

С. В. Шаповал, М. О. Ткаченко

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ У БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ

Систематизована та проаналізована інформація про існуючі конструкції деформаційних швів, їх переваги, недоліки, обмеження сфери застосування, характерні дефекти. Запропоновано нову класифікацію деформаційних швів і наведено методику вибору деформаційних швів для застосування залежно від різних факторів, що впливають на вибір деформаційних швів. За підсумками дослідження розроблено технологію улаштування деформаційного шва для поліпшення його роботи і зниження вартості.

Ключові слова: деформаційний шов, робочий зазор, ущільнюваний елемент, герметизація, утеплення, спеціальні профілі, шпонки, компресійні ущільнювачі.

Постановка проблеми

Висотні будівлі з'явилися внаслідок зростання населення міст, через нестачу земельних ділянок та їх високу вартість. Для умов міського будівництва характерна обмеженість території, викликана прагненням скоротити протяжність міських комунікацій і зберегти сільськогосподарські угіддя та лісопарки приміської зони. Висотні будівлі можуть бути розташовані окремо чи з'єднаними в єдину систему. Досить широко поширені висотні багатосекційні будівлі складного плану [1].

Вони характеризуються великою жорсткістю і добре чинять опір вітровим впливам. Однак ця жорсткість викликає великі зусилля у зв'язках при нерівномірному осіданні підстав будівель. Це протиріччя можна вирішити улаштуванням у зв'язках будівель деформаційних швів у вигляді пружно-пластичних вставок, які зберігають цілісність будівель при експлуатаційних навантаженнях і допускають великі взаємні переміщення частин будівель при нерівномірному осіданні підстави будівель. Проблема дослідження роботи таких деформаційних швів у будівлях при діях вітрових навантажень і нерівномірному осіданні споруди ще не до кінця вивчена.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи: виконати систематизацію та аналіз інформації про переваги, недоліки, області застосування деформаційних швів різної конструкції з метою відбору найбільш надійних і раціональних конструктивних рішень; розробити методику обґрунтованого вибору конструкції деформаційного шва для заданих умов експлуатації, розробити технологію улаштування деформаційного шва для застосування у вітчизняних спорудах.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- систематизація та аналіз інформації про існуючі конструкції деформаційних швів, їх переваги, недоліки, обмеження сфери застосування, характерні дефекти;
- розробка та обґрунтування нової класифікації деформаційних швів, в основу якої покладено актуальні принципи розподілу деформаційних швів на типи і подальшого внутрішнього угруповання на підтипи;
- розробка методики вибору деформаційних швів для застосування залежно від різних факторів, що впливають на вибір деформаційних швів;
- виявлення сценаріїв руйнування деформаційного шва;
- розробка за підсумками дослідження технології улаштування деформаційного шва для поліпшення його роботи і зниження вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Деформаційні шви є важливою складовою конструктивної надійності будівель і споруд переважної більшості типів. Тому улаштуванню деформаційних швів приділяється особлива увага у процесі проектування і будівництва будівель. Необхідно розуміти, що будь-яка будівля, яка зовні здається монолітною і нерухомою, досить часто піддається істотним деформаціям. Їх спричиняють різноманітні зовнішні впливи і внутрішні зміни у структурі матеріалів. Зокрема, серед основних причин деформації стін можуть виступати:

- перепади температури навколишнього повітря;
- нерівномірне осідання ґрунту під вагою будівлі;

– сейсмічні та вібраційні навантаження тощо.

У результаті нерівномірної деформації різних ділянок конструкцій може виникати ситуація, коли утворюються надлишкові напруги, які перевищують межу міцності матеріалу, у результаті чого з'являються тріщини. Вони можуть не просто негативно відбиватися на дизайні фасаду, але і значно погіршувати умови у внутрішніх приміщеннях, оскільки тріщини стін порушують їх захисну та ізоляційну функцію. Ще небезпечнішим є поява тріщин у несучих стінах, оскільки це може призводити до зниження загальної конструктивної стійкості будівлі.

Відомо, що основними причинами прояву деформацій у споруді є навантаження, класифікація яких детально викладена у нормативних документах – ДБН В.1.2-2:2006* «Навантаження і впливи» [2]. Відповідно до класифікації ДБН, основним критерієм класифікації навантажень є тривалість їх дії, відповідно до якої розрізняють постійні та тимчасові. На наш погляд, на додаток до існуючої класифікації слід ввести ще один уточнюючий критерій – кратність дії навантажень. Тоді всі види навантажень можна поділити на дві умовні групи – навантаження одноразової дії та навантаження багаторазової, циклічної дії. Така класифікація стосовно конструктивних рішень із облаштування деформаційних швів має ряд переваг:

– вихідні параметри деформаційного шва визначаються за величиною і поєднанням одноразових навантажень;

– експлуатаційні параметри деформаційного шва підбираються залежно від інтенсивності впливу на елементи конструкції багаторазових навантажень; при цьому слід враховувати можливість незворотних змін у конструкціях від одноразових навантажень.

Одноразові навантаження впливають на спорудження тільки одного разу, в певний період часу, іноді досить тривалий. Багаторазові навантаження безперервно повторюються, причому інтенсивність їх дії та інтервали між ними можуть змінюватися. За пропонуваною класифікацією до одноразових навантажень, що викликають одноразові деформації, слід віднести:

– рівномірне осідання споруди в цілому;
– нерівномірне осідання елементів або окремих частин споруди;

– усадку, викликану процесами схоплювання, тверднення і визрівання бетону;

– пластичні деформації (наприклад, прогин конструкцій, вигин стоек тощо), викликані статичними впливами;

– повзучість в елементах споруди, що є наслідком тривалих статичних впливів.

До багаторазових навантажень, які призводять до виникнення циклічних деформацій, можна віднести:

– динамічні дії;
– набухання або висихання матеріалів при зміні їх вологості;

– хімічні взаємодії матеріалу конструкції і агресивних середовищ, які також можна віднести і до одноразових причин;

– зміни об'єму конструкції від коливань температури навколишнього середовища.

Перш ніж перейти до детального аналізу впливів зазначених причин на деформації споруд та їх вплив на розроблювальне конструктивне рішення деформаційних швів, слід враховувати, що при наявності різних сполучень впливів і особливостей конструкцій проведений аналіз не може бути вичерпним. У роботі розглядаються тільки ті навантаження і впливи, а також їх поєднання, які слід враховувати при розробці конструкцій деформаційних швів. Основну увагу слід приділяти аналізу причин об'ємних деформацій споруди, таким як:

– усадка бетону;
– зміна відносної вологості повітря;
– хімічні взаємодії, що відбуваються в бетоні конструкцій;

– коливання температури навколишнього середовища;

– явище повзучості бетону [3].

Однією з основних причин, що викликають деформації конструкції, є усадка бетону – здатність бетону до зміни об'єму у процесі твердіння, яка веде до виникнення внутрішніх напружень. Усадка бетону – комплексне явище; існують як мінімум чотири різновиди усадки – пластична, гідратаційна, гідравлічна, термічна. Іноді до цих різновидів ще додають усадку від карбонізації бетону. Пластична або первісна усадка спостерігається у бетонній суміші після її укладання (до початку схоплювання). Протягом цього періоду вода замішування ще хімічно не пов'язана зі складовими цементу, і в зв'язку з цим можуть спостерігатися два фізичних процеси – випаровування води з відкритої поверхні та седиментаційне осадження твердих частинок суміші з поступовим ущільненням. Величина пластичної усадки залежить від складу бетонної суміші, властивостей використаних матеріалів і зовнішніх умов [4]. Так, наприклад, застосування жорстких бетонних сумішей із низьким водоцементним відношенням, використання водоутримуючих добавок, значний вміст крупного заповнювача, високий відсоток армування, захист поверхні від випаровування води можуть зменшити кінцеву величину пластичної усадки. Гідратаційна усадка або усадка при внутрішньому зневодненні

бетону викликається тим, що обсяг утворених гідратів цементного тесту менше обсягу безводних речовин і води. Цей вид усадки розвивається в період інтенсивного протікання хімічних реакцій між цементом і водою і не стільки змінює зовнішні розміри виробу, скільки сприяє змінам структури матеріалу, приводячи до утворення повітряних пор і зменшення обсягу пор, заповнених водою. Гідравлічна усадка проявляється після схоплювання бетону і викликається випаровуванням вологи та її перерозподілом у скелеті цементного каменю. Гідравлічна усадка проявляється набагато повільніше, ніж пластична, а її величина менше. Цей різновид усадки залежить від тривалості та умов витримування бетону, виду складових бетонної суміші, їх витрати, гранулометрії інертних наповнювачів, форми конструкції, відсотка армування. Термічна усадка відбувається в ранньому віці та викликається зниженням температури бетону, коли слідом за його розігрівом у результаті екзотермії при гідратації цементу спостерігається охолодження, а також у результаті впливу температури навколишнього середовища, коливання якої можуть бути значними. Обидві ці причини часто поєднуються.

Усадка залізобетонних конструкцій при схоплюванні і твердінні вносить істотний внесок у загальну деформативність споруди, яка реалізується в елементах деформаційних швів.

Більшість будівельних матеріалів має сильно розвинену і досить відкриту капілярно-пористу структуру, завдяки чому можуть поглинати вологу з навколишнього середовища (гігроскопічне зволоження) або вбирати воду при безпосередньому зіткненні з нею [5]. Здатність будівельних матеріалів сорбувати вологу та десорбувати її за певних умов вивчена недостатньо, і цьому питанню при оцінці можливих об'ємних деформацій зведеної споруди не надається особливого значення. Тим часом відсутність уваги до цих явищ досить часто є причиною багатьох пошкоджень у конструкціях. Зміна вмісту води в матеріалі призводить до зміни об'єму, тобто до об'ємних деформацій: при висиханні елемента відбувається випаровування води і зменшення об'єму, при зволоженні – навпаки.

Об'ємні деформації, наступаючі внаслідок зміни відносної вологості, залежать від тих же факторів, що і при температурних впливах [6].

Загалом, довжина будівельного елемента змінюється залежно від коефіцієнта лінійної деформації під впливом зволоження або висихання. При цьому слід зазначити, що величини деформацій зволоження значно менше величин деформацій висихання матеріалів. Таким чином, найбільш доцільно при проектуванні враховувати зміни

обсягу, що характеризуються перепадом мінімального і максимального вмісту вологи.

У процесі експлуатації конструкція піддається корозійним пошкодженням внаслідок впливу різних агресивних хімічних речовин. Результат цього впливу – часткова зміна хімічної структури матеріалу, виникнення нових речовин, що у більшості випадків мають інший об'єм, ніж початкові матеріали. Стосовно до розглянутого питання корозійні хімічні впливи привертають увагу через дуже важливу причину – зміну об'єму елемента конструкції. Основним елементом цих процесів є вода, що або сама вступає в реакцію, або є посередником, каталізатором протікання реакцій. У деяких неорганічних в'язучих матеріалах зміна об'єму викликано концентрацією, накопиченням великої кількості води і перетворенням її в кристалізаційну воду, наприклад у гіпсу або глини. Основна речовина зберігається незмінною. У інших матеріалів, які під впливом вологи хімічно перетворюються, об'єм змінюється в результаті зміни об'єму молекул. Це явище відоме під назвою «розширення матеріалу», наприклад, магнезіальне розширення, яке у присутності певної кількості води (максимально при відносній вологості повітря близько 50%) активно протікає. У деяких випадках під дією зв'язаної води у пізніший час можуть виникати сульфатне і гіпсове розширення. Ці реакції, що змінюють об'єм елемента, залежать тільки від взаємно реагуючих речовин, незалежно від того, в якому об'єкті, елементі конструкції вони знаходяться, тобто в бетонному елементі, цегляному або кам'яному муруванні, штукатурному шарі тощо. Процеси, що виникають при об'ємних деформаціях, викликаних зволоженням, висиханням елементів конструкції, а також хімічними взаємодіями, у даній роботі детально не розглядаються. Це пов'язано з тим, що характер процесів, що протікають, ступінь і величина впливу конкретні для кожного об'єкта, і дати будь-які рекомендації на стадії проектування не представляється можливим. Вони згадуються для того, щоб при проектуванні мати уявлення про ці причини деформацій, врахувати їх наслідки, а також для з'ясування причин руйнування конструкцій.

Як відомо, теплові об'ємні зміни габаритних розмірів конструкції є основними і найбільш суттєвими причинами деформацій як споруди у цілому, так і його окремих елементів. Будь-яке однорідне тіло змінює свій об'єм пропорційно зміні температури. Коефіцієнт теплового лінійного розширення – відома, добре досліджена величина, що характеризує конкретний, абсолютно певний матеріал.

Існує ще один вид усадки бетону, який поєднується і може відбуватися одночасно з іншими видами усадки, – це пластична усадка під

навантаженням або повзучістю. Під повзучістю бетону конструкції розуміють його здатність деформуватися протягом часу при тривалій дії постійного навантаження, у тому числі і від власної ваги. Деформації повзучості найбільш помітно розвиваються в початковий період після прикладення навантаження і поступово згасають. Однак вони спостерігаються у бетонів і в віці 5-6 і більше років. Повна деформація повзучості може значно перевершувати деформації, одержувані бетоном у момент навантаження, іноді перевищуючи їх удвічі [7]. Повзучість бетону залежить від ще більшого числа факторів, ніж усадка, причому більшість чинників діє на деформації повзучості подібно їх впливу на деформації усадки. На повзучість бетону впливають: витрата і вид цементу; водо-цементне відношення; вид і крупність заповнювача; ступінь ущільнення бетону; ступінь гідратації цементу до моменту прикладання навантаження; температура і вологість навколишнього середовища і бетону; розміри конструкції; величина напружень у бетоні. Хоча явище повзучості досліджено недостатньо повно, існує безліч емпіричних залежностей для розрахунку миттєвих деформацій і повзучості. Так, згідно з рекомендаціями [8], можна визначити величину повзучості бетону на будь-який момент часу, а також розрахувати характеристику повзучості, які в наслідку використовуються при визначенні напружень, що виникають у бетонних і залізобетонних конструкціях. Повзучість бетону є спадаючою в часі величиною. Після швидкої деформації в перші години після навантаження, вона потім сповільнюється. Слід зазначити, що відносна деформація повзучості має векторний характер, тобто залежить від напрямку прикладеного навантаження. Повзучість спостерігається не тільки при одноосовому стисканні, але і при будь-яких інших впливах – вигині, розтягуванні, крученні тощо.

Як було показано [9], чинники, що визначають деформованість конструкції і, як наслідок, деформації окремого елемента, можна розділити на короткочасні і циклічні. Основними причинами короткострокових деформацій є деформації усадки і повзучості бетону. Основними причинами циклічних деформацій є теплові зміни обсягу конструкції. Під впливом цих причин у конструкціях можуть виникати тріщини, відколи, прогини тощо. Для сприйняття зусиль, які виникають у конструкціях, формуються деформаційні шви. У деформаційних швах реалізуються деформації елементів. Їх можна розділити на штучно сформовані або ті, що утворилися довільно.

Штучно сформовані шви перешкоджають виникненню ушкоджень у даній конструкції або структури елементів.

Для визначення місця розташування швів, їх кількості, розмірів і конструктивних особливостей необхідно врахувати вплив основних причин деформації на поведінку споруди у процесі його експлуатації. Далі мова піде в основному про теплові, усадочні подовження від повзучості та їх поєднання. Це припущення засноване на тому, що пружні подовження досить добре вивчені і враховані у відповідних нормативних документах. Подовження від впливу фізико-хімічних процесів і явищ практично не піддаються прогнозу, їх треба враховувати при проектуванні конструкції за рахунок введення коефіцієнтів запасу надійності деформаційного шва. Практично будь-яка складна конструкція має не один деформаційний шов, причому шви облаштовуються в різний час і при різній температурі установки. Для оцінки загальної деформативності конструкції при експлуатації доводиться кожного разу проводити відповідні дослідження. Крім зовнішніх і внутрішніх впливів без навантаження будь-яка конструкція, а підземна особливо, піддається дії тривалих статичних навантажень.

Як вже було зазначено, через деякий час після навантаження, наприклад після зворотної засипки підземної споруди, що зводиться відкритим способом, реалізується постійна пружна деформація, що не змінюється протягом часу.

Значення цієї деформації залежить тільки від величини прикладеного навантаження. До цієї пружної деформації додається поступово зростаюча деформація повзучості. У процесі експлуатації ці види деформацій підсумовуються з деформаціями власне усадки, причому вони складаються при стисненні, і навпаки, компенсуються при розтягуванні конструкції.

Виклад основного матеріалу

Деформації конструкції, як уже зазначалося вище, досить серйозні і можуть привести до пошкоджень. Вони можуть бути розділені на залежні від навантаження, викликані навантаженням споруди або його елементів, і незалежні, що виникають без впливу навантаження. У будь-якому випадку в результаті цих впливів змінюється початковий будівельний об'єм конструкції споруди, причому у всіх вимірах. Головним способом, що дозволяє запобігти утворенню тріщин, є улаштування деформаційних швів. Вони ділять всю будівлю на окремі відсіки. Завдяки цьому вдається зняти внутрішні напруження, що виникають у стінах при деформації. Деформаційний шов у стіні є своєрідним розрізом у тілі бетонної плити або у

муруванні. Розрахунок деформаційних швів в стінах виконується на стадії проектування будинку [10].

У загальному вигляді деформаційний шов являє собою спеціально сформований зазор між двома або більше сполучених елементів конструкції, який загерметизований відповідно до вимог експлуатації. Основний елемент будь-якого деформаційного шва – робочий зазор деформаційного шва, в якому при експлуатації реалізуються деформації сполучених елементів конструкції. Крім того, у конструкції деформаційного шва розрізняють його протяжність і форму, а також внутрішні бічні поверхні шва і кромки шва. Ущільнювальний елемент деформаційного шва характеризується таким параметром, як глибина заповнення, значення якого грає важливу роль при використанні мастик і герметиків.

Одним з ключових параметрів є кількість відсіків, на які має розбиватися будівлю для ефективної компенсації напруги. Відповідно, від кількості відсіків залежить і відстань між деформаційними швами. Зазвичай у стінах, що виконують несучу функцію, деформаційні шви влаштовують із інтервалом не менше 20 метрів. Для перегородок допускається максимальна відстань між швами до 30 метрів. При цьому розташування деформаційних швів повинно бути вибрано таким чином, щоб вони розміщувалися в областях концентрації внутрішніх напружень. Для визначення правильного розміщення обов'язково повинен враховуватися тип швів, який визначається характером факторів, що викликають деформацію. Так, наприклад, температурні деформації найбільше концентруються в зоні кутів будівлі. Тому температурні деформаційні шви зазвичай влаштовуються поблизу кутів. Крім цього, тип впливу має велике значення для визначення конструктивних параметрів. Наприклад, осадові деформаційні шви виконуються по стінах і фундаменту, оскільки осадові деформації впливають на всю висоту будівлі, а температурні шви влаштовують тільки по надземній частині конструкції будівлі, яка найбільш схильна до температурних деформацій.

При експлуатації можна виділити три основні групи бетонних і залізобетонних споруд, в яких формують різні типи деформаційних швів:

- споруди, що не піддаються тиску рідини – більшість наземних будівель;
- споруди, які відчують на собі тиск рідини, – греблі, ємності, берегові конструкції, облицювання тунелів і каналів, трубопроводи тощо;
- плити з бетону та залізобетону – автодороги, аеродроми, автостоянки тощо.

У кожній з цих груп споруд є деформаційні шви, які не мають принципових конструктивних відмінностей, і такі шви, які істотно відрізняються один від одного. Як з конструктивної точки зору, так і з точки зору використовуваних матеріалів усі шви в спорудах можна поділити на типи відповідно до їх основною функцією і конфігурацією – конструктивним оформленням. Основна функція розглянутих швів полягає в тому, що вони повинні сприймати всі можливі деформації конструкції, в тому числі теплові, осадові тощо.

По конфігурації зазори деформаційного шва можуть бути плоскими, штрабоподібними, уступчастими, можливо поєднання цих видів. За заповненням зазору деформаційного шва розрізняють: порожнисті шви; частково заповнені шви; заповнені шви.

Оскільки до заповнювача порожнини шва не пред'являють вимог по водонепроникності, останнім часом матеріалом заповнення служить листовий пінополістирол, який вкладають у шов при його формуванні. Таке заповнення допускає вільне стиснення або розкриття шва практично без напружень сполучених елементів. Разом з тим в якості наповнювачів порожнини шва використовують бітумно-полімерні склади (мастика, термопласти гарячого або холодного затвердіння), обклеювання рулонними матеріалами, установку дерев'яних дошок, які застосовуються як опалубки блоків бетонування.

За величиною зазору деформаційні шви поділяють на: вузькі, до 30 мм; середні, до 60 мм; широкі, більше 60 мм.

Слід зазначити, що при призначенні величини зазору деформаційного шва бажано дотримуватися вимоги, що він повинен як мінімум у чотири рази перевищувати прогнозовану деформацію. Ущільнення деформаційних швів виконують і для додання їм властивостей водонепроникності. Залежно від місця розташування у площині шва ущільнення підрозділяють на контурні (внутрішні та зовнішні) і розташовані в середній частині шва по товщині конструкції. Основними матеріалами ущільнення деформаційних швів малих переміщень – до 25% величини зазору шва (контурне ущільнення) – є герметики. У деформаційних швах великих переміщень (більше 25%) в якості ущільнень використовують спеціальні профілі, шпонки, компресійні ущільнювачі. Матеріалом таких ущільнювачів є синтетичні каучуки (гуми), пластифікований полівінілхлорид, поліетилен високої або низької щільності тощо. Дуже часто для контурного ущільнення всіх типів швів використовують гідроізоляційні стрічки, як правило, на полімерній основі. При такому розмаїтті можливих способів і матеріалів для ущільнення

швів без докладної інформації важко прийняти правильне проектне рішення.

При виборі матеріалу ущільнювача і конструкції деформаційного шва повинні враховуватися такі особливості, як динаміка зміни зазору і еластичні властивості матеріалу ущільнювача.

Особливе значення треба звернути на вибір допоміжних матеріалів. Праймери (грунтовки) забезпечують необхідне зчеплення герметика з матеріалом конструкції за рахунок фізичної та / або хімічної адсорбції. Використання праймерів диктується необхідністю поєднання матеріалів із різними фізико-хімічними властивостями контактуючих поверхонь. Підкладкові елементи розміщуються в зазорі деформаційного шва, забезпечуючи формування ущільнювача заданих розмірів і форми. Зазвичай застосовують елементи, виготовлені з пористої гуми, дорніта, пороізола, пінополіетилену (вілатерм СМ). Вони забезпечують основну вимогу роботи ущільнювача – зчеплення тільки з бічними поверхнями сполучених елементів конструкції. Металеві підкладки, використовувані, наприклад, у Т-подібних деформаційних швах, створюють необхідну опору і перешкоджають продавлюванню герметика в зазор шва. Поверх металевої підкладки для запобігання її зчеплення з герметиком укладають лист ковзання (поліетиленова плівка, картон зі спеціальним просоченням тощо). У тих випадках, коли потрібно окремий матеріал, «лист ковзання», що запобігає зчепленню, часто використовуються поліетиленова стрічка, картон зі спеціальним покриттям і металева фольга.

Розглядаючи деформативність будівельних конструкцій різних споруд, особливо їх підземної частини, потрібно брати до уваги наступне. По-перше, зміна величини зазору деформаційного шва не відбувається плавно, а часто реалізується стрибкоподібно, за дуже малий проміжок часу. На жаль, ні герметики, ні бігумні рулонні матеріали не можуть без порушень сприймати такі зміни в конструкції, особливо при негативних температурах. По-друге, протяжні споруди із розвиненою підземною частиною, як правило, мають певну кількість деформаційних швів, які в основному проектуються і розраховуються як рівнозначні з розподіленим сприйняттям виникають деформацій. Однак у процесі будівництва і експлуатації дуже часто виникають ситуації, коли окремі ділянки споруди через низку причин виявляються сильнішими обтиснутими, внаслідок чого при деформації конструкції виникають нерівномірні переміщення. Через це у деяких швах величини деформацій можуть перевищувати

розрахункові значення, приводячи до порушення цілісності системи гідроізоляції.

Розглядаючи в цілому зазначені умови роботи ущільнювачів деформаційних швів, а також враховуючи, що суміжні секції конструкцій споруди можуть мати як поздовжні, так і поперечні деформації, потрібна розробка принципово нового підходу до системи ущільнення деформаційних швів. В основу такого рішення повинна бути покладена високотехнологічна багаторівнева система ущільнення деформаційних швів.

Гідроізоляційні стрічки мають постійні фізико-механічні характеристики, зручні у виробництві робіт. Порівняно невелика вартість стрічок дозволяє їх використовувати у різних конструкціях і в досить великому обсязі.

Шви, ущільнені за допомогою гідроізоляційних стрічок, особливо з петлею-компенсатором, можуть сприймати деформації у різних площинах і дуже часто використовуються як додатковий рівень захисту, а також при проведенні ремонтних робіт. Єдиним обмеженням щодо використання гідроізоляційних стрічок є те, що їх не рекомендується встановлювати у швах без улаштування додаткового захисту від різних механічних впливів і потрапляння бруду.

Ще одним можливим способом ущільнення зазору деформаційного шва можуть служити ущільнювальні прокладки, різні профілі або гідроізоляційні шпонки. Ці прокладки, профілі або шпонки виготовляються з пружних гідроізоляційних матеріалів, які поміщають у стики або шви конструкцій при їх бетонуванні. Раніше для виготовлення подібних елементів застосовували різні метали: мідь і олово, цинк, сталь та інші. Однак застосування ущільнюючих елементів із металу не завжди приносить бажаний результат. Так, наприклад, ущільнювальні елементи із міді можуть бути причиною електролітичних процесів у місцях контакту зі сталевими арматурами. Сталеві елементи повинні бути захищені від корозії, тому що вимагають додаткових заходів захисту. Застосування кольорових металів також обмежене їх жорсткістю, або їх треба спеціально профілювати, що вимагає спеціального промислового виготовлення. Використання «жорстких» елементів у якості ущільнення досить складний і трудомісткий процес. Перераховані недоліки використання металів змушують шукати альтернативні варіанти, одним з яких, а може, і найкращим, є варіант використання ущільнюючих прокладок, профілів і шпонок з полімерних матеріалів або гуми. Найбільшого поширення набули елементи ущільнювачів різної конфігурації з пластифікованого ПВХ і гуми, як звичайної, так і спеціальної, на основі ЕПДМ, що випускаються в

основному тими ж фірмами, які виробляють гідроізоляційні стрічки.

Профіль елемента ущільнювача повинен бути обраний так, щоб після створення пари з елементами конструкції були забезпечені можливі деформації частин споруди без пошкоджень елемента ущільнювача, щільний і надійний, бажано протяжний, контакт з основним матеріалом конструкції, найчастіше з бетоном. У даний час використовуються профілі і шпонки різних типів.

Висновки

Проведений аналіз конструктивних рішень і досвіду експлуатації деформаційних швів виявив найбільш перспективні конструкції деформаційних швів, що дозволить проектувальникам сконцентрувати свою увагу на вдосконаленні вдалих рішень і уникнути використання завідомо ненадійних.

Запропонована класифікація дозволить інженеру чіткіше уявляти область застосування і особливості конструкції деформаційних швів за назвою її типу і підтипу, а також усуває неточності і плутанину в класифікації, яка використовується тепер.

Розроблена методика підбору деформаційних швів дозволяє обґрунтовано вибирати деформаційний шов для застосування у споруді.

Запропонований ряд технічних рішень, що підвищують надійність деформаційних швів при зниженні їх вартості.

Література

1. Торкатюк, В. И. Оптимизация высотного строительства [Текст] / В. И. Торкатюк. – Харьков: Прапор, 1984. - 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006* Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів «Навантаження і впливи» Норми проектування. [Текст] – Київ. – МІНБУД УКРАЇНИ. – 2006. – 75 с.
3. British Standards Institution. BS ISO 11600; 2002. Building construction. Jointing products. Classification and requirements for sealants, 16.
4. Волдржих, Ф. Деформационные швы в конструкциях наземных зданий. Пер. с чешек. [Текст] / Ф. Волдржих – М., Стройиздат, 1978. – 224 с, ил.
5. Нгуен Сао Трунг. Деформационные швы в виде упруго-пластических вставок в высотных зданиях сложной макроструктуры [Текст] : дис... канд. техн. наук / Сао Трунг Нгуен. – Санкт-Петербург, 2011. – 122 с.
6. Плетнев, В. И. Экспериментальное исследование деформационных швов различной ширины в перемычках зданий сложной макроструктуры [Текст] / В. И. Плетнёв, Сао Трунг Нгуен // Вестник гражданских инженеров. – 2011. – №1(26) - С.55-57.
7. Повышение предела огнестойкости деформационных швов строительных конструкций с помощью интумесцентной герметизирующей композиции [Текст] / И. А. Осипов; О. А. Зыбина // Инженерно-строительный журнал, No8, 2014 - с. 20-24.
8. Орлович, Р. Б. О расположении вертикальных деформационных швов в каменной облицовке наружных стен каркасно-монолитных зданий [Текст] / Р. Б. Орлович, С. С. Зимин, Н. М. Рубцов // Строительство и реконструкция. – № 3 (53) 2014. – С. 15-20.
9. Помазан, М. Д. Принципы проектирования рациональных строительных конструкций [Электронный ресурс] / М. Д. Помазан // Наук. вісн. буд-ва. – Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2009. – Вип. 54 – С. 134-144. Режим доступу: <https://tsp.kname.edu.ua/index.php/ru/nauka/nashi-publikatsiji>.
10. Патент України на корисну модель 95478 Спосіб визначення водонепроникності будівельних матеріалів [Текст] / О. В. Кондращенко, О. Г. Кесарійський, А. В. Єрохіна та ін. - Опубл. 25.12.2014, Бюл. 24.

References

1. Tortakutyuk, V.I. (1984) Optimization of high-rise building. Kharkiv: Flag, 56.
2. ДБН В.1.2-2: 2006 * System of reliability and safety of building objects «Load and impacts» Design rules. (2006) Kyiv. MINBUD OF UKRAINE, 75.
3. British Standards Institution. BS ISO 11600; 2002. Building construction. Jointing products. Classification and requirements for sealants, 16.
4. Voldjikh, F. (1978) Deformation joints in structures of terrestrial buildings. Per. from the Czechs. M., Stroyizdat, 224.
5. Nguyen Sao Trung (2011) Deformation joints in the form of elastic-plastic inserts in high-rise buildings of complicated macrostructure: Diss ... Candidate. tech Sciences. St. Petersburg, 122.
6. Pletnev, V. I., Nguyen Sao Trung (2011) Experimental study of deformation seams of different widths in crosslinkings of buildings of complex macrostructure. *The Vestnik of Civil Engineers*, 1 (26), 55-57.
7. Osipov, I.A., Zybin, O.A. (2014) Increase of fire resistance limit of deformation seams of building structures with the help of intumescenentoy sealing composition. *Engineering Civil Engineering Magazine*, 8, 20-24.
8. Orlovich, R., Zimin, S., Rubtsov, N. (2014) Location vertical extension joints in stone facing of external multi-layer walls of frame-monolithic multi-storey building. *Building and reconstructions*, 3 (53), 15-20.
9. Pomazan, M. D. (2009) Principles of designing rational building constructions. *Nauk. visn Bud-va. – Kharkiv: KhTTUBA, KOTV ABU.*, 54, 134-144. Retrieved from <https://tsp.kname.edu.ua/index.php/en/nauka/nashi-publikatsiji>.
10. Kondraschenko, O., Kesariskiy, O. G., Yerokhina, A. V. and others (2014) Patent of Ukraine for utility model

95478 Methods for determining the waterproofness of building materials. Published by 12.25.2014, Bul. 24.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В. С. Шмуклер, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна.

Автор: ШАПОВАЛ Світлана Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
E-mail - svitlana.shapoval@kname.edu.ua

Автор: ТКАЧЕНКО Микита Олексійович
студент магістр-науковець
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
E-mail - svitlana.shapoval@kname.edu.ua

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF DESIGNING DEFORMATION WIRE IN BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

S.V. Shapoval, M. O. Tkachenko

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Information on the existing structure of expansion joints, their advantages, disadvantages, limitations on the scope of application, and characteristic defects have been systematized and analyzed. A new classification of expansion joints is proposed, and a technique for selecting expansion joints for use depending on various factors influencing the choice of expansion joints is presented. It is necessary to understand that any building, apparently outwardly monolithic and stationary, often undergoes significant deformations. They are caused by various external influences and internal changes in the structure of materials. The paper considers only those loads and impacts, as well as their combinations, which should be considered when developing designs for expansion joints. The main attention should be paid to the analysis of the causes of the volume deformations of the structure, such as: concrete shrinkage; change in relative humidity; chemical interactions occurring in concrete structures; fluctuations in ambient temperature; concrete creep phenomenon. Recently, the filling material is expanded polystyrene sheet, which is inserted into the seam during its formation. Such filling allows free compression or opening of the seam with practically no stresses of the connected elements. However, bitumen-polymer compositions (mastic, thermoplastics of hot or cold hardening), pasting with rolled materials, installation of wooden boards, which are used as a formwork for concreting blocks, are used as fillers for a joint cavity.

In the expansion joints of large displacements (more than 25%), special profiles, splines, compression seals are used for sealing. The material of such seals are synthetic rubbers (rubber), plasticized polyvinyl chloride, high or low density polyethylene and the like. Very often, waterproofing tapes, as a rule, on a polymer base are used for the contour sealing of all types of seams.

The analysis of design solutions and operating experience of expansion joints revealed the most promising designs of expansion joints, which will allow designers to focus on improving successful solutions and avoid using obviously unreliable ones. According to the results of the study, a technology of a device for an expansion joint was developed to improve its operation and reduce its cost.

Keywords: expansion joint, working gap, sealing element, sealing, insulation, special profiles, keys, compression seals.