

Здесь:

$St$  — критерий Стентона (критерий сложного теплообмена);

$Bo$  — критерий Больцмана (критерий радиационного обмена);

$\frac{\alpha_{\text{конв}}}{\sigma_0 T_1^3}$  — критерий конвективного теплообмена;

$\frac{q_{\text{кл}}}{\sigma_0 T_1^4}$  — критерий, учитывающий потери тепла установкой в окружающую среду

Учитывая, что для широкого диапазона изменения нагрузки печного объема критерий Стентона практически не изменяется и в каждом конкретном случае зависит только от температурного уровня процесса, можно записать:

$$\alpha_{\text{сл}} = w_r \cdot \rho \cdot c_p \cdot f\left(Bo; \frac{\alpha_{\text{конв}}}{\sigma_0 T_1^3}; \frac{q_{\text{кл}}}{\sigma_0 T_1^4}\right) = w_r \cdot \rho \cdot c_p \cdot St \quad (3)$$

Уравнение (3) позволяет, на основании опытных данных, рассчитать суммарный тепловой поток, воспринимаемый поверхностью шихты и стекломассы, а также выявить зависимость коэффициента сложного теплообмена  $\alpha_{\text{сл}}$  от условий радиационного и конвективного переносов теплоты и от общей гидродинамической обстановки процесса.

---

В. И. БЕЛЯЕВ, В. Н. КОВАЛЕВСКИЙ, П. И. СКОКОВ

### К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПОДТВЕРЖДЕНИИ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ДИСПЕРСИЕЙ МИКРОНАПРЯЖЕНИЙ И СКОРОСТЬЮ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Для объяснения экспериментального факта повышения прочностных характеристик при увеличении скорости деформирования, а также для объяснения масштабного эффекта авторами [1, 2] была предложена гипотеза о зависимости между дисперсией микронапряжений и скоростью деформации в следующем виде:

$$D\sigma = A e^{-\gamma v} = \alpha^2.$$

Здесь  $\alpha^2$  — дисперсия напряжений;

$v$  — скорость деформирования;

$A, \gamma$  — постоянные коэффициенты.

Основной трудностью экспериментального подтверждения приведенной зависимости является то, что в настоящее время еще нет прямого метода определения действующих микронапряжений в поперечном сечении образца. Поэтому для подтверждения зависимости был использован косвенный метод.

Мы исходили из предположения, что между действующими микронапряжениями и упрочнением отдельных зерен в сечении образца существует соответствие, причем, такое, что большему действующему микронапряжению соответствует большее упрочнение. Поэтому определение дисперсии действующих напряжений II рода можно свести к определению дисперсии микротвердости в поперечном сечении образца.

Нами была поставлена цель определить рассеяние значений микротвердости в поперечном сечении образца в зависимости от скорости деформирования. Микротвердость измерялась прибором ПМТ-3. Достоверность получаемых результатов зависит прежде всего от точности определения отдельного значения микротвердости. На точность определения величины микротвердости влияют три основных фактора:

1. Точность прибора ПМТ-3;
2. Точность измерения диагонали отпечатка;
3. Способ подготовки шлифа к измерению.

По имеющимся данным [3, 4], ошибка, определяемая первыми двумя факторами, не превышает 5%.

Для исключения ошибки, определяемой третьим фактором, подготовка образцов для измерения микротвердости состояла в следующем:

1. Вырезания вручную, без нагрева в необходимом месте из испытанных образцов.
2. Снятия наклепанного слоя вручную на трех номерах шлифовальной бумаги.
3. Полировки на сукне с охлаждением водой.

Такая подготовка поверхности шлифа не вносит существенных искажений в распределение микронапряжений. В этом мы убедились после специальной проверки использованном рентгеновской установке УРС-50И.

Величина нагрузки при исследованиях должна быть такой, чтобы, с одной стороны, деформация под отпечатком не захватывала большого объема металла, так как в противном случае будет получаться усредненное значение микротвердости, и, с другой стороны, диагональ отпечатка должна иметь достаточную величину (30—60 *мкм* [3, 4] для обеспечения удовлетворительной точности измерения.

Предварительные эксперименты показали, что оптимальной величиной нагрузки является нагрузка в 20 г., которая и была принята в качестве рабочей.

Исследование проводилось на алюминиевых образцах диаметром 6 мм, испытанных с тремя различными скоростями деформирования:

- 1) после статистических испытаний,  $v=0,002$  м/сек,
- 2) после испытаний на пороховой установке  $v=2,3$  м/сек,
- 3) после испытаний на установке с использованнем бризантных взрывчатых веществ  $v=120$  м/сек.

Образцы для исследований были вырезаны в местах с равномерной и приблизительно равной деформацией.

После указанной выше подготовки шлифа производились измерения микротвердости в точках через 0,25 мм, т. е. на одном шлифе производилось 350÷390 отпечатков. Такое количество измерений дало возможность построить частотные кривые в координатах: по оси абсцисс — величина диагонали отпечатка в делениях шкалы прибора ПМТ-3, по оси ординат—количество отпечатков (частота).

За меру рассеяния значений микротвердости принималась ширина кривой, которая определялась

$$B = \frac{N}{n}, \text{ где}$$

$N$  — количество измерений,

$n$  — максимальная ордината кривой.

Контрольные образцы, не подвергавшиеся испытаниям, дали среднее значение рассеяния  $B_0=5,3$ .

Среднее значение ширины кривых для образцов после статической деформации, а также деформации со скоростями  $v=2,3$  м/сек и  $v=120$  м/сек составило соответственно  $B_{ст}=8,7$ ;  $B_{2,3}=8,0$ ;  $B_{120}=6,4$ .

Таким образом, дисперсия распределения микротвердости в поперечном сечении образцов, испытанных с различными скоростями деформирования, уменьшается с увеличением скорости. Из этого можно сделать вывод о том, что качественно такой же характер имеет зависимость дисперсии действующих микронапряжений с увеличением скорости испытаний.

#### Литература

1. Скоков П. И., Беляев В. И. Изв. АН БССР, сер. физ.-технич. наук, № 1, 62, 1966.
2. Ковалевский В. Н., Беляев В. И. Сб. науч. трудов № 2 «Машиностроение и металлообработка», Минск, 1968.
3. Труды совещания по микротвердости АН СССР, 1968.
4. Лозинский М. Г., Миротворский В. С. ФММ, т. 14, вып. 6, 1962.