

УДК 691.4

Воціюк Т.В.,
Луцький національний технічний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ФЕРМИ З МЕТАЛЕВОЮ

Розглянуто основні переваги і недоліки залізобетонних та металевих ферм, проаналізовано їх несучу здатність, економічну ефективність у будівництві, потребу і загальну вживаність в народногосподарському комплексі, зроблено висновок щодо їх ефективного використання.

Ключові слова: залізобетонні вироби, залізобетонні ферми, металеві ферми, армування залізобетонних виробів, сталеві конструкції, пояс ферми, грати, стійки, розкоси.

Основними перевагами, що забезпечують підйом виробництва збірного залізобетону, є:

- застосування великорозмірних залізобетонних елементів дозволяє основну частину робіт перенести з будівельного майданчика на завод з високоорганізованим технологічним процесом виробництва, що, зрештою, дає певний техніко-економічний ефект;
- універсальність властивостей залізобетонних виробів. Шляхом певних технологічних прийомів виготовлення і вибору матеріалів залізобетонні вироби можуть бути отримані з різними механічними і фізичними властивостями — високоміцні, водонепроникні, жаростійкі, з низькою теплопровідністю і т. д.;
- довговічність залізобетону;
- можливість у ряді конструкцій в 2-4 рази скоротити витрату сталі в будівництві. Ця найважливіша перевага залізобетону має величезне народногосподарське значення.

Разом з перевагами залізобетонні конструкції володіють і недоліками - вони мають значну вагу. Це, насамперед, відноситься до великорозмірних елементів великих покриттів. Високою все ще залишається собівартість виробів на заводах збірного залізобетону, а також значні транспортні витрати. Все це знижує загальну техніко-економічну ефективність будівництва із збірних залізобетонних виробів [4].

Класифікація залізобетонних виробів. У основу класифікації збірних залізобетонних виробів покладені наступні ознаки: вид армування, об'ємна вага і вид бетону, внутрішня будова і призначення.

За видом армування залізобетонні вироби поділяються на попередньо напружені і зі звичайним армуванням, тобто без попередньої напруги.

За внутрішньою будовою вироби можуть бути суцільними і порожнистими, виготовленими з бетону одного виду — одношарові або двошарові і багатошарові, виготовленими з бетону різних видів або із застосуванням різних матеріалів, наприклад теплоізоляційних.

Залізобетонні вироби повинні відповідати вимогам державних стандартів, а вироби, на яких відсутні стандарти, — вимогам робочих креслень і технічних умов на них. Вироби масового виробництва роблять типовими і уніфікованими, що забезпечує можливість застосування їх при будівництві будівель і споруд різного призначення [2].

Складені або комплексні вироби повинні поставлятися споживачеві, як правило, в закінченому, зібраному і повністю укомплектованому деталями вигляді. На лицьових поверхнях виробів не допускаються тріщини, раковини, розколи, плями, напливи або оголення арматури. Вироби повинні мати максимальний ступінь заводської готовності, а якість їх поверхні має бути такою, щоб на місці будівництва не вимагалось додаткової обробки (якщо така обробка не передбачена проектом).

У якості несучих елементів покриття прольотом понад 18 м застосовують попередньо напружені залізобетонні ферми і арки. Ферми можуть мати трапецевидну, трикутну або криволінійну сегментну форму. Виготовляють їх цілісними і складними, що складаються з окремих елементів. Проліт залізобетонних ферм може бути більше 30 м.

Основними перевагами сталевих конструкцій в порівнянні з конструкціями з інших матеріалів є надійність, легкість, непроникність, індустріальність, а також простота технічного переозброєння, ремонту і реконструкції.

Надійність сталевих конструкцій забезпечується близькою відповідністю характеристик сталі уявленням про ідеально пружний або пружнопластичний ізотропний матеріал, для якого строго сформульовані і обґрунтовані основні положення опору матеріалів, теорії пружності і будівельної механіки. Сталь має однорідну дрібнозернисту структуру з однаковими властивостями по всіх напрямках, напруга пов'язана з деформаціями лінійної залежності у великому діапазоні, а при деякому значенні напруги може бути реалізована ідеальна пластичність у вигляді майданчика текучості. Все це відповідає гіпотезам і допущенням, узятим за основу при розробці теоретичних передумов розрахунку, тому розрахунок, побудований на таких передумовах, повною мірою відповідає дійсній роботі сталевих конструкцій.

Зі всіх несучих конструкцій, що виготовляються в даний час, металеві є найлегшими. За показник легкості приймають відношення щільності матеріалу до його міцності.

Метали володіють не тільки великою міцністю, але і високою щільністю - непроникністю для газів і рідин. Щільність з'єднань сталі забезпечується за допомогою зварювання.

Сталеві конструкції виготовляють на заводах, оснащених спеціальним устаткуванням, а монтаж проводять з використанням високопродуктивної техніки. Все це виключає або до мінімуму скорочує важку ручну працю.

Стосовно сталевих конструкцій найпростіше вирішуються питання посилення, технічного переозброєння і реконструкції. За допомогою зварювання можна легко прикріпити до елементів існуючого каркаса нове технологічне устаткування, при необхідності підсиливши ці елементи, що також досягається досить просто.

Сталеві конструкції в результаті фізичного і морального зношування вилучаються з експлуатації, переплавляються і знову використовуються.

Недоліками сталевих конструкцій є їх схильність до корозії і порівняно мала вогнестійкість. Сталь, не захищена від контакту з вологою, у поєднанні з агресивними газами, солями, пилом піддається корозії. При високих температурах (для сталі - 600°C , для алюмінієвих сплавів - 300°C) металоконструкції втрачають свою несучу здатність.

При грамотному проектуванні і відповідній експлуатації ці недоліки не представляють небезпеки для виконання конструкцією своїх функцій, але приводять до підвищення початкових і експлуатаційних витрат.

Підвищення корозійної стійкості сталевих конструкцій досягають включенням в сталь спеціальних легуючих добавок, періодичним покриттям конструкцій захисним шаром у вигляді лаків або фарб, а також вибором раціональної конструктивної форми (без щілин і пазух, де можуть скупчуватися волога і пил).

Підвищення вогнестійкості сталевих конструкцій будівель, небезпечних в пожежному відношенні, здійснюють шляхом усунення безпосереднього контакту конструкцій з відкритим вогнем. Для цього передбачають підвісні стелі, вогнестійке облицювання, обмазування спеціальними складниками. Використовуючи спеціальні покриття у вигляді обмазок, можна істотно збільшити межу вогнестійкості [5].

При проектуванні металевих конструкцій повинні враховуватися основні вимоги:

– умови експлуатації. Виконання заданих при проектуванні умов експлуатації є основною вимогою для проектувальника. Це, в основному, визначає систему, конструктивну форму споруди і вибір матеріалу.

– економія металу. Вимога економії металу визначається великою його потребою у всіх галузях промисловості (машинобудування, транспорт і т. д.) і високою вартістю. У будівельних конструкціях метал слід застосовувати лише в тих випадках, коли заміна його іншими видами матеріалів (насамперед залізобетоном) нераціональна.

– транспортування. У зв'язку з виготовленням металевих конструкцій, як правило, на заводах з подальшим перевезенням на місце будівництва, в проекті має бути передбачена можливість перевезення їх цілими або по частинах (відправними елементами) із застосуванням відповідних транспортних засобів.

– технологічність. Конструкції повинні проектуватися з урахуванням вимог технології виготовлення та монтажу з орієнтацією на найбільш сучасні і продуктивні технологічні прийоми, що забезпечують максимальне зниження трудомісткості.

– швидкість монтажу. Конструкція повинна відповідати можливостям збору її в найменші терміни з урахуванням наявного монтажного устаткування.

– довговічність конструкції визначається термінами її фізичного і морального зношення. Фізичне зношення металевих конструкцій пов'язане, головним чином, з процесами корозії. Моральне зношення пов'язане із зміною умов експлуатації.

– естетичність. Конструкції незалежно від їх призначення повинні володіти гармонійними формами. Особливо істотною ця вимога є для громадських будівель і споруд.

– загальна характеристика ферм. Фермою називають систему стержнів (зазвичай прямолінійних), сполучених між собою у вузлах і, які створюють геометрично незмінну конструкцію.

Якщо навантаження прикладене у вузлах, а осі елементів ферми перетинаються в одній точці (центрі вузла), то жорсткість вузлів неістотно впливає на роботу конструкції і в більшості випадків їх можна розглядати як шарнірні. Тоді всі стержні ферми випробовують тільки осьові зусилля (розтягування або стискання). Завдяки цьому метал у фермах використовується раціональніше, ніж в балках, і вони є економічнішими за витратами матеріалу, але більш трудомісткі у виготовленні, оскільки мають велике число деталей. Із збільшенням прольотів, що перекриваються, і зменшенням навантаження ефективність ферм у порівнянні з балками зростає.

Сталеві ферми набули широкого поширення в багатьох галузях будівництва: у покриттях і перекриттях промислових і цивільних будівель,

мостах, опорах ліній електропередач, об'єктах зв'язку, телебачення і радіомовлення (башти, щогли), транспортних галереях, гідротехнічних затворах, вантажопідйомних кранах, тощо[1].

Ферми бувають плоскими (всі стержні лежать в одній площині) і просторовими. Плоскі ферми можуть сприймати навантаження прикладені тільки в їх площині і потребують закріплення зі своєї площини зв'язками або іншими елементами. Просторові ферми утворюють жорсткий просторовий брус, здатний сприймати навантаження, що діє в будь-якому напрямі. Кожна грань такого бруса є плоскою фермою. Прикладом просторового бруса може служити баштова конструкція.

Основними елементами ферм є: пояси, що утворюють контур ферми і грати, що складаються з розкосів і стійок.

Відстань між вузлами поясу називають панеллю (d), відстань між опорами - прольотом (l), відстань між осями (або зовнішніми гранями) поясів - висотою ферми (h_f).

Пояси ферм працюють в основному на поздовжні зусилля (аналогічно поясам суцільних балок); грати ферм сприймають в основному поперечну силу, виконуючи функцію стінки суцільної балки.

З'єднання елементів у вузлах здійснюють шляхом безпосереднього примикання одних елементів до інших. Для того, щоб стержні ферми працювали в основному на осьові зусилля, а впливом моментів можна було б знехтувати, елементи ферми слід центрувати по осях, що проходять через центри тяжіння [3].

Залежно від призначення, архітектурних вимог і схеми додаткових навантажень ферми можуть мати найрізноманітнішу конструктивну форму. Їх можна класифікувати за наступними ознаками: статична схема, контур поясів, система грат, спосіб з'єднання елементів у вузлах, зусилля в елементах.

За статичною схемою ферми бувають: балочні (розрізні, нерозрізні, консольні), аочні, рамні.

Залежно від контура поясів ферми поділяють на сегментні, полігональні, трапецевидні, з паралельними поясами і трикутні.

Контур поясів ферм в значній мірі визначає їх економічність. Теоретично найбільш економічною за витратою сталі є ферма, обкреслена по епюрі моментів. Для однопролітної балочної системи з рівномірно розподіленим навантаженням це буде сегментна ферма з параболічним поясом. Проте криволінійний контур поясу підвищує трудомісткість виготовлення, тому такі ферми в даний час практично не застосовують.

Для зниження трудомісткості виготовлення, ферма має бути по можливості простою з найменшим числом елементів і додаткових деталей.

Трикутна система грат має найменшу сумарну довжину елементів і найменше число вузлів. Розрізняють ферми з висхідними і низхідними опорними розкосами. Якщо опорний розкіс йде від нижнього опорного вузла ферми до верхнього поясу, то його називають висхідним. При напрямі розкоса від опорного вузла верхнього поясу до нижнього - низхідним. У місцях додавання зосереджених навантажень (наприклад, в місцях опирається прогонів покрівлі) можна встановити додаткові стійки або підвіски. Ці стійки служать також для зменшення розрахункової довжини поясу. Стійкі і підвіски працюють тільки на місцеві навантаження.

Недоліком трикутних грат є наявність довгих стиснутих розкосів, що вимагає додаткової витрати сталі для забезпечення їх стійкості.

У системі розкосу грат всі розкоси мають зусилля одного знаку, а стійки - іншого. Так, у фермах з паралельними поясами при висхідному розкосі стійки розтягнуті, а розкоси стиснуті; при низхідному - навпаки. Очевидно, при проектуванні ферм слід прагнути, щоб найдовші елементи були розтягнуті, а стискання сприймалося короткими елементами. Грати розкосу більш металоемні і трудомісткі в порівнянні з трикутною, оскільки загальна довжина елементів грат більша і в ній більше вузлів. Застосування грат розкосу доцільне при малій висоті ферм і великих вузлових навантаженнях.

Ефективність ферм може бути підвищена при створенні в них попередніх напружень.

Висновки

Вивчивши властивості і робочу спроможність залізобетонних і металевих ферм, можна зробити висновок, що ефективнішим є застосування металевих ферм. Металеві ферми є більш вигідними в народному господарстві, більш економічніші в грошовому еквіваленті, мають кращі якісні властивості, більш придатні до ремонту і реконструкції. При фізичному і моральному зношенні легко замінюються, переплавляються і використовуються далі. Металеві ферми у порівнянні із залізобетонними є легкими.

Література

1. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения/Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987.
2. СНиП 2.03.01–84. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.
3. Шведенко В.И. Монтаж строительных конструкций. М. : Высшая школа, 1987.

4. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Ж/бетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат, 1991.

5. Пищаленко М.Ю. Технология возведения зданий и сооружений – Киев. : Высшая школа, 1982.

Аннотация

Рассмотрены основные преимущества и недостатки железобетонных и металлических ферм, проанализировано их несущую способность и экономическую эффективность в строительстве, общую употребительность в народнохозяйственном комплексе, сделан вывод относительно их эффективного использования.

Annotation

Considered basic advantages and lacks of reinforced-concrete and metallic farms, they are analysed bearing ability, economic efficiency in building, necessity and general use, in a pertaining to national economy complex, a conclusion is done in relation to their effective use.