

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ КОНИЧЕСКОГО ТЕЛА
В УСЛОВИЯХ ВАКУУМА

Для получения качественных отливок в ряде случаев применяют литье в условиях вакуума. Однако, как показывают эксперименты, интенсивность теплообмена зависит не только от величины давления газообразной среды, но также от формы тела [1,2]. Поэтому нами было выполнено экспериментальное исследование теплоотдачи конического тела в среде разреженного воздуха. Опыты ставились на экспериментальной установке, позволяющей регулировать давление воздуха и температуру тела.

Установка состоит из притертого стеклянного колпака, установленного на металлической плите, вакуумного насоса и контрольно-измерительных приборов. По центру колпака на подвеске укрепляется исследуемый образец — алюминиевое полированное коническое тело высотой 28 мм с размером основания $d = 20$ мм. Внутри образца был смонтирован электронагреватель, изолированный от корпуса. Температура его поверхности измерялась с помощью зачеканенных хромель-копелевых термопар и пентениметра ПП, а окружающей среды — ртутным термометром с ценой деления $0,2^{\circ}\text{C}$.

Образец питался постоянным током. Для выпрямления переменного тока и поддержания постоянного напряжения питание от электросети подавалось через стабилизатор напряжения и выпрямитель ВСА-111. Параметры тока регулировались реостатами. В цепь электронагревателя были включены амперметр и вольтметр.

Для откачки воздуха из-под колпака был использован вакуумный насос марки ВН-48 I м. Давление измерялось U-образным ртутным манометром и термометрическим вакууметром типа ВИТ-1.

Установка была смонтирована с помощью стеклянных трубок и вакуумных резиновых шлангов. Чтобы уменьшить долю лучистого теплообмена, образец изготовлялся из алюминия, а затем тщательно полировался. Показания приборов снимались при определенном давлении среды в камере после достижения стационарного теплового режима.

Обработка опытных данных производилась по следующим формулам. Количество тепла, передаваемое от поверхности образца в окружающую среду при стационарном режиме, определялось по мощности электронагревателя

$$Q = IV \quad \text{Вт.}$$

Суммарный коэффициент теплоотдачи

$$\alpha_0 = \frac{Q}{F (t_{\text{п}} - t_{\text{с}})} \quad \text{Вт/(м}^2, \text{ } ^\circ\text{C)},$$

где F - площадь теплоотдающей поверхности; $t_{\text{п}}$, $t_{\text{с}}$ - температура поверхности образца и среды соответственно.

Коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{\epsilon \sigma_0 \left[\left(\frac{T_{\text{п}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{с}}}{100} \right)^4 \right]}{T_{\text{п}} - T_{\text{с}}} \quad \text{Вт/м}^2, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Конвективная составляющая коэффициента теплоотдачи определялась как разность

$$\alpha_{\text{с}} = \alpha_0 - \alpha_{\text{л}}.$$

Выполненные эксперименты позволили установить зависимость коэффициента теплоотдачи от давления среды и температуры поверхности образца. Анализ графической зависимости (рис. 1) показывает, что с уменьшением давления среды суммарный коэффициент теплоотдачи уменьшается. В интервале давлений от атмосферного до 50 - 100 мм рт. ст. величина α_0 снижается незначительно и только в области молекулярного течения резко уменьшается. Здесь, благодаря малой плотности газа, число очек соприкосновения среды с поверхностью становится значительно меньше и поэтому конвективная составляющая утрачивает свое значение. Кстати, отмеченный характер зависимости хорошо согласуется с литературными данными для образцов другой формы, а также для случая теплообмена, осложненного массообменом [3].

Коэффициент теплоотдачи излучением остается при этом неизменным, так как все факторы, которыми он определяется (род материала, состояние поверхности и температура) в данной серии опытов оставались постоянными.

При глубоком разрежении конвективная составляющая $\alpha_{\text{с}}$ имеет незначительную величину и основная доля тепла передается излучением. Поэтому в данных условиях следует обращать особое внимание на состояние теплоотдающей поверхности, ее обработку.

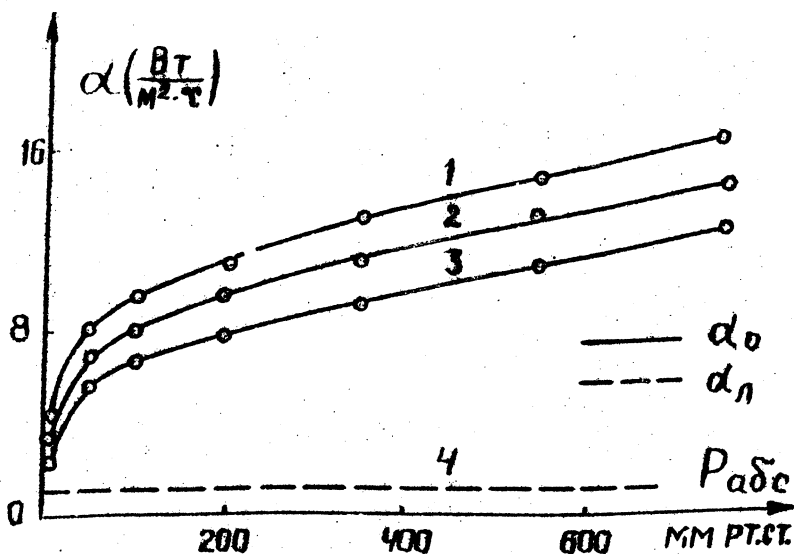


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплоотдачи от давления воздуха: 1 - при $t_{II} = 250^\circ C$; 2 - при $t_{II} = 180^\circ C$; 3 - при $t_{II} = 100^\circ C$; 4 - при $t_{II} = 250^\circ C$.

Температура теплоотдающей поверхности также значительно влияет на величину α_o . Как видно из рис. 1, с повышением температуры t_{II} суммарный коэффициент теплоотдачи существенно увеличивается. Причем такая зависимость наблюдается при различных давлениях среды.

Таким образом, проведенные эксперименты позволили определить значения коэффициента теплоотдачи для конического тела в условиях пониженного давления при различных температурах тела. Полученные данные могут быть использованы при расчете систем (в том числе и в литейной практике), в которых происходит теплообмен между телом и разреженным воздухом.

Л и т е р а т у р а

1. Несенчук А.П. Конвективный теплообмен в вакууме. В

сб. "Проблемы теплообмена при литье", Минск, БПИ, 1960.
2. Новиков П.А., Соловьев В.А. Исследование теплообмена сферы при естественной конвекции в разреженной газовой среде. В сб. "Общие вопросы тепло- и массообмена". Минск, "Наука и техника", 1966. 3. Лыков А.В., Теория сушки. М., "Энергия", 1968.

Д.Н. Худокормов, Е.И. Шитов,
А.Г. Слуцкий, М.М. Бондарев

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИЗНОСА ЧИСТЫХ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

В качестве объекта исследования был выбран чистый сплав Fe-C. Изменение содержания углерода дало возможность получить материалы с различной металлической матрицей. Испытание на износ проводили в условиях сухого трения скольжения на машине типа МТ-2. Контртелом служил диск, изготовленный из стали 45 с твердостью 62 HRC. Температуру поверхности трения измеряли методом естественной термомарки чугуна-сталь 45. Для выяснения роли окисных пленок испытания на износ проводили в окислительной и нейтральной атмосферах. Износ оценивали на образцах диаметром 10 мм при длине пройденного пути 1000 м.

Опыты показали, что увеличение содержания углерода приводит к значительному повышению величины износа при различных скоростях относительного движения пары трения (рис. 1). Это объясняется изменением структуры сплава с добавками углерода. В низкоуглеродистом сплаве перлитная металлическая матрица с мелкими включениями вторичного цементита и пластинчатого графита оказывает значительное сопротивление пластической деформации поверхности. Увеличение скорости скольжения до 1,5 м/сек несколько повышает износ материала. Продукты износа при скорости скольжения 0,5 м/сек представляют коричнево-красный порошок Fe_2O_3 . При скорости скольжения 1,5 м/сек процесс трения сопровождается более активным адгезионным взаимодействием контактирующих поверхностей. Прочность адгезионного чугуна меньше, чем у адгезионного чугуна, образовавшегося на поверхности контртела. Поэтому происходит перенос материала образца на контртело. При скорости скольжения более 1,5 м/сек продолжается