

Оглоблин Г.В.,Скырник А.

АМГПУ. Комсомольск – на Амуре. Россия

Стулов В.В., Вильдяйкин Г.Ф.

КнАГТУ. Комсомольск - наАмуре.Россия

ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ЖИДКИЙ МЕТАЛЛ

Рассматриваются опытные факты воздействия коронного разряда на жидкий сплав алюминия с дальнейшим анализом твердости поверхностного слоя отливки.

Ogloblin G.V.,Skarnnik A.

AmGPGU. Komsomolck sur Amur. Russia

Stulov V.V.,Vildjajkin G.F.

KnAGTU. Komsomolck sur Amur. Russia

INFLUENCE OF THE CORONA CATEGORY ON LIQUID METAL

The skilled facts of influence corona the category on liquid aluminium with the further analysis of hardness of a superficial layer of casting are considered.

The skilled facts of influence corona the category on a liquid alloy of aluminium with the further analysis of hardness of a superficial layer of casting are considered.

На рис.1 представлена установка, состоящая из блока питания 1. Блок питания имеет регулируемый выход от 0 до 12В, а это позволяет изменять величину высоковольтного напряжения по схеме питания первичной цепи. 2.Высокое напряжение с положительного выхода подаётся на коронирующий электрод 8. Электрод расположен относительно центра верхнего среза формы на расстоянии 25мм. Теплоотвод он же акустический волновод 7 прогревается до температуры 150-200°С и располагается на подогреваемом от сети модуле . Подготовленный в муфельной печи расплав алюминия заливается в формы 5 и 6

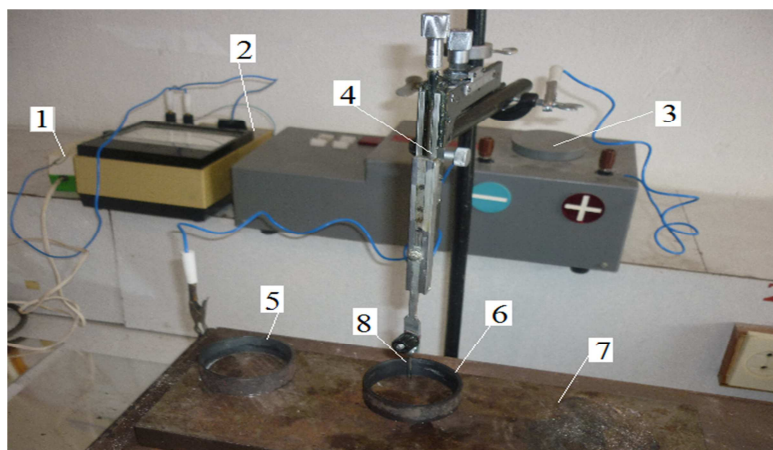


Рис.1. Установка по изучению влияния коронного разряда на жидкий металл. а.1. Выпрямитель на 220/12В, 300 мА.2.Амперметр, 3.Высокочастотный преобразователь на 12В / 25 кВ, 33 μ А, 12В / 7кВ., 4.- Препаратоводитель. 5. 6. Формы, 7. – Акустический волновод, 8. – Коронирующий электрод,

По завершению заливки включается коронный разряд 25 КВ. Время воздействия поля короны порядка 10с. Осциллограмма высокочастотного импульса представлена на рис 2 . Развёртка осциллографа С1-76 0,1 ms. Форма импульса изменилась. Изменился передний фронт импульса, если на рис. 2а передний фронт импульса нарастает за 0,06 ms, при временной ширине импульса 0,01 ms то на рис.2б передний фронт импульса 0,014ms, при той же временной ширине импульса. Изменение формы импульса связано с изменением параметров между электродами R, X_c, т.е. активного и емкостного сопротивления, а также температуры, влажности, давления. Можно разложить импульс на составляющие, что на рис.3 показано.

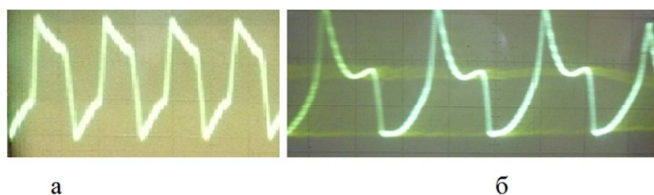


Рис.2. Осциллограмма высокочастотного коронного разряда. а. До заливки расплава в форму. б. Расплав залит в форму.

Спектр коронарного импульса это набор частот от 1,8кГц до 20 кГц. Наиболее выражены на 5кГц, 10кГц, 12кГц, 18кГц, 20кГц. Спектр получен с помощью программного продукта позволяющий, разложить прямоугольный импульс на составляющие частоты.

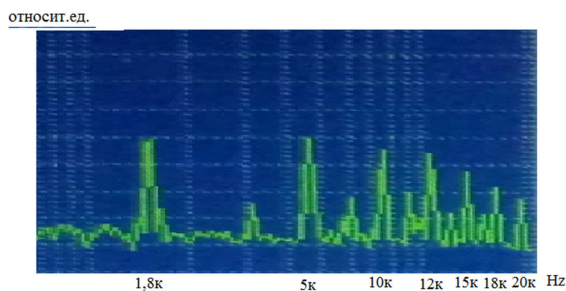


Рис.3. Спектральная характеристика коронарного импульса. Частоты показаны в логарифмическом масштабе.

Из частотного спектра интерес представляют частоты 18 и 20 КГц. Так как это частоты ультразвукового диапазона, но влияние этих частот на расплав незначителен (10-11 гармоники).

Расплав, испытывает механическое давление, поверхность расплава прогибается. Образуется лунка.

На рис.4 показано моделирование данного эффекта, на жидкости, отчётливо виден прогиб поверхности вещества.

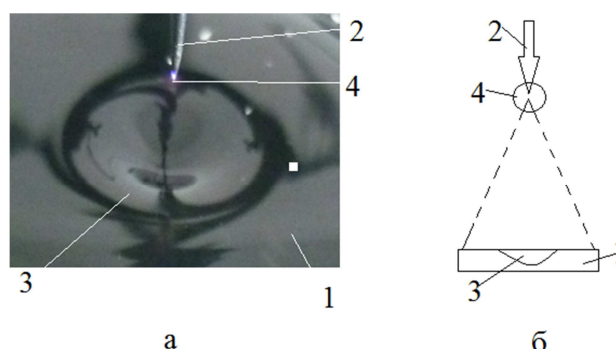


Рис.4. Воздействие коронного разряда на водяную плёнку толщиной 4 мм. Лунка при диаметре 15 мм, глубиной 3-мм. а. Фотография процесса. б. графическое представление формы коронного разряда. 1. Жидкость, 2. Коронирующий электрод.3.Лунка в жидкости от действия разряда. 4. Свечение у положительного коронирующего электрода. Разность потенциалов между электродами острйё-плоскость 25кV. Расстояние между электродами 25 мм.

Под действием коронного разряда мощностью 0,8 Вт на водяную плёнку толщиной 4 мм образуется лунка диаметром 15мм и глубиной 3мм, кроме того вокруг данной лунки образуются циркуляции, завихрения слоёв жидкости. Жидкостные вихри, вращаясь, приближаются к центру, но зафиксироваться в воронке не могут, их вновь выбрасывает из лунки. Направление вращения жидкости справа от электрода по часовой стрелки, слева против часовой стрелки. Аналогичное явление происходит в расплаве

алюминия, образовавшиеся лунка сохраняется вплоть до завершения процесса кристаллизации. При этом под воздействием коронного разряда в поверхностном слое жидкого металла возникают низкочастотные колебания которые видны не вооружённым глазом. Частота эта ниже 50Гц так как разрешается глазом, у которого предел КЧСМ порядка $48 \pm 0,7$ Гц.

Для оценки влияния коронного разряда на структуру материала отливается две отливки с маркировкой К и М из одной плавки сплава алюминия рис.5.

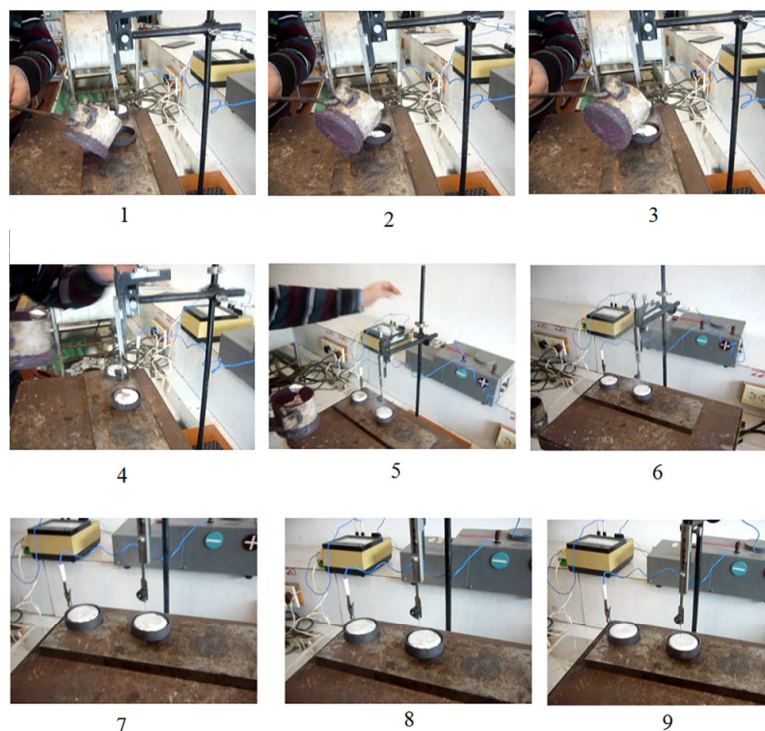


Рис.5. Динамика отливки и обработки образцов коронным разрядом. На 1 по 9 кадр - справа отливка К слева отливка М.

Отливка К испытывает воздействие коронного разряда, отливка М нет рис.5 образцы маркируются и проходят тестирование. Это позволяет в дальнейшем сопоставить результаты эксперимента. Оценка воздействия коронного разряда на жидкий металл определяли по изменению твердости заготовки по Бринеллю.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что твёрдость сплава алюминия меняется в поверхностном слое примерно 1,37 раза по отношению к необработанной коронным разрядом отливки. Твердость замерялась с помощью ручного твердомера с усилием 2кН, диаметр шарика 5мм. Расчёт осуществлялся по формуле *

$$*HB (HBW) = \frac{102F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

Отожествим полученные результаты с исследуемыми точками на образцах а и б рис.6.

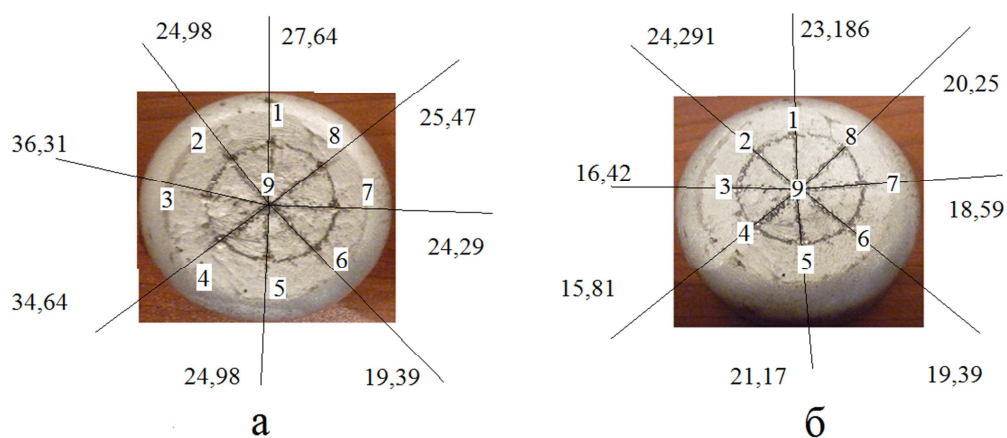


Рис.6. Распределение тестируемых точек на образцах. А – образец К-облучённый коронным разрядом. Б. образец М- не облучённый.

Из анализа результатов сопоставления точек образца а и образца б можно сделать вывод о некоторой неоднородности распределения поверхностной твёрдости. Так у образца необлучённого она более равномерная и отличие в точках 1-8 составляет несколько единиц, в то время как у образца, облучённого между 3 и 6 точками твёрдость отличается в ~ 2 раза. Определим глубину упрочнения. Для этого снимем с образцов М и К рис.7 поверхностный слой толщиной 4 мм и проверим его твёрдость по той же схеме. Для анализа влияния коронарного разряда на структуру материала по глубине, проведём срез относительно верхней поверхности на 4мм, для эталонного, и экспериментального образцов. Твёрдость исследуем по краю и по центральной части образцов рис.7.

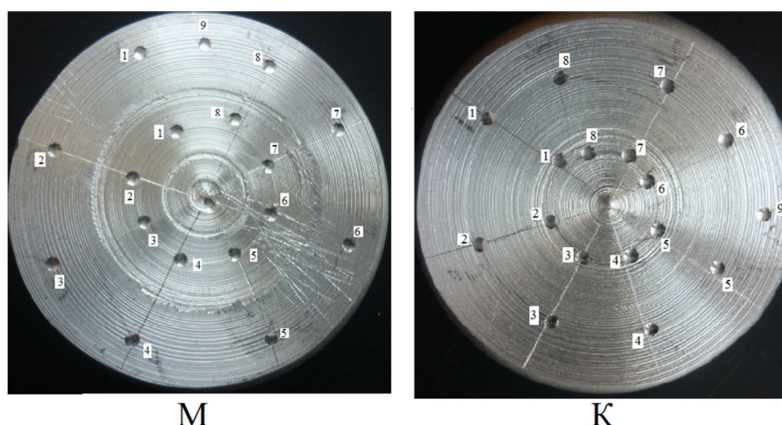


Рис.7. Образец М – необлученный, образец К- облученный коронным разрядом. Срез верхнего слоя структура 4 мм.

Отличие по краю образца составляет 16%, по центру 17%. Поверхностная твёрдость и твёрдость на глубине 4 мм отличаются в 2,24 раза. Из анализа результатов сопоставления точек образца а и образца б можно сделать вывод о неоднородности распределения поверхностной твёрдости. Кроме того при механической обработке была отмечена вязкость образца М, на фотографии заметны следы пластичности материала. В образце К эти отличия не наблюдались.

Для изучения процесса применили жидкие кристаллы холестерического типа с температурным интервалом 40-45°C. Для чего выполнили следующие процедуры:

1. Поверхность образца черним и наносим на неё слой жидких кристаллов примерно 200мк. Диаметр образца 52 мм, высота 20мм температура среды 24°C, образец подогреваем до изотропного состояния жидких кристаллов, примерно 50°C. Это необходимо сделать с целью получения равномерного слоя жидких кристаллов по толщине, таким образом, осуществляем калибровку слоя. После прогрева даём слою жидких кристаллов остыть до 39°C.

2. Электрод располагаем по центру образца на расстоянии 25 мм от плоскости покрытой жидкими кристаллами. От преобразователя подаём напряжение 25кВ на электрод. Получаем коронарное пятно диаметром 38,4 мм.

На рис.8 показана картина взаимодействия коронарного разряда с поверхностью отливки из алюминия. Время экспозиции 20с.



Рис.8. Визуализация поля воздействия коронарного разряда на алюминиевый образец. Коронирующий электрод положителен. Плоский электрод (образец) отрицателен.

При воздействии электрического поля коронарного разряда на образец рис.8 покрытый жидкокристаллическим детектором, в видимом формате формируется граница электрического поля диаметром 38,4мм. Изотермы отображают градиент температур, от края пятна к центру. По цветовой окраске этот перепад составляет порядка 6°C. Температура смещения рабочей характеристики жидких кристаллов 39°C. Температура в центре образца 46°C. Это позволяет рассчитать количество теплоты, выделенное коронарным разрядом по формуле

$$Q = C_v m(t_1 - t_2),$$

Где $C_v = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; m - масса образца 54.3 г, $t_1=46^\circ\text{C}$, $t_2=39^\circ\text{C}$.

При этом плёнка жидких кристаллов изменяет свою структуру, образуются ячейки, которые вращаются в электрическом поле. Данный эффект был проверен на большей массе жидких кристаллов типа Х-40 с мезофазой $125-129^\circ\text{C}$. В цилиндрическую форму 1 рис.9 заливают расплавленные жидкие кристаллы типа Х-40 массой 15г и включают электрическое поле. На рис.9. показан результат воздействия коронного разряда на жидкие кристаллы, где 1-форма, 2-коронирующий положительный электрод, 3-кипящая центральная часть массы жидких кристаллов, 4-торообразный поток жидких кристаллов от центральной зоны воздействия коронного разряда к периферии 4. Под действием электрического поля образуется торообразная циркуляция жидких кристаллов, величина и размеры тора зависят от приложенного напряжения к разрядному промежутку.

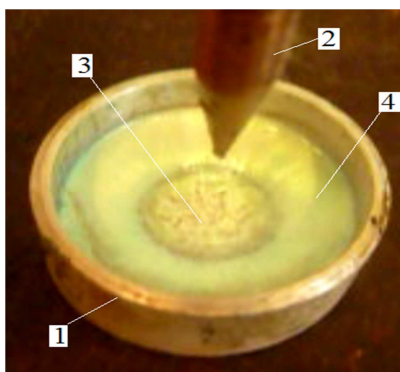


Рис. 8. Воздействие коронного разряда на жидкие кристаллы Х-40 массой 15г. 1-форма. 2- положительный коронирующий электрод.3. центральная часть коронарного пятна (кипящая).4 поток жидких кристаллов от внешней окружности центрального коронарного пятна к стенкам формы.

Аналогичный опыт был проведён на воде и парафине – эффект аналогичен под действием коронного разряда возникают циркуляции.

Таким образом, в жидком металле возникают циркуляционные потоки от центра воздействия короны к краям коронарного пятна. Что приводит, в конечном счёте, к смешиванию жидкого металла в отливке. Процесс возникновения циркуляции в жидкости под воздействием коронного разряда характерен для целого ряда веществ и отличается лишь интенсивностью, но это материал для другого сообщения.

Вывод.

1. Воздействие коронного разряда на жидкий металл позволяет повысить поверхностную твердость отливки.

2. Повышение прочности отливки связано с процессом лучшего смешивания жидкого металла за счёт циркуляции расплава под действием коронного разряда.

3. Процесс возникновения циркуляции в жидкости под воздействием коронного разряда характерен для целого ряда веществ.

4. Отработана техника и методика исследования процесса с помощью жидких кристаллов.

Литература.

1. Оглоблин Г.В., Скрынник А., Приезжих Е.Ю., Мухин Д.И., Солодухин А.Д. Коронный разряд в системе игла плоскость // Научный электронный архив.

URL: <http://econf.rae.ru/article/6741> (дата обращения: 05.06.2012).

2.Оглоблин Г.В., Скрынник А.,Солодухин А.Д. Методика и техника исследования коронного разряда в промежутке игла плоскость.docx // Научный электронный архив.

URL: <http://econf.rae.ru/article/6720> (дата обращения: 05.06.2012)

3.Оглоблин Г.В. НАНО ДОМЕНЫ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ В КОРОННОМ РАЗРЯДЕ // Научный электронный архив.

URL: <http://econf.rae.ru/article/6795> (дата обращения: 05.06.2012).