

УДК 624

Волкова В.Є., д.т.н., проф. каф. БГГМ, Локотей А.В. студ. гр. ПБ-15-1м
*Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ,
Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАТИВНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО ПІДСИЛЮЮТЬСЯ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Залізобетонні конструкції займають провідне місце в світовому будівництві і зі збільшенням обсягу промислового і цивільного будівництва зростає і обсяги робіт, які пов'язані з ремонтом, посиленням і відновленням цих конструкцій. На даний час найбільшу кількість ушкоджень від аварій, не правильного проектування або від тривалого використання конструкції, мають елементи перекриття та покриття. З цього слідує, що поліпшення ефективності ремонтних робіт в даний момент неможливо уявити без вдосконалення проектних рішень щодо підсилення конструкцій, які можуть забезпечити їх економічність, довговічність і в тому числі надійність.[3] Тому питання з посилення конструкцій є вельми актуальним в наш час.

Дефекти і пошкодження залізобетонних конструкцій.

Причини появи дефектів і пошкоджень залізобетонних елементів можуть бути різними. Вони можуть бути початкові, тобто виникли в процесі проектування і виконання будівництва, і придбані - настали під час експлуатації будівель і споруд. Основними причинами, що викликають дефекти і пошкодження плит є:

1. помилка в проектуванні (30%);
2. неправильне виконання будівельних робіт (30%);
3. неправильна експлуатація (30%);
4. випадкові причини (10%).

В результаті виникнення таких причин можуть з'явитися такі дефекти: тріщини в бетоні, руйнування поверхневого шару бетону, виколи і відколи бетону, каверни, раковини, сторонні включення, відсутність зчеплення арматури з бетоном, відсутність зчеплення між «старим» і «новим» бетоном, невідповідність характеристик бетону, необхідних по міцності, фізичним властивостям і структурі, пошкодження арматури і заставних деталей, зміщення арматури і заставних деталей з проектного положення, відхилення від проектного положення конструкції по горизонталі або вертикалі, деформація окремих елементів або конструкцій в цілому, руйнування з'єднань або контакту окремих елементів, недостатня товщина захисного шару бетону, корозія арматури, недотримання геометричних розмірів елементів, усадочні тріщини в бетоні [4].

Аналіз досвіду експлуатації інженерних споруд з бетону та залізобетону показує, що вони руйнуються значно раніше, ніж передбачено проектним нормативним терміном. Ремонт, за своєю суттю, є комплексом технічних заходів і робіт, спрямованих на підтримку і відновлення працездатного стану будівель, споруд або їх окремих частин і конструкцій. До теперішнього часу в практиці накопичено безліч різних конструктивних прийомів посилення, вибір яких обумовлюється умовами ремонту і посилення конкретної залізобетонної конструкції. Відповідність ступеня посилення фактичним навантаженням і станом конструкцію, що підсилюється є визначальною умовою. Щоб дати уявлення про розмаїття різних методів і способів відновлення несучої здатності або посилення будівельних конструкцій, розглянемо найбільш поширені з них, об'єднавши їх в дві групи (рис. 1) [1].



Рис. 1. Способи посилення будівельних конструкцій

Композитні матеріали в будівництві. Мають шарувату композиційну структуру. Які відносяться до третього рангу ієрархії системи «тверде тіло». Як матрицю використовують епоксидні епоксіфенольні поліамідні та інші смоли. Вуглецеві волокна дозволили створити принципово новий клас полімерних конструкційних матеріалів-вуглепластиків. Вуглепластики відрізняються від традиційних конструкційних матеріалів поєднанням таких властивостей, як висока питома міцність і жорсткість, низькі коефіцієнти лінійного термічного розширення і тертя, висока зносостійкість і стійкість до впливу агресивних середовищ, термічного і радіаційного ударів, температурного розширення та електрофізичні властивості, що змінюються в широких межах, висока втомна міцність при статичних і динамічних навантаженнях. За питомими показниками міцність і жорсткість вуглепластики перевершують практично всі найбільш широко використовувані конструкційні полімерні і металеві матеріали.

Фізико-механічні властивості вуглепластиків. Вуглепластики відрізняються від традиційних конструкційних матеріалів поєднанням таких властивостей, як висока питома міцність і жорсткість, низькі коефіцієнти лінійного термічного розширення і тертя, висока зносостійкість і стійкість до впливу агресивних середовищ, термічного і радіаційного ударів, температурного розширення та електрофізичні властивості, що змінюються в широких межах, висока втомна міцність при статичних і динамічних навантаженнях. За питомими показниками міцність і жорсткість вуглепластики перевершують практично всі найбільш широко використовувані конструкційні полімерні і металеві матеріали.

Найбільш часто для армування матриць з синтетичних смол застосовують скляні, вуглецеві, органічні, борні волокна і металеві волокна (вольфрам, сталь, титан, берилій та ін.). Важливою якістю композиційних матеріалів, які мають істотне значення при виборі системи посилення залізобетонної конструкції, є їх пружне деформування, аж до руйнування. На рис.2 приведена діаграма деформування для різних композиційних матеріалів і арматурної сталі.[2]

З наведеної діаграми слідує, що композитні матеріали не володіють пластичними властивостями, в той час як сталь володіє. Їх руйнування носить крихкий характер. В силу цього при проектуванні підсилення залізобетонних елементів композиційними матеріалами необхідно накладати обмеження на величину пружних деформацій бетону і сталі, працюючих спільно з композитними матеріалами. Також необхідно мати на увазі, що пружний характер деформування композиційного матеріалу не сприяє перерозподілу напружень в підсилюваній конструкції.

Особливості технології підсилення. Поверхня бетонної основи повинна бути продута стисненим повітрям перед нанесенням шару клею. Перший шар клею наноситься на підстави з розрахунку 0,7-1,0 кг / м² за допомогою шпателя, валика і кисті. Стрічка (тканина) повинна укладатися на шар адгезиву щодо поступового розміщення її з одного краю підстави до іншого. Кромка

полотнища повинна бути паралельно лінії розмітки. Так само стрічка повинна бути розрізана на відрізки проектної довжини. Матеріал повинен укладатися без зайвого натягу і без складок. Після укладання відбувається прикатування тканини і відбувається її обробка. З допомогою жорсткого гумового валика здійснюється прокатка стрічки від центру до країв в поздовжньому напрямку. Перед укладанням другого шару тканини на стрічку вуглепластика наноситься шар клею з розрахунку 0,5-0,6 кг / м². Прикатка і укладання другого і наступуючих шарів проводиться аналогічно. Після укладання останнього шару стрічки на поверхню наноситься останній шар адгезиву з розрахунку 0,5 кг / м².

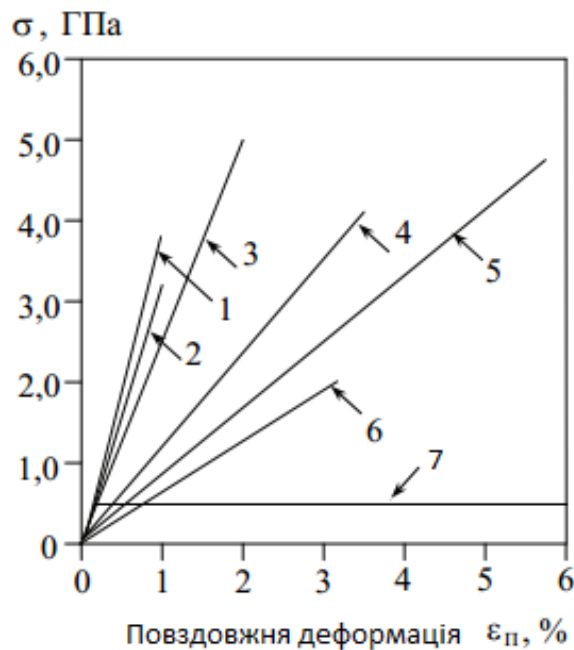


Рис.2. Діаграма «напруження - деформація» для різних типів високоміцних волокон і арматурної сталі.

1 – борні; 2 – високомодульні скляні; 3 – високоміцні вуглецеві; 4 – органічні; 5 – S-скло; 6 – E-скло; 7 – арматурна сталь

За структурою виробництва робіт виділяється такі види наклейок:

1. на вертикальну поверхню (стіна, колона і ін.);
2. на горизонтальну поверхню знизу (на поверхню плит, балок, стелі);
3. на горизонтальну поверхню зверху.

Наклейка стрічок на горизонтальну поверхню зверху.

У даній ситуації стрічка з вуглепластик укладається без натягу від центру до країв і накочуються валиками або шпателлями і розгладжуються руками. В процесі укладання можна працювати дві людини. Укладання наступних шарів можуть початися відразу ж після завершення попереднього шару.

Наклейка стрічки на горизонтальну поверхність знизу (стеля).

У цьому випадку стрічку потрібно приклеювати з одного кінця, а потім поступово переходити до на по всій довжині. Виходячи з в'язкості адгезиву наклейка стрічки проводиться зразу ж після нанесення адгезиву, або через деякий час, за час якої в'язкість адгезиву зростає і забезпечується фіксація стрічки на стельовій поверхні.

Посилення на вертикальну поверхню.

В даному випадку нанесення адгезиву на поверхню підстави проводиться зверху вниз. Наклейка вертикальних стрічок проводиться фіксуванням стрічок у верхній частині і розгладжується прикатуванням по висоті.

При температурі в діапазоні $+ 5^{\circ}\text{C}$ - $+ 45^{\circ}\text{C}$ наклейка стрічок виконується, а температура бетонної основи не повинна перевищувати 5°C . Коли температура бетонної поверхні нижче допустимого рівня, відбудеться недостатнє насичення волокон і низький ступінь затвердіння смоли і це може мати негативний вплив на роботу систем посилення. Щоб підвищити температуру можна використовувати додаткові локальні джерела тепла. У природних умовах повне затвердіння адгезиву може відбуватися протягом декількох діб в залежності від температури оточуючого середовища. За правилами, час затвердіння повинен бути не менше 24 годин при температурі вище 20°C , а так само не менше 36 годин при температурі від 5°C до 20°C . В останній стадії робіт для забезпечення безпеки (пожежного, захисту від вандалізму) елементи посилення можуть бути доповнені різними покриттями (полімер цементний, поліуретановий, спеціальний вогнетривкий склад).

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами: Книга. / Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. - М.: Строиздат, 2007. - 184 с.
2. Капитонов А.М., Редькин В.Е. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства. Монография: Научное издание. / Капитонов А.М., Редькин В.Е. - Красноярск: СФУ, 2013. - 531с.
3. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. Общий курс Учебник для вузов / Байков В. Н., Сигалов Э. Е. - М. Стройиздат, 1991. - 767с
4. Шишкин А.А. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Сборник. / Шишкин А.А. - М. Стройиздат, 1964. - 264с.