

УДК 624.014.059.4

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЕЙ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ИСПЫТАНИЯМИ НА СЖАТИЕ

А.Н. ШЕШУКОВ
(ОАО «Нафтан», Новополоцк)

Дается оценка применимости микромеханических испытаний на сжатие при проведении диагностики строительных металлоконструкций. Показано, что для строительных сталей значения предела текучести при испытании микрообразцов и испытаний на растяжение по ГОСТ 1497-84 хорошо согласуются.

Введение. Одной из важнейших задач, при проведении диагностики строительных металлоконструкций, является задача оценки механических характеристик стали. По способу проведения необходимых исследований и испытаний применяемые методы могут быть отнесены к двум основным группам:

- 1) разрушающие методы - связанные с отбором образцов, например испытания в соответствии с ГОСТ 149-84;
- 2) неразрушающие методы - когда все измерения производятся непосредственно на объекте, без значительного повреждения его элементов.

В первом случае получаемые характеристики имеют конкретный физический смысл, а результаты испытаний могут непосредственно использоваться в прочностных расчетах. Во втором случае производится косвенная оценка механических свойств, а для получения расчетных величин используют корреляционные зависимости [1, 2]. Такие зависимости справедливы в пределах определенных групп сталей, на настоящий момент не существует универсальных зависимостей. Поэтому неразрушающие методы не всегда могут обеспечить требуемую точность. Для строительных конструкций оптимальным будет применение «промежуточных» методов, т.е. отбор микропроб и испытание на малых образцах [3,4].

Цель работы. Для экспериментального подтверждения возможности использовать для оценки механических свойств элементов металлоконструкций микромеханические испытания необходимо выяснить:

- влияние масштабного фактора на результаты испытаний;
- влияние различного рода термической обработки образцов на разброс результатов.

Материалы и методы исследования. В качестве материала для исследования были выбраны стали ВстЗкп, ВстЗсп, 09Г2С как наиболее используемые для производства строительных конструкций. Все образцы исследовались в состоянии поставки. Из стали ВстЗсп дополнительно были изготовлены образцы для проведения термообработки по ниже описанным режимам. Стандартные испытания проводились в соответствии с ГОСТ 1497-84. Использовались образцы прямоугольной формы размерами 5x10x220 мм. Для микромеханических испытаний на сжатие использовались призматические образцы квадратного сечения со стороной 3 мм и высотой 5 мм. Микрообразцы изготавливались из заготовок для стандартных образцов после проведения термообработки.

Для испытаний микрообразцов была разработана специализированная программа, по которой производилось вычисление предела пропорциональности ($\sigma_{пр}$), предела текучести (σ_T или $\sigma_{0,2}$). Алгоритм работы программы описан в работе [5].

Режимы термообработки образцов стали ВстЗсп:

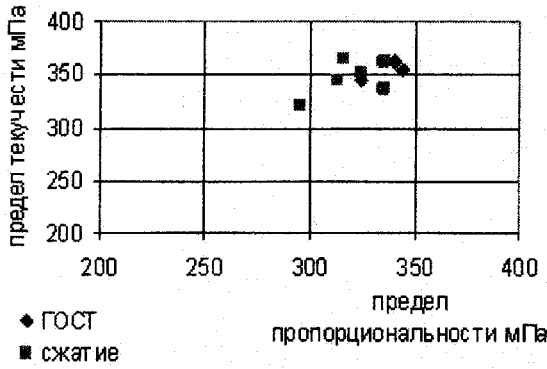
Партия 1, состоящая из 4 образцов, подвергалась операции «нормализация» (или нормализационный отжиг) по режиму: нагрев до 850 °С с выдержкой 5 минут с последующим медленным охлаждением на воздухе.

Партия 2, также состоящая из 4 образцов, была подвергнута операции «закалка» нагрев до температуры 850 °С с быстрым охлаждением в воде.

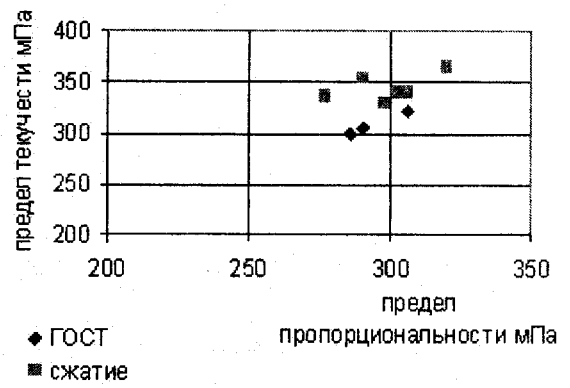
Партия 3 с целью повышения однородности структуры и устранения наклепа подвергалась операции отжига путем нагревания образца до 850 °С с медленным охлаждением в печи.

Результаты испытаний. По результатам испытаний построены графики в осях предел текучести – предел пропорциональности (рис. 1). В таблице приводятся усредненные значения σ_T и $\sigma_{пр}$ и их отклонения в процентах.

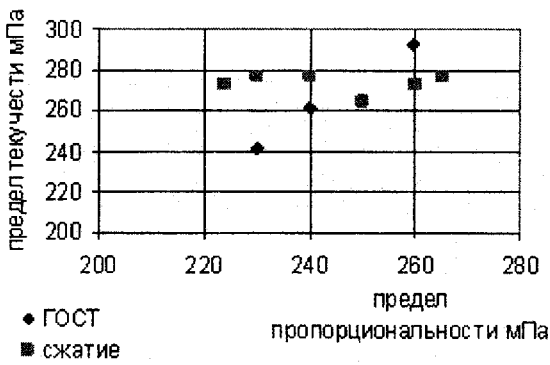
Наибольшее отклонение пределов текучести от средних значений получено у нормализованных образцов из стали ВстЗсп – 10,2 %. По пределу пропорциональности у «закаленных» образцов – 8,5 %. Наименьший разброс значений σ_T и $\sigma_{пр}$ наблюдается у всех испытанных марок сталей в состоянии поставки.



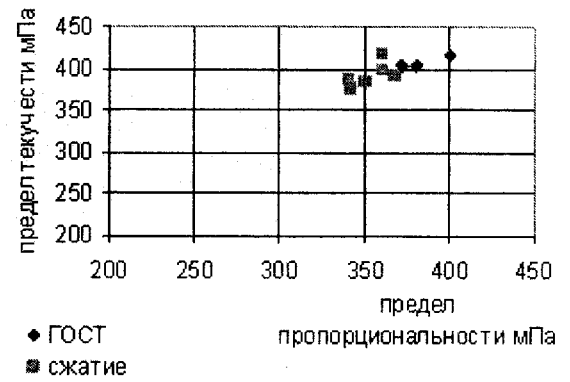
а)



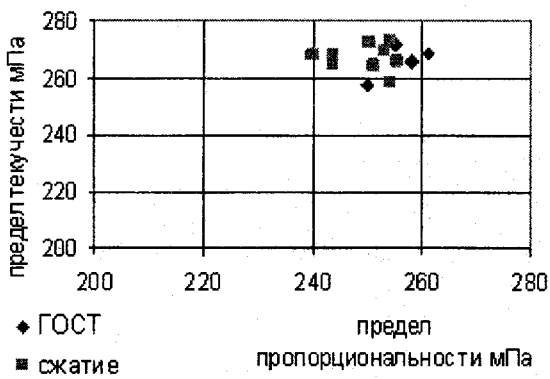
б)



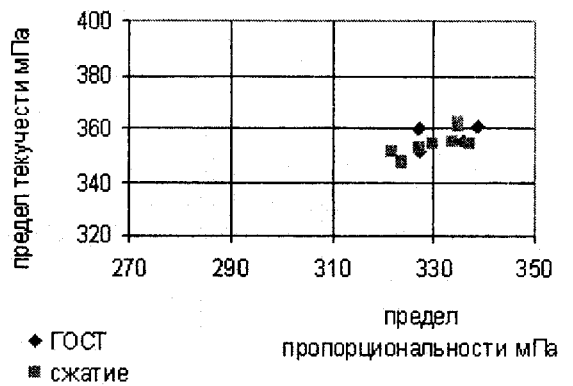
в)



г)



д)



е)

Рис. 1. Расхождение пределов текучести и пределов пропорциональности, полученных стандартными и микромеханическими испытаниями:
 а - сталь ВстЗеп в состоянии поставки; б - сталь ВстЗеп - партия 1 «нормализация»;
 в - сталь ВстЗеп - партия 3 «отжиг»; г - сталь ВстЗеп - партия 2 «закалка»;
 д - сталь ВстЗкп в состоянии поставки; е - сталь 09Г2С в состоянии поставки

Усредненные значения механических характеристик

| Состояние материала | Испытания по ГОСТ 1497-84 | | Испытания микрообразцов | | Отклонение средних значений, % | |
|---------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| | Предел пропорциональности | Предел текучесть | Предел пропорциональности | Предел текучесть | Предел пропорциональности | Предел текучесть |
| ВстЗсп | | | | | | |
| Поставка | 336 | 354 | 320 | 347 | -5 | -2,0 |
| Нормализация | 294 | 309 | 299 | 344 | 1,7 | 10,2 |
| Отжиг | 243 | 265 | 245 | 274 | 0,8 | 3,3 |
| Закалка | 384 | 409 | 354 | 392 | -8,5 | -4,3 |
| ВстЗкп | | | | | | |
| Поставка | 332 | 356 | 330 | 354 | -0,6 | -5,6 |
| 09Г2С | | | | | | |
| Поставка | 256 | 266 | 249 | 267 | -2,8 | 0,4 |

Выводы. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о хорошей сходимости результатов определения механических характеристик на микрообразцах с результатами испытаний по ГОСТ 1497-84. Масштабный эффект не выявлен. Однако результаты испытаний микрообъемов металла имеют больший разброс значений по пределу текучести и пределу пропорциональности. Это связано со структурной неоднородностью материала. Испытание стандартных образцов дает более интегральную оценку деформативных характеристик материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марковец М.П. Определение механических свойств по твердости. -М.: Машиностроение, 1979. - 191 с.
2. Матюнин М.Ф. Деформационные характеристики и константы материалов при ступенчатом и непрерывном вдавлении индентора // Заводская лаборатория. - 1992. - № 1. - С. 56 - 58.
3. Шешуков А.Н. О методике испытаний миниатюрных образцов // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. науч. тр. / Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. - Мн.: Технопринт; Новополоцк: ПТУ, 2001. - 736 с.
4. Шешуков А.Н., Чумаков Н.А. Отбор проб металла из конструкций мостовых кранов // Промышленная безопасность. - 1999. - № 9. - С. 9.
5. Шешуков А.Н., Кунцевич А.А. Обработка результатов механических испытаний // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: Сб. тр. / Под ред. Д.Н. Лазовского - Мн.: Технопринт, 2001. - 431 с.