

## АКТИВНЫЙ И ПАССИВНЫЙ МЕТОД ПРИ ПРОВЕРКЕ СООТВЕТСТВИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

Яковлев А.А.

Белорусский национальный технический университет

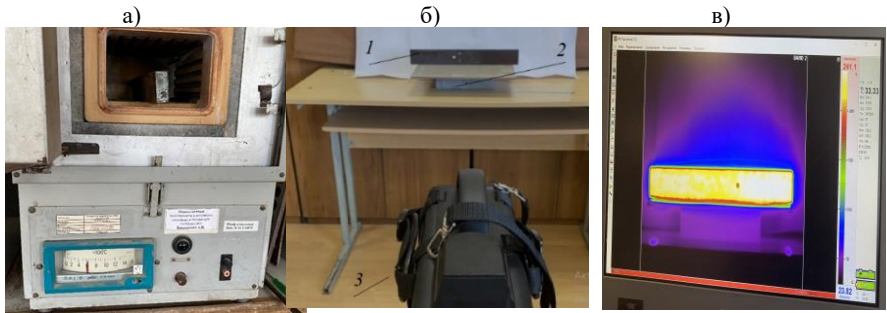
**Активный метод.** Нагрев образцов производился в муфельной печи. Далее образец укладывался на теплоизолирующую подставку и в режиме естественного охлаждения выполнялось термофильмирование исследуемой поверхности.

Вид образца на этой стадии исследования показан на рисунке 1. На рисунках 2, 3 приведены данные температурных полей обеих сторон исследуемых образцов. На рисунке 2 отображено поле температур образца со стороны засверленных отверстий, а на рисунке 3 – с обратной стороны. Из рисунка 2 видно, что радиационные температуры зависят от диаметра засверливания. Из графиков рисунка 3б видно, что температура на не засверленной стороне образца понижается напротив отверстий.

При более высокой начальной температуре металла образца в интервале 100 °С-250 °С можно выбрать интервал с более высокой контрастностью в зонах температурных аномалий.

С учетом рисунков 4, 5 и по данным термограмм рисунков 3 – 5 можно рассчитать градиенты характерных аномалий температурного поля исследуемых поверхностей образцов.

Графики зависимости градиентов температурного поля (при активном методе) в зонах аномалий от  $h$ ,  $d$  приведены на рисунках 5, 6. Из сопоставления графиков с соответствующими термограммами вытекает, что при активном методе исследования уверенно выявлять дефекты в металле можно при  $h \leq 5$  мм или при  $d \geq 4$  мм. При большей величине  $h$  (или меньшей –  $d$ ) измеряемые величины  $\Delta t$  сопоставимы с внешними помехами.



1 – образец; 2 – теплоизолирующая подставка; 3 – ИРТИС-2000СН

Рис. 1. Нагрев контрольного образца в муфельной печи: (а) его термофильмирование в режиме охлаждения (б) и фото текущего термокадра на экране (в)

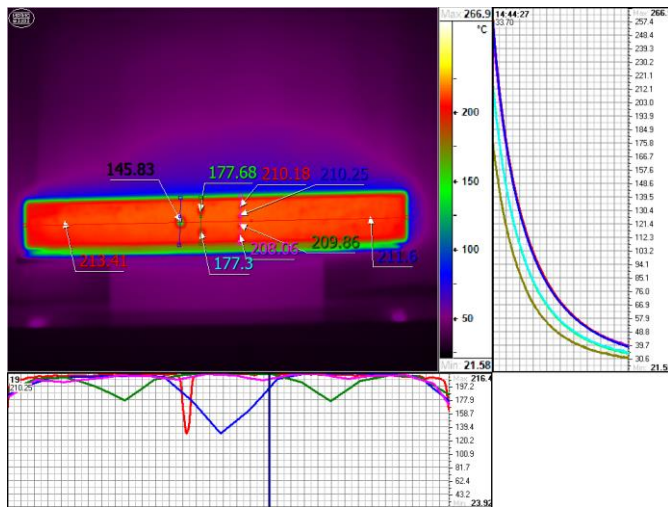


Рис. 2. Термограмма (кадр 1) температурного поля (а) образца 3 со стороны отверстий и графики изменения температур поверхности по выделенным линиям (б) и точкам за время испытания образца (в)

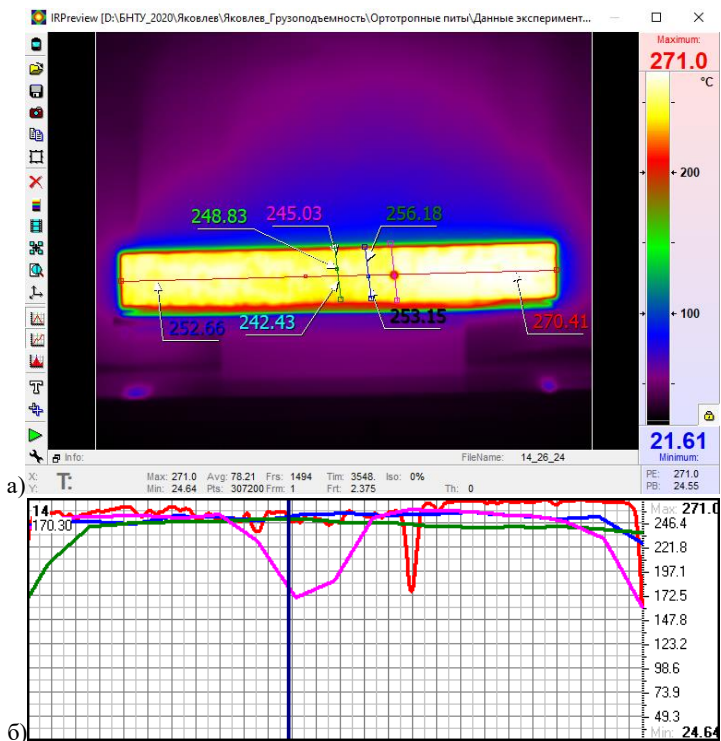


Рис. 3. Термограмма (кадр 1) температурного поля (а) образца 3 на не засверленной стороне и графики изменения температур поверхности по выделенным линиям (б)

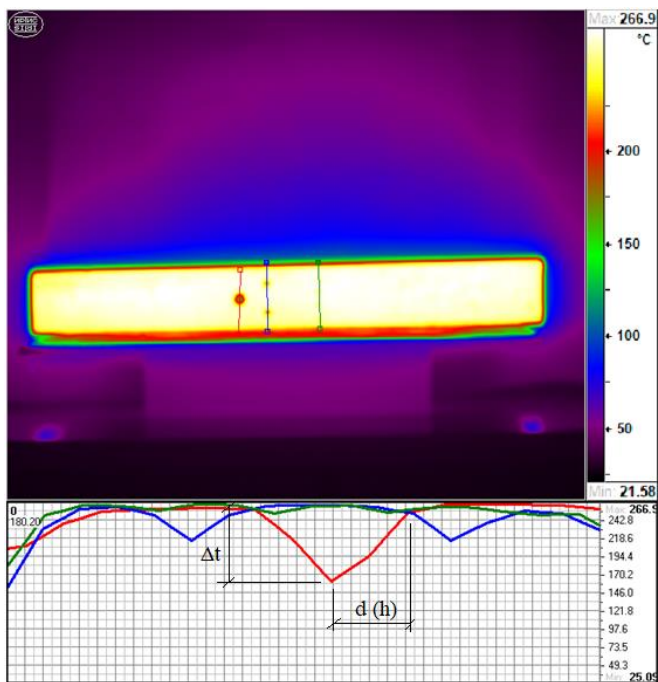


Рис. 4. Градиент температур

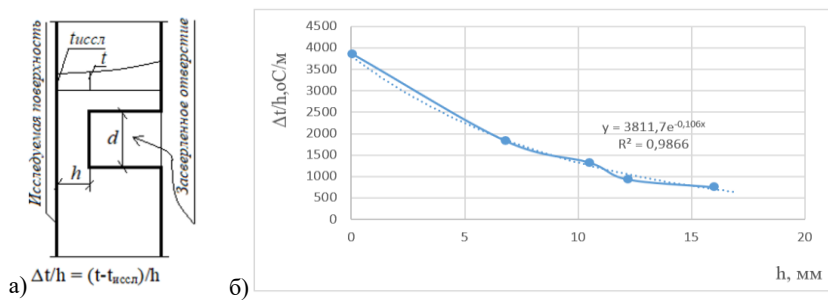


Рис. 5. Изменение перепада температур  $\Delta t/h$  при остывании образца с ростом  $h$

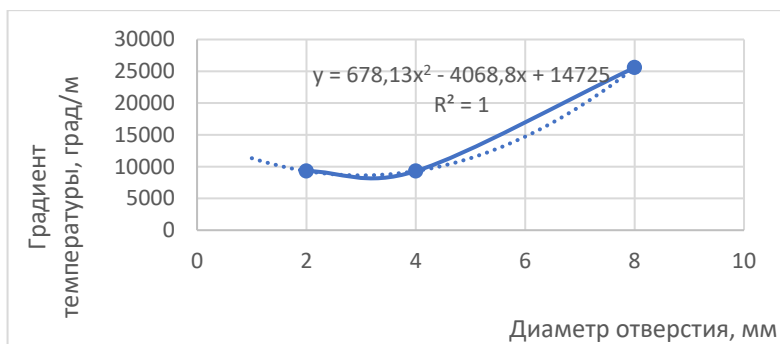


Рис. 6. Изменение градиента температуры в зависимости от диаметра отверстия

**Пассивный метод.** Пассивное теплообразование контрольного образца происходило за счет деформационного нагрева в процессе растяжения образца. Вид такого образца после разрушения показан на рисунке 7.



Рис. 7. Вид контрольного образца после разрушения

Образцы испытывались при двух уровнях начальных температур стали: при «комнатной» и охлажденными до минус 40 °С. Поверхность охлажденного образца при установке в машину покрывалась инеем, который частично подтаявшим сохранялся и после разрушения (рисунок 8). При этом таяние инея выделяло контуры поверхностей с положительными температурами.

Из графика температур по выделенной линии (рисунок 9) и графика градиентов (рисунок 10) следует, что в образце при пассивном тепловом методе исследования можно уверенно выявлять

внутренние дефекты диаметром более 6 – 8 мм, расположенные от исследуемой поверхности на расстоянии  $h \leq 6$  мм.



Рис. 8. Вид охлажденного образца до начала испытаний

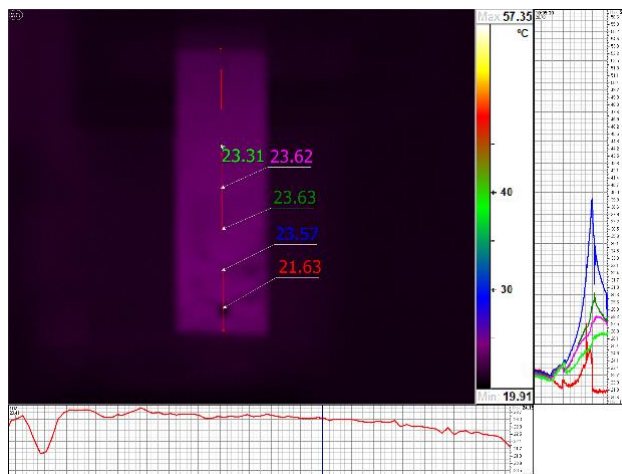


Рис. 9. Термограмма образца 5 (кадр 134) и распределение температур вдоль выделенной линии (график снизу) и выделенных точек (график справа)

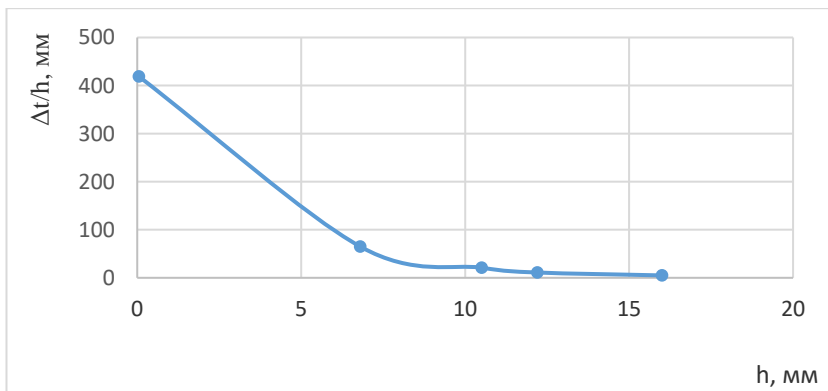


Рис. 10. Изменение  $\Delta t/h$  при растяжении образца 1 с увеличением  $h$

### Выводы

Рассмотрены конструкции стандартных образцов для тепловых пассивных исследований. Численно проанализировано их напряженно-деформированное состояние и выявлены форма и размеры области материала у основания искусственных дефектов в образцах, которая является сосредоточенным деформационным источником тепла.

Выполнен анализ изменения температуры диагностируемой поверхности образцов при использовании активного и пассивного тепловых методов.

Установлено, что при активном тепловом исследовании образцов можно выявлять искусственные дефекты (засверленные отверстия) и их параметры приборами инфракрасной термографии. При использовании деформационного тепла в образце при пассивном тепловом методе исследования можно уверенно выявлять внутренние дефекты диаметром более 6–8 мм, расположенные от исследуемой поверхности на расстоянии  $h \leq 6$  мм. При активном методе исследования уверенно выявлять дефекты в металле можно при  $h \leq 5$  мм или при  $d \geq 4$  мм. При большей величине  $h$  (или меньшей  $d$ ) измеряемые величины  $\Delta t$  сопоставимы с внешними помехами.