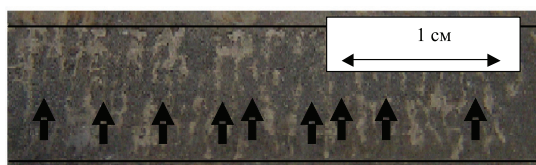


копитель конденсаторного типа с соответствующей электродной системой. Взрывающийся проводник располагалась между двумя полосками стекла на расстоянии  $h = 1...4$  мм. Разрядный ток регистрировался поясом Роговского, напряжение – высокоомным делителем.

Результатом экспериментов является получение образцов (рис. 2), где наблюдается поперечное чередование плотности вещества (на фото показано стрелками, линии – границы полоски фольги) электрического взрыва алюминиевой фольги. Электрический взрыв протекал в близком к согласованному (оптимальному) режиму, при котором энергия конденсаторного накопителя реализуется в первой половине периода разряда. Возможно, что образование страт в большей степени наглядности проявляется при взрыве тонкой фольги, вследствие самой геометрии взрывающегося проводника.



Чередование плотности вещества при электрическом взрыве алюминиевой фольги

**Список литературы**

1. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. Исследование миллисекундного электрического взрыва металлических: письма в ЖТФ. – 2011. – Т. 36, Вып. 23. – С. 97-104  
 2. Волков Н.Б., Зубарев Н.М., Зубарева О.В. Крупномасштабная магнитогидродинамическая неустойчивость поверхности проводящей жидкости: письма в ЖТФ. – 2001. – Т. 27, Вып. 22. – С. 38-44.

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВАЛЬЦЕВАНИЯ МАЛОВЯЗКОЙ ТЯЖЕЛОЙ СУСПЕНЗИИ**

Мальгинова Е.А., Зубович С.О.

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

Рассматривается процесс течения высоконаполненной суспензии, подчиняющейся реологическому закону Ньютона ( $\tau = \eta(\partial v_x / \partial y)$ ), в вертикальном валковом зазоре двухвалкового аппарата. Процесс нанесения материала на валки при аналогичном механизме течения имеет существенные отличия от наиболее близкого по схеме процесса каландрования полимерных материалов. Прежде всего, вязкость среды на 2-4 порядка ниже вязкости каландруемых полимеров, поэтому силы вязкого трения соизмеримы с силами

$$0 = St(\lambda - \xi_0) + \frac{3\lambda}{2(1+\lambda^2)} + \frac{3}{2} \arctg(\lambda) - \frac{3\xi_0}{2(1+\xi_0^2)} - \frac{3}{2} \arctg(\xi_0) - \frac{3q}{2} \left[ \frac{\lambda}{4(1+\lambda^2)^2} + \frac{3\lambda}{8(1+\lambda^2)} + \frac{3}{8} \arctg(\lambda) - \frac{\xi_0}{4(1+\xi_0^2)^2} - \frac{3\xi_0}{8(1+\xi_0^2)} - \frac{3}{8} \arctg(\xi_0) \right]. \quad (3)$$

и далее из этого уравнения найти  $\lambda$ . После этого можно найти безразмерный расход  $q$ , используя выражение (2).

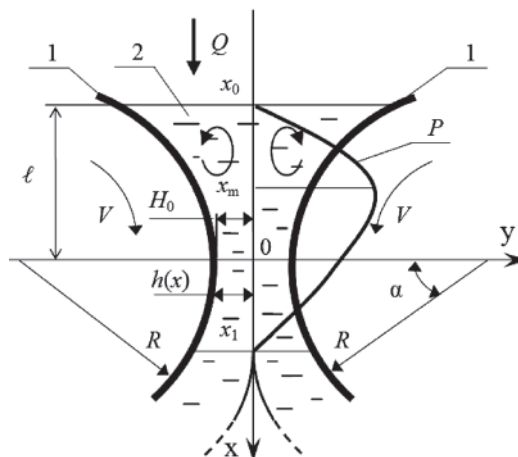
К размерной форме переменных несложно перейти с помощью уравнения:

$$\delta_{\text{мат}} = H_0(1 + \lambda^2). \quad (4)$$

$$F = -\eta H_0 \left\{ \frac{2}{\sqrt{2RH_0}} \int_{x_0}^{x_1} P x dx + \rho g \left[ x_1 - x_0 + \frac{(x_1^3 - x_0^3)}{3\sqrt{2RH_0}} \right] \right\}; \quad (5)$$

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  $y$  направлена горизонтально, ось  $x$  – вертикально вниз. Уровень жидкости  $2x = x_0$  постоянен. Объемный расход жидкости  $Q$ . Окружные скорости валков  $1 - V$ , а их радиус  $R$ . Минимальный зазор между валками  $2H_0$ , а текущий  $2h$ . Уровень жидкости  $\ell$ . Координата максимума давления  $P$  в межвалковом зазоре  $x_m$ .



С целью упрощения расчета перейдем к безразмерным переменным:

$$\{\xi, \xi_0, \lambda\} = \left\{ \frac{x, x_0, x_1}{\sqrt{2RH_0}} \right\}; \quad St = \frac{\rho g H_0^2}{\eta V}; \quad q = \frac{Q}{VH_0}, \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;  $\rho$  – плотность жидкости;  $P$  – давление;  $q$  – безразмерный расход;  $\xi$  – безразмерная переменная Гаскелла;  $\xi_0, \lambda$  – безразмерные координаты входа и выхода из зазора;  $\eta$  – пластическая вязкость;  $St$  – число Стокса.

Для определения толщины материала  $\delta_{\text{мат}}$ , наносимого на валки, задаемся уровнем жидкости на входе в зазор  $\xi_0$ , т.е. расходом жидкости. В этом случае необходимо выражение:

$$q = 2(1 + \lambda^2), \quad (2)$$

подставить в уравнение:

Алгоритм расчета энергосиловых характеристик движения жидкости (силы трения  $F$ , действующей со стороны жидкости на поверхность валка единичной длины; распорного усилия  $W$ , рассчитанное на единицу длины валка; мощности привода  $M$ ) совпадает с классической методикой расчета [2, 3]:

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

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

#### 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. Клинов А.С., Соколов М.В., Кочетов В.И. Автоматизированное проектирование валковых машин для переработки полимерных материалов. – М.: Изд-во машиностроение, 2005. – С. 5–17.

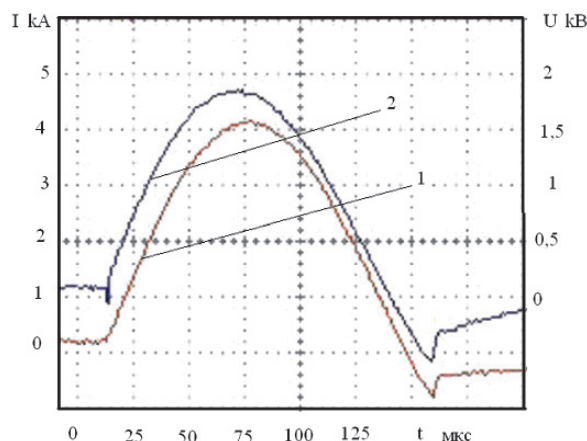
### ИССЛЕДОВАНИЕ АКСИАЛЬНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРЯДНОГО КОНТУРА

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 полу периода [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. Приравнивая 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  $\tau_0$ . 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  $\ell$ .

С целью упрощения расчета перейдем к безразмерным переменным:

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

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