничных условиях. Анализ полученных результатов показал, что использование численного метода решения обратной задачи позволяет определять коэффициент диффузии с большой степенью точности. На основании экспериментальных данных с применением метода наименьших квадратов получена зависимость для определения «эффективного» коэффициента диффузии от времени, с помощью которого можно полностью описать комплексный процесс обработки торфа УЗК [1]:

$$D(t) = -0,0421 t - 0,0987 t + 2,0357. \quad (1)$$

Для определения оптимальной амплитуды колебаний УЗК и оптимизации интенсивности их распределения в пористой среде процесс применения УЗК может быть описан уравнением колебаний [2]:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = C^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad 0 < x < a, \quad 0 < t \leq T, \quad (2)$$

с начальными условиями

$$U(x, 0) = f(x), \quad \frac{\partial U}{\partial t}(x, 0) = g(x), \quad 0 \leq x \leq a, \quad (3)$$

и граничными условиями

$$U(0, t) = \mu_1(t), \quad U(a, t) = \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

где x – координата рассматриваемой точки;

U – амплитуда колебаний.

Используя замену переменной $t' = C t$, уравнение (2) сводится к аналогичному с коэффициентом $C = 1$.

Задача (2)-(4) решалась методом сеток с применением разбиения области равномерной сеткой

$$x_i = i \cdot h, \quad i = \overline{0, n}, \quad a = h \cdot n; \quad t_j = j \cdot \tau, \quad j = \overline{0, m}, \quad T = \tau \cdot m.$$

Используя для аппроксимации частных производных центральные разностные производные, получали разностную аппроксимацию уравнения (2):

$$\frac{U_{i,j+1} - 2U_{i,j} + U_{i,j-1}}{\tau^2} = \frac{U_{i+1,j} - 2U_{i,j} + U_{i-1,j}}{h^2} \quad (5)$$

В уравнении (5) $U_{i,j}$ - приближенное значение функции $U(x,t)$ в узле сетки (x_i, t_j) .

Полагая $\lambda = \tau/h$, получаем трехслойную разностную схему

$$U_{i,j+1} = 2(1 - \lambda^2)U_{i,j} + \lambda^2(U_{i+1,j} - U_{i-1,j}) - U_{i,j-1}. \quad (6)$$

Схема (6) - явная, алгоритм решения по ней позволяет найти решение на каждом следующем слое $j = \overline{2, n}$ пересчетом решений с двух предыдущих $j = \overline{0, n-1}$. На нулевом временном слое $j = 0$ решение известно из начального условия $U_{i,0} = f(x_i)$.

Для вычисления решения на первом слое $j = 1$ принимаем

$$\frac{\partial U(x,0)}{\partial t} = \frac{U(x,\tau) - U(x,0)}{\tau} \quad (7)$$

тогда

$$U_{i,1} = U_{i,0} + \tau g(x_i), \quad i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Данная схема аппроксимирует задачу (2)-(4) точностью $O(\tau^2 + h^2)$. Невысокий порядок аппроксимации по τ объясняется довольно грубой аппроксимацией для производной по t в формуле (7).

Известно, что схема устойчива, если выполнено условие Куранта $\tau < h$. Это означает, что малые погрешности, возникающие при вычислении решения на первом слое, не будут неограниченно возрастать при переходе к каждому новому слою.

При выполнении условия Куранта схема обладает равномерной сходимостью, то есть при $h \rightarrow 0$ решение разностной задачи равномерно стремится к решению исходной задачи (2)-(4).

Недостатком схемы является необходимость после выбора шага в направлении x , особо уделить внимание выбору шага по переменной t . Если нужно произвести вычисления для большого значения T , может потребовать значительное число шагов τ .

Анализ проведенных исследований показал, что воздействием ультразвуковых колебаний на торф можно увеличить более чем в 1,5 раза коэффициент массопроводности за счет равномерного распределения влажности в объеме и тем самым снизить энергозатраты получения топливных брикетов за счет уменьшения влажности сырья (торфа), поступающего в сушилку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатов, Б.А. Энергоемкость производства твердого топлива / Б.А. Богатов, Н.И. Березовский, Е.К. Костюквич // Ахова працы.—1999.— №11.— С.16-19.
2. Амосов, А.А., Вычислительные методы для инженеров / А.А. Амосов [и др]. - М.: Высшая школа, 1994.— 544 с.