

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН И ОБЪЕМОВ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
пр. Октябрьский, 43-А, г. Николаев, 54018, Украина*

В настоящее время отсутствует надежный способ очистки точного литья от форм и стержней. На практике для этого используют экологически вредные химические вещества. Электроразрядная технология в литейном производстве успешно применяется для выбивки стержней и очистки среднего и крупногабаритного литья. Использование электроударов для очистки точного литья требует точных расчетов нагрузок, так как прочность стержней зачастую достигает прочности тонкостенной литой заготовки.

Целью данной работы является разработка методики расчета технологических параметров электроразрядной очистки точного литья. Авторами расчетным путем получена связь параметров разрядного контура с прочностными характеристиками форм и стержней, с объемом их разрушения и коэффициентом сложности точного литья.

Для разрушения неметаллических прочных материалов, к которым относятся формы и стержни точного литья, используются электроудары с характеристическим радиусом канала разряда, значительно меньшим длины волны λ , излучаемой каналом разряда, и длиной разрядного промежутка l электрод – отливка

$$R \ll \lambda \ll l, \quad (1)$$

то есть используется модель длинного цилиндра [1].

Эти условия обусловлены тем, что такая модель обеспечивает максимальную скорость выделения энергии на разрядном промежутке и наибольшую эффективность преобразования энергии за счет увеличения длины излучателя волн давления.

Плотность энергии на единицу площади цилиндра может быть выражена следующим образом:

$$\frac{E}{S} = \frac{E}{2\pi r l + 2\pi r^2} = \frac{E}{2\pi r(l + r)}, \quad (2)$$

где E – энергия ударной волны разряда, кДж; r – радиус расширяющегося цилиндра, который может быть принят как радиус зоны эффективного действия волны сжатия, м; l – разрядный промежуток, или высота расширяющегося цилиндра, м.

В качестве критерия устанавливается энергия ударной волны, значение которой должно быть достаточным для разрушения форм и стержней и ограничено прочностными характеристиками литых заготовок. Если прочностные характеристики форм и стержней превышают прочность тонкостенного литья, используются методы предварительного их разупрочнения. Учитывая такое условие, можно записать следующее выражение:

$$E \geq \sigma_{сж} \cdot V, \quad (3)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности формы или стержня на сжатие, МПа; V – объем разрушения формы или стержня одним разрядом, м³.

При разряде на поверхность отливки происходит разрушение форм и стержней ударной волной через основание цилиндра с площадью πr^2 , м².

Значение энергии E , введенной в канал разряда длиной l за время τ , определено через параметры разряда в работе [2] следующей зависимостью:

$$E = \frac{R_0^4 \pi r_n l}{(\gamma - 1) \pi^2 LC}, \quad (4)$$

где R_0^4 – радиус канала разряда в конце первого полупериода, имеющий значение в пределах 0,001 м; ρ_n – плотность невозмущенной разрядной среды (воды), кг/м³; γ – эффективный показатель адиабаты, равный 1,26; L – индуктивность разрядного контура, мкГн; C – емкость разрядного контура, мкФ.

Результаты расчета объема разрушения форм и стержней в зависимости от различных характеристик и параметров единичных электроразрядов

r , см	k	σ , кг/см ²	E , кДж	V , см ³
1	2	3	4	5
13	0,36	5	1,25	722
13	0,49	5	2,50	1228
13	0,66	5	5,00	1805
13	0,58	8	2,50	560
13	0,67	8	3,75	880
13	0,73	8	5,00	1124
13	0,58	12	3,75	590
13	0,66	12	5,00	750
13	0,73	12	6,25	900
8	0,67	24	5,00	360
8	0,74	24	6,25	440
8	0,79	24	7,50	510
8	0,66	38	5,00	230
8	0,73	38	6,25	270
8	0,79	38	7,50	320
8	0,67	50	5,00	174
8	0,73	50	6,25	210
8	0,79	50	7,50	240
7	0,79	80	7,50	118
7	0,85	80	8,75	135
7	0,90	80	10,0	151
6	0,79	100	7,50	87
1	2	3	4	5
6	0,85	100	8,75	99
6	0,90	100	10,00	110
5	0,90	150	10,00	66
5	0,95	150	11,25	73
5	0,99	150	12,50	79
3	0,90	200	10,00	35
3	0,95	200	11,25	39
3	0,99	200	12,50	43

Так как разряды при очистке литья происходят в открытых объемах (рабочих баках) на поверхность отливок, то плотность энергии участка E_y и ее воздействие на зону отливки можно определить из следующего выражения:

$$\dot{A}_o = \frac{E}{2\pi r(r+l)} \cdot \pi r^2 = \frac{E \cdot r}{2(r+l)}. \quad (5)$$

Выражая энергию ударной волны E через параметры разряда, можно записать следующие выражения для энергии эффективного действия на отливку:

$$E_y = \frac{R_0^4 \pi \rho_0 l_2}{2(\gamma-1)\pi^2 LC(r+l)} \quad (6)$$

или, используя (3):

$$\frac{R_0^4 \pi \rho_0 l_2}{2(\gamma-1)\pi^2 LC(r+l)} = k \cdot \sigma_{сж} \cdot V, \quad (7)$$

где k – коэффициент пропорциональности, определяется сложностью точного литья, имеет значения от 0,4 до 1 в зависимости от наличия внутренних полостей [3]; V – объем разрушения форм и стержня, м³.

Таким образом, полученная зависимость (7) связывает параметры разрядного контура с прочностными характеристиками форм и стержней, с объемом их разрушения и коэффициентом сложности точного литья.

Используя выражение (7), можно произвести через параметры электроразряда оценочный расчет технологических показателей электроразрядной очистки точного литья – объема разрушения от одного разряда и производительности электроразрядного устройства при заданной частоте разрядов.

Радиусы эффективного действия r ударных волн разрядов устанавливались в зависимости от величины давления волн сжатия, выраженные через параметры разряда, и прочности литейных форм по установленной эмпирической зависимости в работе [3].

$$r = \sqrt{\frac{P}{\sigma_{сж}}} \cdot 10^{-2}, \quad (8)$$

где

$$P = \frac{U^{\frac{5}{4}} \cdot C^{\frac{1}{4}}}{\left(b^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{8}} l^{\frac{3}{8}} \right)},$$

U – напряжение, кВ; b – расстояние канала разряда до разрушаемого объекта, м.

Результаты расчетов технологических параметров очистки точного литья представлены в таблице.

Таким образом, изложенная методика расчета технологических показателей радиуса и объема электроразрядного разрушения форм и стержней может использоваться для определения технологических показателей при разработке оборудования для электрогидроимпульсной очистки точного литья.

Расчеты позволяют значительно расширить возможность электроразрядной технологии, используемой на финишных операциях производства отливок, и улучшить экологическую обстановку на этих участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нагульных К.А., Рой Н.А.* Электрические разряды в воде. М., 1971.
2. Методика расчета гидродинамических и электрических характеристик канала разряда электрогидравлических установок / АН УССР. Проектно-конструкторское бюро электрогидравлики; Сост. А.Р. Ризун, В.В. Иванов О.М. Рыбка. Киев, 1982.
3. *Ризун А.Р., Цуркин В.Н.* Электроразрядное разрушение неметаллических материалов // Электронная обработка материалов. 2002. № 1. С. 83–85.

Поступила 27.01.05

Summary

The technique of determination of processing indexes of electric-discharge refinement of precision molding is given in the work. Quantitative relation of electric discharges variables with strength characteristics of casting forms and rods, radius and extent of electric-discharge destruction are presented.