

## Предговор

Благодарение на своите високи технико-икономически качества стоманените конструкции намират приложение във всички отрасли на икономиката (промишленост, транспорт, енергетика), културно-битово и селскостопанско строителство. В резултат на това може да се твърди, че материалната база на съвременната цивилизация е немислима без стоманени конструкции. Същевременно трябва да се отчита, че стоманата е скъп продукт и поради това следва да се използва при доказана икономическа изгода.

Опитът у нас показва [1], че приложението на стоманените конструкции е ефективно в следните области:

1. Сгради с големи отвори (зални сгради). Към този тип сгради се отнасят спортните зали, изложбените павилиони, приемните здания на аерогарите и жп гари, хангари и др. Твърде често сградите с големи отвори нямат друга алтернатива, освен стоманена конструкция. Благодарение на своята архитектурна изразителност стоманената конструкция често пъти е желана като видим елемент в общата композиция.

2. Производствени сгради. СтК са универсални и могат да удовлетворяват най-разнообразни технологични изисквания при всевъзможни схеми на натоварване (включително динамично натоварване). Поради това най-сложните конструктивни комплекси на производствени сгради обикновено се изпълняват от стоманен носещ скелет. Масово се прилагат в едноетажни производствени сгради с различен брой отвори (едноотворни, двуотворни и многоотворни). Производствените едноетажни сгради със стоманен носещ скелет обикновено са съоръжени с кранов транспорт за експлоатационно обслужване.

3. Високи етажни сгради. Високите етажни сгради от стомана са икономически изгодни в условията на повишена сеизмичност и плътно градско застрояване. Стоманеният носещ скелет може да бъде ефективно използван в големите хотелски комплекси и престижни административни сгради.

4. Съоръжения за комуникации - стоманени мостове, естакади, мачти, кули и др. Възможностите на стоманените конструкции да поемат динамични товари и скоростният им монтаж ги правят предпочитани в транспортното строителство. Стоманените конструкции относително лесно се доставят в труднодостъпни зони, включително и с хеликоптер.

5. Листови конструкции. Съоръженията в нефтохимическата промишленост (резервоари, газголдери, тръбопроводи) най-често се изпълняват от стомана поради нейната непроницаемост.

6. Едноетажни сгради, с малки отвори. В последното десетилетие все по-често се прилагат модулни леки конструкции от студеноогънати профили с ефективно покривно и стенно ограждане. Тези сгради от павилионен тип се отличават със своята мобилност и универсално предназначение - покрити пазари, заведения за обществено хранене, складови бази и др.

Основни недостатъци на стоманените конструкции са:

- свойството им да се окисляват, т. е. да ръждясват под влияние на някои соли, газове и киселини, които се съдържат във въздуха. Според условията, в които се намира, незащитената стоманена повърхност губи за една година пласт с дебелина  $0,02 \div 0,08$  mm. Мерките против корозията оскъпяват чувствително стоманените конструкции (до 20 % от стойността им), но удължават многократно тяхната експлоатационна годност. За предпазване от корозия се използват различни начини: покриване със защитни бои и лакове, поцинковане, пластмасово покритие и др.;
- ниска огнеустойчивост. Незащитените стоманени конструкции при пожар са уязвими и загубват носеща способност в рамките на 10-20 минути. Това се дължи на:
  - промяната на якостно-деформационните свойства на стоманата в зависимост от температурата – виж т.2.2.3. Те рязко намаляват в т. нар. зона на критичните температури, която за стоманени профили клас 1, 2 и 3 е от 470-750 °C , а за клас 4 – 350 °C;
  - голям коефициент на топлопроводност. Около 30 пъти е по-голям коефициентът на топлопроводност на стоманата (52-56 W/m.°C) в сравнение с този на бетона (1,8-2) при 20 °C и около 300 пъти в сравнение с този на дървото (0,175);
  - използват се тънкостенни стоманени профили, които са с малка топлоемкост или голям коефициент на масивност особено при покривните стоманени конструкции на едноетажни сгради, където тези елементи са разположени неудачно спрямо температурното въздействие при пожар.

През последните 20 години значително нарастна приложението на новите норми за проектиране, известни у нас като „еврокодове“ и по специално Еврокод 3, а от друга страна и свързаните с тях оценки на огнеустойчивост и огнезащита на стоманените конструкции.

Ето защо в Еврокод се поставят две важни изисквания към проектанта – инженер в инвестиционното проектиране. Първо, да гарантира носещата способност на конструкцията – механична якост и устойчивост при

нормални условия, посочени в стандартите. Второ, да гарантира носещата способност за определено време в случай на пожар, т. нар. огнеустойчивост.

Огнеустойчивостта на стоманените елементи и конструкции е един от най-важните и значими елементи на пожарната безопасност на сгради и строителни съоръжения.

Ако огнеустойчивостта на стоманената конструкция не е гарантирана при пожар, съществува пряка опасност (риск) за спасителните екипи и застрашените хора в сградата, и от друга страна да се компрометират оперативните действия по евакуацията на обитателите на сградата и на ценно имущество и др., по гасенето и локализирането на пожара.

Всеки един проект започва с определянето на т. нар. нормативна или необходима огнеустойчивост, която е определена в „Наредба Из-1971 за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар“ [37]. Тя се сравнява с фактичката огнеустойчивост, получена по експериментален или изчислителен път: чл.10 ал.2 на наредбата [37]. Ако фактичката огнеустойчивост е по-малка от нормативната се предлагат технически решения (най-често огнезащита на стоманената конструкция), така че огнеустойчивостта им да бъде повишена до необходимата.

Ето защо е необходимо да бъде изследвана огнеустойчивостта на стоманените елементи и конструкции, което се явява актуална задача и е целта на настоящия труд.

През последните 15 години у нас се извършиха редица изследвания, които доразвиха методологията на Еврокод 3 както по отношение проектирането [13-17], така и по отношение оценката на огнеустойчивост на стоманени конструкции [2-12].

Основният принос в оценката на огнеустойчивостта на стоманени елементи се изразява в следното:

Носещата способност на стоманените елементи се определя за целия период на пожарно въздействие от началото на пожара до настъпване на гранично състояние на огнеустойчивост. За целта винаги първо се решава топлотехническата част, т. е. определя се температурното поле в незащитения или защитен стоманен елемент и след това се определя носещата способност, огнеустойчивостта или друг изследван параметър. В тази връзка могат да се решават 5 вида задачи, посочени в [7] и отразени под една или друга форма в настоящия труд.

Редица проблеми, свързани с метода за определяне на температурното поле в защитени стоманени елементи, особено за първите 5-10 минути от началото на пожарното въздействие, бяха изследвани и се предложиха редица решения [5].

Основната зависимост (виж формула (2.1.4.1)) е неприложима за стоманени елементи, защитени с огненабъбващи бои. Същата беше редуцирана на база експериментални и изчислителни процедури [9]. Определиха се топлофизичните свойства на огненабъбващите бои при пожар и проблемът с приложението на предложената в Еврокод 3-1-2 зависимост беше решен за конкретния случай.

На база проведени численни експерименти се конкретизира изменението на стъпката във времето [10] и влиянието ѝ върху изменението на температурата на стоманата и огнеустойчивостта ѝ. Тя може да се приема и с по-големи стойности от 5 секунди, както препоръчва Еврокод, например до 30 секунди грешката в определянето на температурата спрямо стъпка 5 сек. е под 10 %, но в полза на сигурността (виж т.2.1.3)

Важно място е отделено на топлофизичните характеристики на огнезащитните материали, използвани у нас за защита от пожари на стоманени елементи и конструкции.

На база проведени численни и натурни експерименти се конкретизира влиянието на топлофизичните характеристики на стоманата и огнезащитните материали върху изменението на температурното поле. Посочени са детайлно редица съвременни методи за защита и техните представители като са решени редица примери. Така например за редица огнезащитни материали у нас, като вермикулитова замазка, политерм, магит, гипсофазер и итонг са предложени конкретни зависимости на топлофизичните характеристики от температурата, които несъмнено ще помогнат за извършване на теоретични изследвания с тях.

Проведените изчисления и изследвания, посочени в монографията са при т. нар. стандартно пожарно въздействие, което най-често се среща в практиката особено при съгласуване на проекти, тъй като тогава са в сила изискванията на националната нормативна уредба, в лицето на наредба Из-1971 [37]. Интерес за практиката представляват и изследвания, проведени при други температурни въздействия [8,12].

Книгата е методологически ориентирана към инженерната практика, с много пояснения, таблици и фигури, а също с разработени примери към отделните глави.

Авторът изказва своята благодарност на колегите д-р инж. Детелин Спасов и д-р инж. Хр. Проданов за оказаната помощ и за съвместната им работа при извършване на експерименталните и теоретични изследвания.