

УДК 669.14.018.8

Оглоблин Г.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет,  
Россия

Стулов В.В.

Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, Россия

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУИ ПРЯМОТОЧНОГО РАЗЛИВОЧНОГО СТАКАНА

Предлагается методика моделирования тепловых полей погружных стаканов в кристаллизаторе с помощью жидких кристаллов на примере прямоточного стакана.

UDC 669. 14. 018. 8

Ogloblin G. V.

Amur State Pedagogical University, Komsomolck sur Amur, Rossiya

Chairs V. V.

Institute of Engineering and Metallurgy, RAS, Komsomolck sur Amur, Rossiya

## INVESTIGATION OF JET DIRECT BOTTLING GLASS

The technique of simulation of thermal fields submerged cup in the mold with liquid crystals for example, ram glass.

Для исследования гидродинамики струи жидкостивытекающей из погружного стакана воспользуемся установкой представленной на рис.1. Где 1- модель кристаллизатора завода Амур-металл выполненная в пропорции 1:7 . В качестве материала для модели взято стекло для которого характерно низкая теплопроводность. Этот показатель необходимо учитывать исходя из того, что стенка кристаллизатора выполняет роль жидкокристаллического детектора на котором формируется тепловое поле. Используя материал с низкой теплопроводностью получают чёткие контуры теплового поля. Одна из широких стенок кристаллизатора выполнена из двух стеклянных пластин прокалиброванных по периметру плёнкой толщиной 0,1 мм шириной 3мм таким образом, чтобы образовалась между ними полость. Пластина

контактирующая с расплавом окрашивается в чёрный цвет. Полость заполняется жидкими кристаллами с мезофазой 42-50 °С. Лицевая пластина прозрачна. На рис.1 погружной стакан 2 опущен в кристаллизатор 1 на глубину 2-3 диаметров стакана. Струя вытекающая из канала разливочного стакана формирует на стенке кристаллизатора температурное поле 3 которое и отображает форму вытекающей из канала жидкости. Исходная температура жидкости 50°С. Выходное окно кристаллизатора перекрыто, кристаллизатор постепенно заполняется рабочим веществом 4. Это можно определить по цветовой картине. Незаполненная часть кристаллизатора 5 имеет чёрный цвет, цвет на котором хорошо отображается цветовая картина процесса. Работа жидкокристаллического детектора основана на дифракции светового потока на структуре жидких кристаллов. Чувствительность которых порядка 0,025° С. Чувствительность детектора в целом определяется капсулой в которой герметизированы жидкие кристаллы. Цветовая картина струи представлена набором изотерм разной ширины, длины и цветности. Для анализа процесса выделим тепловое поле струи и представим его на рис.2.

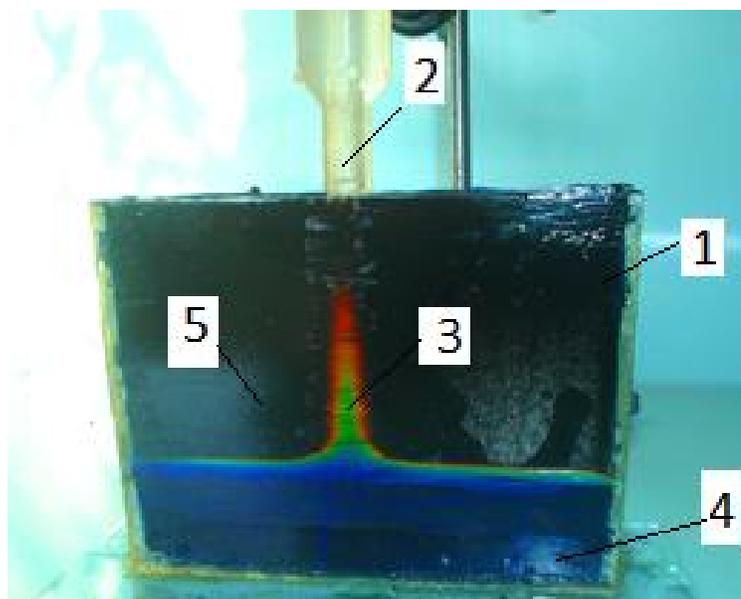


Рис.1 Установка для моделирования тепловых процессов в кристаллизаторе. 1.Кристаллизатор.2.Погружной (разливочный) стакан. 3.Термограмма струи рабочего вещества. 4. Заполненная часть кристаллизатора. 5. Незаполненная часть кристаллизатора.

Изотермы температурного поля лежат в пределах от 42° С – красный цвет до 50° С- синий цвет. Датчик отображает только основные цвета спектра. На рис. 2 выделим участки ВК иОС которые характеризуют пограничные слои потока жидкости. Из анализа термограммы можно сделать вывод о том что

поток жидкости слоистый. Каждый слой имеет свою скорость. В целом это можно представить как градиент температур в плоскости широкой стенки. Линии тока жидкости формируют ламинарный поток для которого характерно то, что частицы жидкости в пограничном слое вращаются по часовой стрелке слева, а частицы жидкости справа против часовой стрелки. Внутренняя часть потока характеризуется скоростью  $V$ . Если движение сопровождается трением, то в простых случаях [1], требуемая сила  $K$  пропорциональна скорости  $V$  или  $K = \kappa V$ . Множитель пропорциональности  $\kappa$  называется коэффициентом сопротивления. Его можно вычислить  $\kappa = \eta \frac{F}{x}$

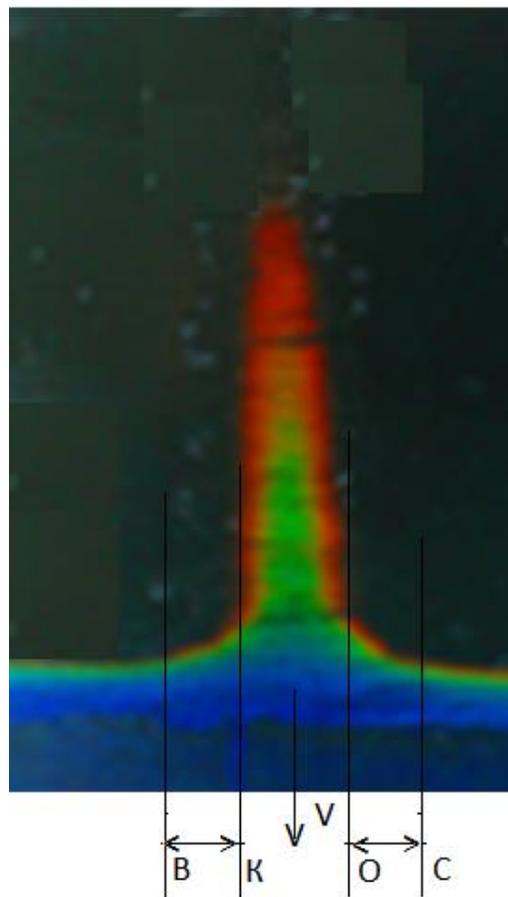


Рис.2 Термограмма струи прямого разливочного стакана.  $V$ -скорость потока.  $BK$ ,  $OC$  –пограничные слои струи.

или  $K = \kappa V = \eta \frac{F}{x} V$ . Где  $F$ -площадь ( $BC \times AB$ ) ,  $AB$ -ширина струи в основании  $BC$ ,  $x$ -расстояние от боковых стенок кристаллизатора до области  $BC$ ,  $\eta$ -коэффициент вязкости. Толщину пограничного слоя можно оценить как  $BK = \sqrt{\frac{\eta l}{\rho V}}$ ,  $l$ - путь пройденный текущей жидкостью,  $\rho$  – плотность жидкости для воды  $10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $\eta = 10^{-3} \text{ н сек/м}^2$ . Толщина слоя жидкости меньше, чем

толщина пограничного слоя создаваемая трением. Скорость  $V$  небольшая. Слоистость движения на термограмме представлена изотермами разной цветности, где изотермы сопоставляем с линиями тока. Для поддержания течения требуется наличие силы  $K = \kappa V_m = \eta 8 l V_m$ ,  $V_m$  - средняя скорость жидкости равная:  $V_m = \frac{i}{s}$ , где  $i$  - сила тока жидкости,  $s$  - поперечное сечение канала разливочного стакана. Тогда сила тока  $i = \frac{\pi r^4}{8 \eta} \frac{p_1 - p_2}{l}$ , где  $p_1$  - давление на входе в стакан,  $p_2$  - давление на выходе из стакана.

Таким образом предложенная методика моделирования процесса с помощью жидких кристаллов позволяет не только качественно отобразить процесс, но и провести количественные расчёты для ламинарных потоков.

### Литература

1. Поль Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте. М.1971., с.480.
2. Оглоблин Г.В., Стулов В.В. Моделирование работы погружных стаканов с помощью жидких кристаллов. //Высокие технологии, исследования, промышленность. TIHi-Tech. С - Петербург. 2010. С395-397.
3. Оглоблин Г.В. Никитин Д.А., Стулов В.В. Установка для моделирования работы погружных стаканов.// Актуальные вопросы развития образовательной области «Технология»: материалы У Международной электронной заочной научно-практической конференции...Комсомольск на Амуре 19 октября-10 ноября 2009 г. –Комсомольск –на- Амуре. 2009.С.134-137.