

$$W = \frac{3\eta}{R} \int_{x_0}^{x_1} \frac{2Vh - Q}{h^2} x dx; \quad (6)$$

$$M = FR. \quad (7)$$

Список литературы

1. Зубович С.О., Шаповалов В.М. Особенности течения тяжелых ньютоновских и нелинейно-вязких сред в зазоре вращающихся валков // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвузовский сборник научных статей. – Волгоград, 2007. – №11(37). – С. 33-37.
2. Зубович С.О. Течение тяжелой вязкопластичной жидкости в зазоре вращающихся валков: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Волгоград, 2007.
3. Клинков А.С., Соколов М.В., Кочетов В.И. Автоматизированное проектирование валковых машин для переработки полимерных материалов. – М.: Изд-во машиностроение, 2005. – С. 5–17.

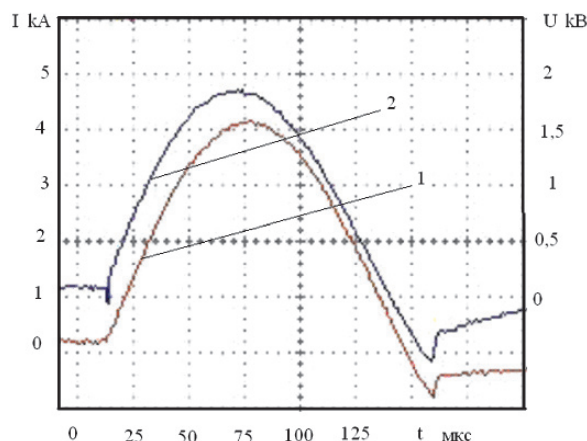
ИССЛЕДОВАНИЕ АКСИАЛЬНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРЯДНОГО КОНТУРА

Нестеров Д.А., Суркаев А.Л.

Волжский политехнический институт, филиал
Волгоградского государственного технического
университета, www.volpi.ru, e-mail: vpf@volpi.ru

Возникающие аксиальные механические возмущения в металлических проводниках цилиндрической геометрии при протекании разрядного тока

можно оценить, используя энергетические характеристики разрядного контура (рисунок) и классическую теорию электропроводности. Рассматриваем процесс протекания разрядного тока в течение первого полуцикла [1]. Плотность тока $\vec{j} = ne\langle\vec{v}\rangle$ определяется из определения и осциллограммы, $n \approx 10^{29} \text{ м}^{-3}$ – концентрация свободных электронов в металле. За время разряда пьезокерамическому преобразователю от действия электронов передается суммарный импульс $\vec{p}_N = Nm\langle\vec{v}\rangle$, который можно трансформировать в давление на торце стержня. Индуцированный заряд, возникающий при воздействии на пьезоэлемент $q = d_{33}PS$, где $d_{33} = 360 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н пьезокерамический модуль (ЦТС-19). Рассматриваем пьезоэлемент в виде диска как плоский конденсатор емкостью $C = \epsilon\epsilon_0 S/d$, где $\epsilon = 1750$ – диэлектрическая проницаемость. Приравняв генерированный заряд пьезопреобразователя и конденсатора можно оценить величину генерированного напряжения $U = 1,2$ В. Таким образом, при протекании импульсного тока большой плотности возникают механические возмущения аксиального направления, которые могут оказывать влияние на ЭВП [1].



Осциллограммы разрядного тока (кривая 1) и напряжения (кривая 2) короткого замыкания

Список литературы

1. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. Исследование миллисекундного электрического взрыва металлических проводников: письма в ЖТФ. – 2011. – Т. 36, Вып. 23. – С. 97-104.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВАЛЬЦЕВАНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОЙ ТЯЖЕЛОЙ СРЕДЫ ШВЕДОВА-БИНГАМА

Ходякова Е.С., Зубович С.О.

Волжский политехнический институт,
филиал Волгоградского государственного технического
университета, Волжский, e-mail: vpf@volpi.ru

подавляющее большинство существующих жидкостей имеют кривую течения $\eta(\dot{\gamma})$, отличную от линейной ньютоновской. Это отличие для реостабильных текучих систем проявляется в том, что прямая не проходит через начало координат, а течение начинается при достижении касательного напряжения τ_0 . Такие жидкости называются вязкопластическими. Рассматривается процесс течения высоконаполненной вязкопластической суспензии, подчиняющейся реологическому закону Шведова-Бингама ($\tau = \tau_0 + \eta(\partial v_x / \partial y)$), в вертикальном валковом

зазоре двухвалкового аппарата. Вязкость среды относительно невелика, поэтому силы вязкого трения соизмеримы с силами собственного веса жидкости. Основным технологическим параметром процесса вальцевания является толщина материала [1, 2].

Схема течения и система координат представлены на рисунке. Начало декартовой системы координат помещено в середине сечения минимального зазора. Ось x направлена горизонтально, ось z – вертикально вниз. Уровень жидкости $x = x_0$ постоянен. Объемный расход жидкости G . Окружная скорость валков V , их радиус R . Минимальный зазор между валками $2H_0$, а текущий $2h$. Текущая толщина квазитвердого ядра $2h_0$. Уровень жидкости ℓ .

С целью упрощения расчета перейдем к безразмерным переменным:

$$\{\xi, \xi_0, \lambda\} = \left\{ \frac{x, x_0, x_1}{\sqrt{2RH_0}} \right\}; \quad St = \frac{\rho g H_0^2}{\eta V};$$

$$q = \frac{G}{VH_0}; \quad La = \frac{PH_0^2}{\eta V \sqrt{2RH_0}};$$

$$S = \frac{\tau_0 H_0}{\eta V}; \quad \zeta(\xi) = \frac{h_0(x)}{h(x)}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения; ρ – плотность жидкости; P – давление; q – безразмерный расход; ξ – безразмерная переменная Гаскелла; ξ_0, λ – безразмерные координаты входа и выхода из зазора; $2\zeta(\xi)$ – безразмерная текущая толщина квазитвердого ядра; η – пластическая вязкость; St – число Стокса; La – число Лагранжа; S – число Ильюшина.

Толщина слоя материала на валках $\delta_{\text{мат}}$ находится итерационным методом: задаваясь толщиной слоя материала (см. рисунок) находим безразмерную координату точки выхода:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\delta_{\text{мат}}}{H_0} - 1}, \quad (2)$$

затем координата входного сечения ξ_0 определяется с учетом условия $\xi = \xi_0, La = 0$ из уравнения:

$$La = St(\xi - \lambda) - S \int_{\lambda}^{\xi} \frac{\text{sign}(\xi + \lambda)}{(1 + \xi^2)^2} d\xi. \quad (3)$$

и позволяет вычислить необходимый расход влажного материала и высоту уровня суспензии над осью абсцисс. С помощью уравнений (1) несложно перейти к размерной форме переменных. При несовпадении расчетного значения расхода G с заданным, изменяем λ и повторяем расчет.

Вычисление энергосиловых характеристик движения жидкости (силы трения F ; распорного усилия W ; мощности привода M) совпадает с классической методикой расчета:

$$F = -\tau_0 \sqrt{2RH_0} \int_{\xi_0}^{\lambda} \frac{\text{sign}(\xi + \lambda) d\xi}{\zeta(\xi)}; \quad (5)$$

**Секция «Математические методы решения инженерных задач»,
научный руководитель – Светличная В.Б., канд. техн. наук, доцент**

ЭКСТРАКЦИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Абсатарова Э.Н., Антипина С.Г.

*Волжский политехнический институт,
филиал Волгоградского государственного
технического университета, Волжский,
www.volpi.ru, e-mail: 001elmira@mail.ru*

Экстракция – процесс разделения смеси жидких или твёрдых веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов). К достоинствам экстракции относятся низкие рабочие температуры, рентабельность извлечения веществ из разбавленных растворов, возможность разделения смесей, состоящих из близкикипающих компонентов, и азеотропных смесей, возможность сочетания с другими технологическими процессами (ректификацией, кристаллизацией), простота аппаратуры и доступность её автоматизации. Недостатком экстракции, в ряде случаев является трудность полного удаления экстрагента из экстрагируемых веществ.

Рассмотрим экстракцию в три этапа уксусной кислоты из водного раствора бензолом. Пусть начальная концентрация уксусной кислоты в объеме a водного раствора составляет x_0 . Определим соот-

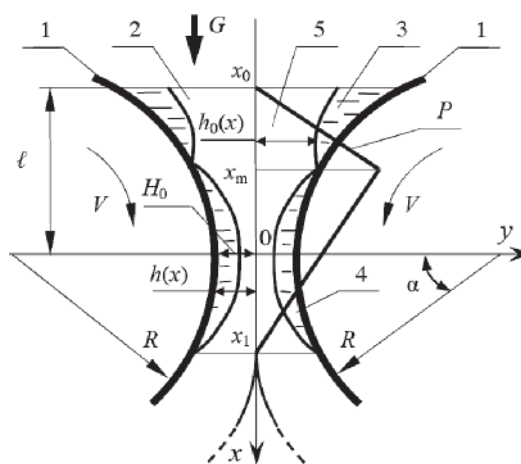


Схема течения вязкопластической среды в вертикальном межвалковом зазоре:
1 – валки, 2 – жидкость, 3, 4 – первая (противотока) и вторая (прямотока) зоны градиентного течения, 5 – квазитвердое ядро

Полученная координата входного сечения ξ_0 выражается из уравнения:

$$q = 2(1 + \xi^2) + \text{sign}(\xi + \lambda) S \frac{(3\xi - \xi^3 - 2)}{3\xi} (1 + \xi^2)^2, \quad (4)$$

$$W = -2\tau_0 \sqrt{2RH_0} \int_{\xi_0}^{\lambda} \frac{\text{sign}(\xi + \lambda)}{\zeta(\xi)} d\xi; \quad (6)$$

$$M = FR. \quad (7)$$

Список литературы

1. Шаповалов В.М., Зубович С.О. Влияние гравитационных сил на течение среды Шведова-Бингама в валковой сушилке // Химия и химическая технология. Известия высших учебных заведений. – 2006. – Т. 49, №6. – С. 59-61.
2. Зубович С.О., Шаповалов В.М. Математическая модель течения тяжёлых вязкопластических сред в зазоре вращающихся валков (постановка задачи) // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвузовский сборник научных статей. – Волгоград, 2007. – №11(37). – С. 37-40.

ношение объемов b_1, b_2, b_3 бензола на каждом этапе экстрагирования. Обозначим x_i и y_i – весовую концентрацию кислоты в водном растворе и бензоле соответственно после каждой экстракции. Известно, что процесс экстрагирования подчиняется закону равновесного распределения:

$$\frac{y_i}{x_i} = k \Rightarrow y_i = kx_i.$$

Из условия материального баланса получим функцию, выражающую концентрацию кислоты, оставшейся в водном растворе после последней экстракции:

$$x_3 = \frac{a^3 x_0}{(a + kb_1)(a + kb_2)(a + kb_3)}.$$

Для достижения наиболее полного извлечения кислоты при заданном количестве бензола значение x_3 должно быть минимальным. Т.к. числитель является постоянной величиной, то следует максимизировать знаменатель полученной функции. Вычисляя условный максимум функции:

$$F(b_1, b_2, b_3) = (a + kb_1)(a + kb_2)(a + kb_3),$$