

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE AFFECTING DURABILITY AND DEFORMABILITY OF GAGGERS

*Д.т.н., проф. **Голоднов А.И.** (ООО «Укринсталькон им. В.Н.Шимановского»), к.т.н., доц. **Отрош Ю.А.** (Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля, г. Черкассы), инж. **Ткачук И.А.** (испытательный центр ООО «ТЕСТ»), г. Бровары Киевской обл.), инж. **Семиног Н.Н.** (Броварское управление ГУ МЧС Украины в Киевской обл.)*

*Dr. Professor **Golodnov A.I.** (LTD V. Shimanovsky Ukrsteelconstruction, Kyiv, candidate of engineering sciences, associate professor **Otrosh Y.A.** (Academy of Fire Safety named after Chernobyl Heroes, Cherkassy), eng. **Tkachuk I.A.** (proof - of - concept center LTD «TEST» Brovarys of the Kyiv region), eng. **Seminog N.N.** (Brovary management of MA MES of Ukraine)*

Аннотация. Изложены методические подходы к определению прочности арматурных стержней при нагреве до разных температур. Приведены результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: арматура, нагрев, испытания на разрыв, прочность.

Анотація. Викладено методичні підходи до визначення міцності арматурних стержнів при нагріві до різних температур. Приведені результати експериментальних досліджень.

Ключові слова : арматура, нагрів, випробування на розрив, міцність.

Annotation. The methodical going is expounded near determination of durability of re-barss at heating to the different temperatures. Results over of experimental researches are brought.

Keywords: armature, heating, tests on a break, durability.

Введение. Постановка проблемы. На несущую способность и деформативность строительных конструкций, находящихся в условиях пожара, влияют физико-механические свойства материала конструкций, которые изменяются в зависимости от температуры

нагрева. В частности, такие свойства определяются пределом прочности (R) и модулем упругости (E) материала, из которого выполнены конструкции.

При изменении температуры от 20 °С до 200...300 °С предел прочности некоторых марок сталей и бетона увеличивается: в первом случае за счет снижения технологических напряжений, а во втором – за счет уменьшения свободной влаги в порах бетона.

Увеличение температуры материала способствует снижению его модуля упругости, что приводит к увеличению деформативности конструкции.

Важное значение для анализа поведения конструкций в условиях пожара имеет характер их деформации. Температурное расширение бетона в основном зависит от температурных деформаций его заполнителей. Величина температурных деформаций у тяжелых бетонов на гранитном щебне в два раза больше температурных деформаций легких бетонов на заполнителе в виде керамзита.

Деформации температурного расширения арматурных сталей растут с ростом температуры до 700 °С.

Относительно стальных конструкций, а также стальной арматуры в железобетонных конструкциях, значение общей деформации при пожаре зависит от деформации температурного расширения, изменения модуля упругости, а также деформации ползучести. Под понятием «температурная ползучесть» подразумевается изменение деформаций во времени при постоянных значениях температуры и действующей нагрузки. Основными факторами, влияющими на величину и скорость ползучести, являются величины напряжений, температура, а также длительность их действия. Из этих факторов основным остается уровень напряжений, что влияет на скорость ползучести при определенной температуре. С увеличением величины напряжений скорость температурной ползучести возрастает.

Цель настоящих исследований – выявление особенностей работы и изменения характеристик прочности стальной арматуры при температурных воздействиях.

Основная часть. Для получения экспериментальных данных, свидетельствующих о характере деформирования и разрушения стальной арматуры под воздействием высоких температур, были проведены исследования образцов арматурной стали разных классов (A240, A400, A500, A600) по ДСТУ 3760:2006 [1]. Образцы, изготовленные из одного прута арматурной стали, имели одинаковую маркировку.

Программой испытаний предусматривалось:

- изготовление образцов арматурной стали для дальнейших испытаний при термических воздействиях;
- проведение химического анализа металла для уточнения класса арматурной стали;
- определение магнитных свойств металла для выявления однородности материала и отбраковки образцов;
- проведение испытаний изготовленных образцов при термических воздействиях;
- проведение стандартных испытаний образцов на растяжение;
- определение по результатам проведенных испытаний класса арматурной стали.

Были испытаны образцы 4 серий, которые были изъяты из прутьев арматурной стали классов А240, А400, А500, А600 соответственно. Длина каждого из образцов составляла 400 мм. Часть образцов (по 2 шт.) были испытаны в состоянии поставки при комнатной температуре на разрывной машине ГРМ-2М.

Для проведения испытаний при термических воздействиях из арматурной стали $\varnothing 12$ мм на токарном станке были изготовлены образцы согласно требований ГОСТ 1497-84 [2] (Приложение 2, тип II). Эти образцы имели вид гантелей с утолщениями на концах. Длина образцов составляла 100 мм, диаметр рабочей части – 6 мм (рис. 1). Испытания проводились на разрывной машине УМ-4Р, которая может развивать максимальное усилие растяжения 40 кН.

Нагревание образцов до максимальной температуры 1000 °С выполнялось с помощью трубчатой электропечи. Температура нагрева контролировалась с помощью термопар «платина-родий-платина» и фиксировалась с помощью прибора КСП-3П. После установки образца в разрывную машину выполнялся разогрев до фиксированной температуры (100 °С, ..., 700 °С с интервалом 100 °С). После выдержки при фиксированной температуре в течение 30 мин. выполнялось испытание на растяжение в течение 2...3 мин. Общий вид оборудования для проведения испытаний приведен на рис. 2.

В ходе проведения испытаний получены такие результаты.

1. Для всех образцов зависимость предела прочности от температуры имеет похожий характер: при изменении температуры от 20 °С до 200...300 °С предел прочности увеличивается, а потом начинает уменьшаться. При температуре 700 °С предел прочности равняется приблизительно 0,1 от величины предела прочности при 20 °С (рис. 3).



Рис. 1. Изготовление экспериментальных образцов из арматуры периодического профиля



Рис. 2. Общий вид оборудования для проведения испытаний при термических воздействиях

2. Предел текучести для всех испытанных образцов с увеличением температуры уменьшается и имеет вид пологой кривой (рис. 4).
3. Коэффициент снижения нормативного сопротивления арматурной стали с увеличением температуры уменьшается и имеет вид пологой кривой (рис. 5). Приведенные в проекте ДСТУ-Н Б В.2.6-XX:200X [3] кривые (рис. 4.2а, 4.2б) существенно отличаются от кривых, которые были получены в ходе проведение эксперимента.

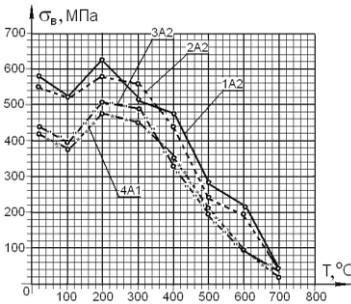


Рис. 3. Зависимость предела прочности от температуры

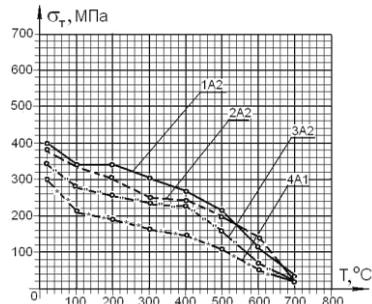


Рис. 4. Зависимость предела текучести от температуры

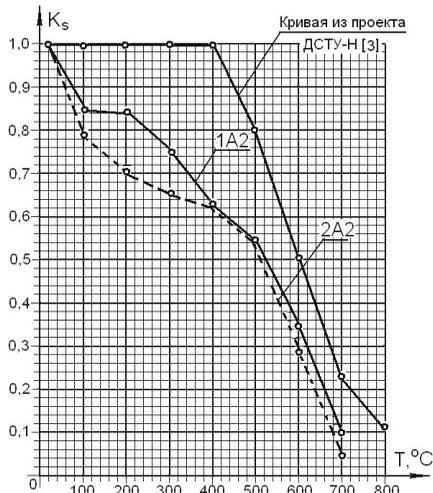


Рис. 5. Зависимость коэффициента снижения нормативного сопротивления от температуры

ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы.

1. Для всех испытанных образцов зависимость границы прочности от температуры имеет похожий характер: при изменении температуры от 20 °С до 200...300 °С предел прочности увеличивается, а потом начинает уменьшаться. Предел текучести для всех испытанных образцов с увеличением температуры уменьшается и имеет вид пологой кривой. Полученные результаты отвечают современным представлениям о характере работы арматурной стали при нагревании.
2. Коэффициент снижения нормативного сопротивления арматурной стали с увеличением температуры уменьшается и имеет вид пологой кривой. Приведенные в проекте ДСТУ-Н Б В.2.6-XX:200X [3] кривые существенно отличаются от кривых, которые были получены в ходе проведения эксперимента. Подобное обстоятельство свидетельствует о необходимости проведения полномасштабных экспериментальных исследований с целью определения характера изменения прочности арматурной стали в зависимости от температуры нагрева, поскольку принятие таких данных по ДСТУ-Н Б В.2.6-XX:200X [3] может существенно исказить результаты расчетов огнестойкости железобетонных конструкций.

Список литературы

1. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. – Надано чинності 11.12.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с.
2. ГОСТ 1497–84* (ИСО 6892–84, СТ СЭВ 417–77). Металлы. Методы испытания на растяжение: Взамен ГОСТ 1497–73. – Введ. с 01.01.86. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 36 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-XX:200X. Проектування залізобетонних конструкцій. Основні положення. Вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, MOD) / Мінрегіонбуд України, 200X. – 75 с.