

Исследование механических свойств жаропрочных сталей при интенсивном термосиловом нагружении

Выполнил: студ. гр. 2-33м

Воробьев М.А.

Руководитель: к.т.н., ст. преп.

Пирогов Д.А.

Ползучесть - изменение во времени напряжений и деформаций при постоянной нагрузке.

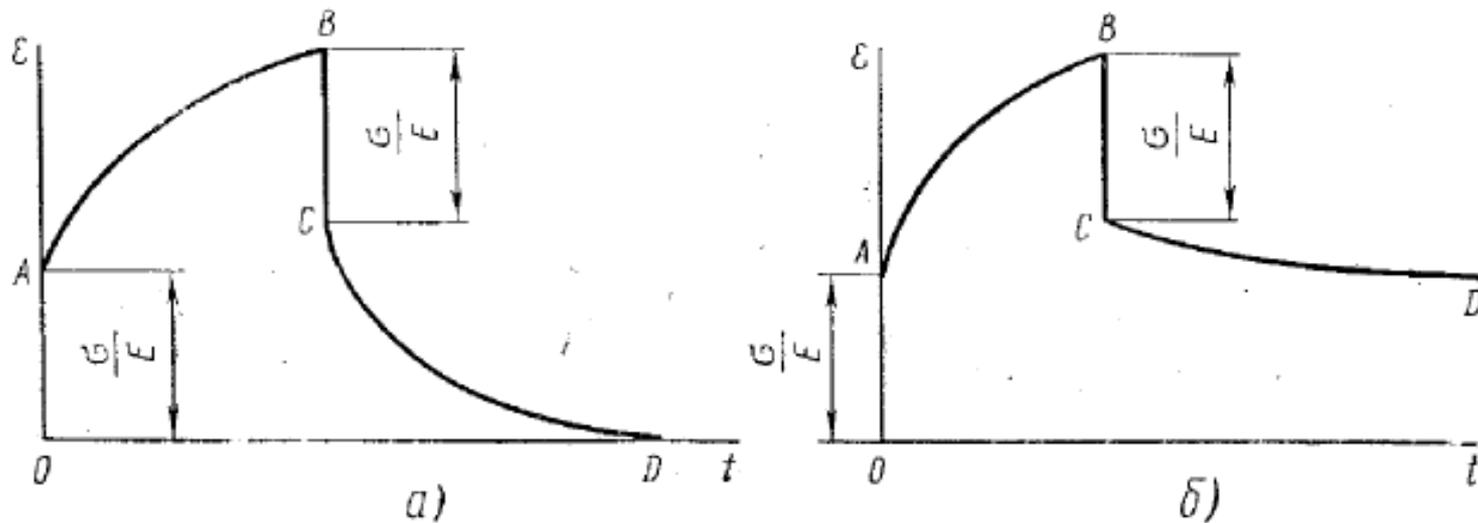


Рис. 1. Графики, иллюстрирующие явление упругой (а) и пластической (б) ползучести

Особенностью расчетов на ползучесть является учет фактора времени

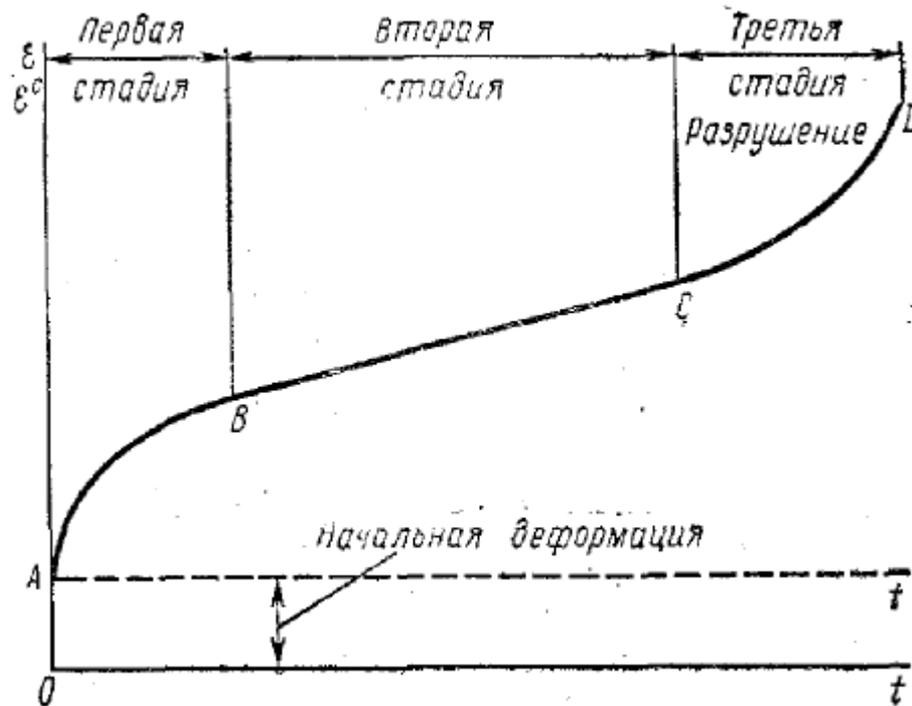


Рис. 2. Кривая ползучести

Эксперимент №1. Испытание образца из стали ВНС-2 при температуре 450⁰С на кратковременную прочность

$a_0 = 20$ мм – начальная ширина образца

$b_0 = 2$ мм – начальная толщина образца

$F_0 = 40$ мм² – начальная площадь поперечного сечения

$F_k = 19.5$ мм² – площадь поперечного сечения после разрыва

$l_0 = 45$ мм – начальная расчетная базовая длина (расстояние между кернами)

$l_k = 47$ мм – конечная базовая длина

$P_{\max} = 33.95$ кН – максимальная нагрузка

$\sigma_B = P_{\max}/F_0 = 843.4$ МПа – временное сопротивление

$E = 1.4 \cdot 10^9$ Па – модуль упругости

$\delta = (l_k - l_0)/l_0 \cdot 100\% = 4.4$ % - относительное удлинение после разрыва

$\psi = (F_0 - F_k)/F_0 \cdot 100\% = 51$ % - относительное сужение образца

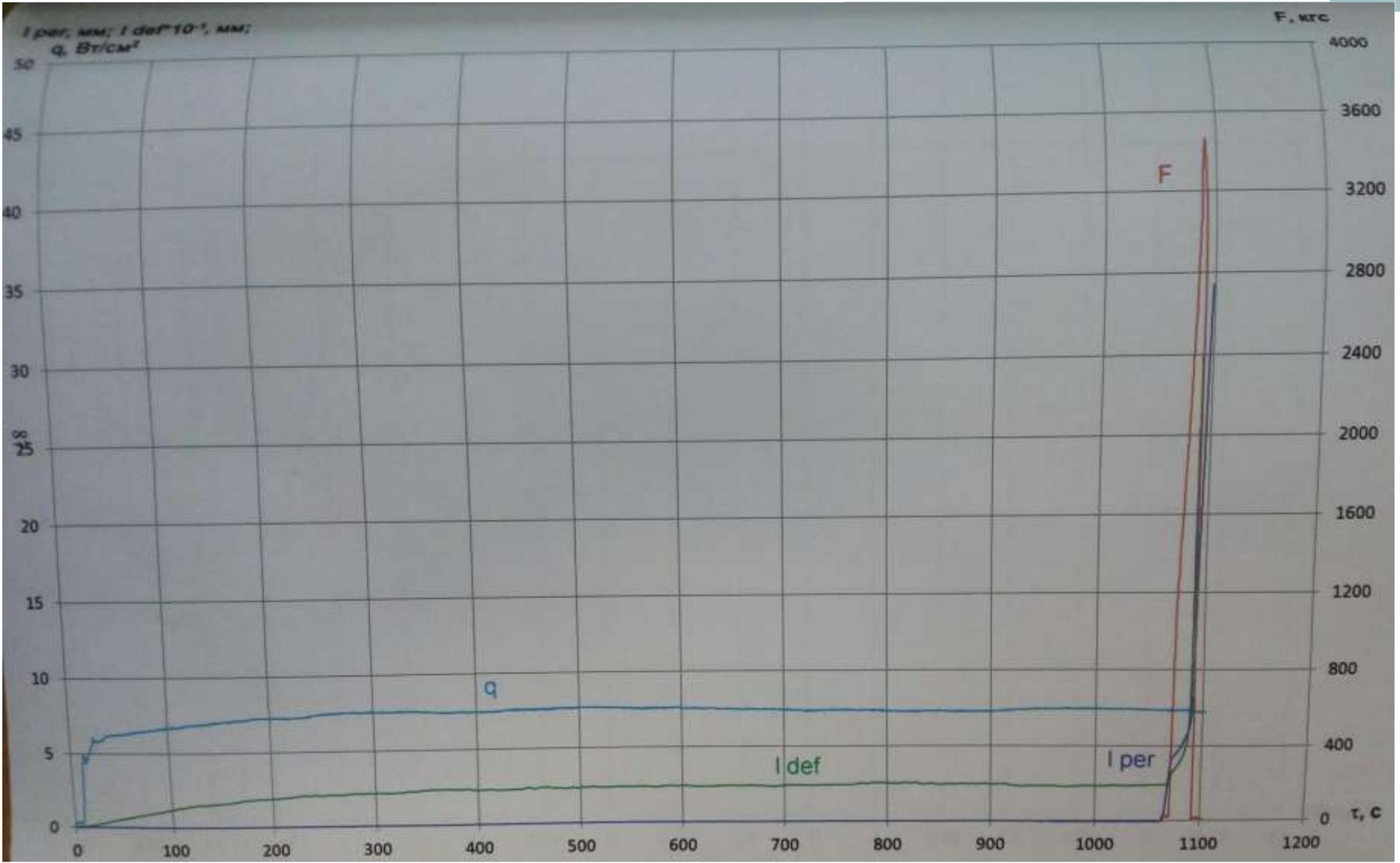


Рис. 3. Зависимость изменения нагрузки, теплового потока и деформации



Рис. 4. Зависимость $\sigma = f(\epsilon)$



Рис. 5. Фотография разрушенного образца

Эксперимент №2. Испытание образца из стали ВНС-2 при температуре 450⁰С в условиях ползучести и определение предела прочности

$a_0 = 20$ мм – начальная ширина образца

$b_0 = 2$ мм – начальная толщина образца

$F_0 = 20.9$ мм² – начальная площадь поперечного сечения

$F_k = 17.1$ мм² – площадь поперечного сечения после разрыва

$l_0 = 45$ мм – начальная расчетная базовая длина (расстояние между кернами)

$l_k = 48$ мм – конечная базовая длина

$P_0 = 23.43$ кН – расчетное усилие

$\sigma_0 = P_0/F_0 = 568.8$ МПа – расчетная нагрузка

$E = 1.35 \cdot 10^9$ Па – модуль упругости

$P_{\max} = 32.54$ кН – максимальная нагрузка

$\sigma_b = P_{\max}/F_0 = 814$ МПа – временное сопротивление

$\delta = (l_k - l_0)/l_0 \cdot 100\% = 6.7$ % - относительное удлинение после разрыва

$\psi = (F_0 - F_k)/F_0 \cdot 100\% = 47.8$ % - относительное сужение образца

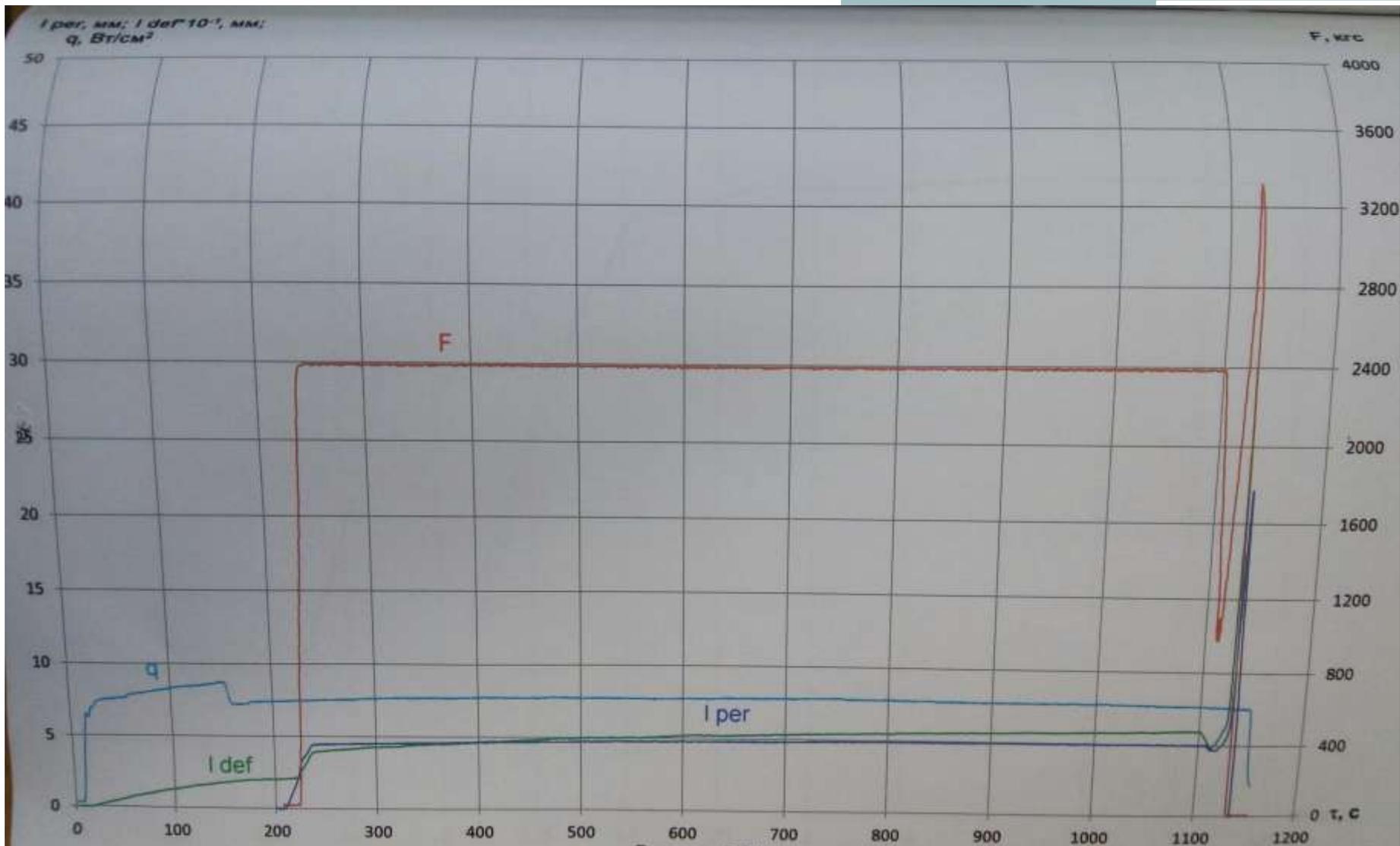


Рис. 6. Зависимость изменения нагрузки, теплового потока и деформации

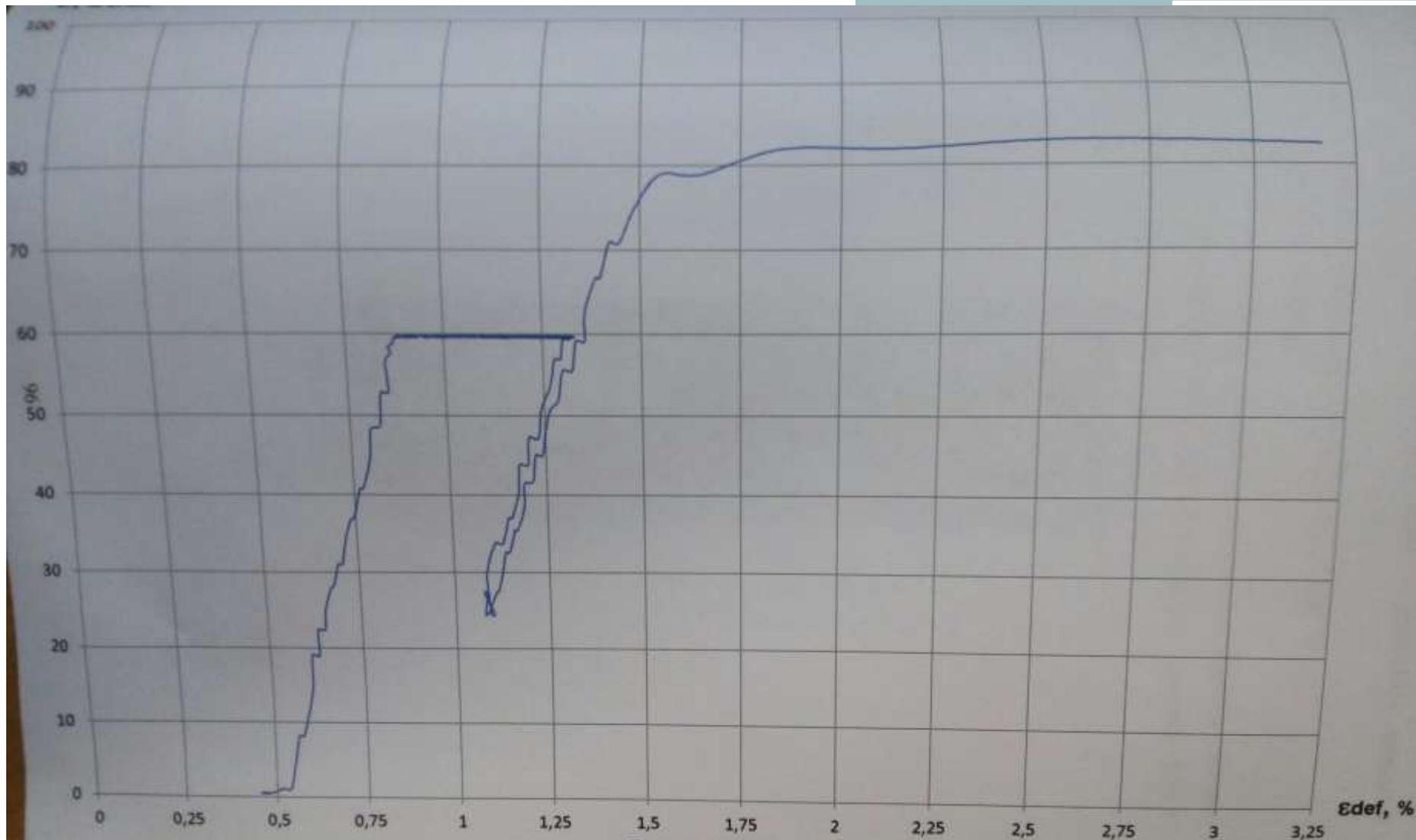


Рис. 7. Зависимость $\sigma = f(\epsilon)$

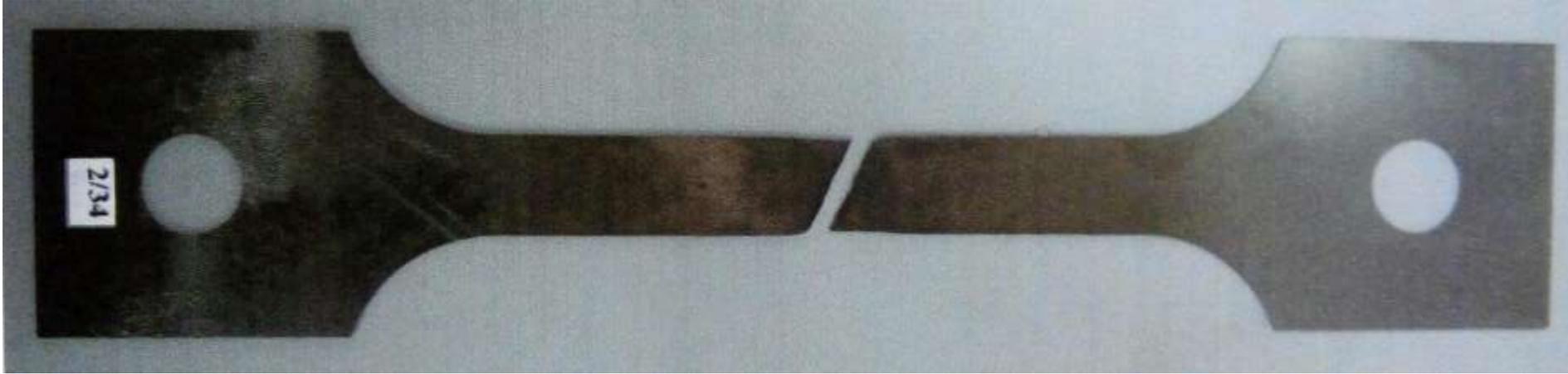


Рис. 8. Фотография разрушенного образца

Выводы

- Для стали ВНС-2 при температуре 450°C предел прочности в условиях ползучести за 15 минут снижается на 34-52 МПа.
- Полученные характеристики позволяют провести расчет на прочность конструкции из данной стали с учетом ползучести. В дальнейшем такой расчет будет произведен для одного из отсеков ракеты.