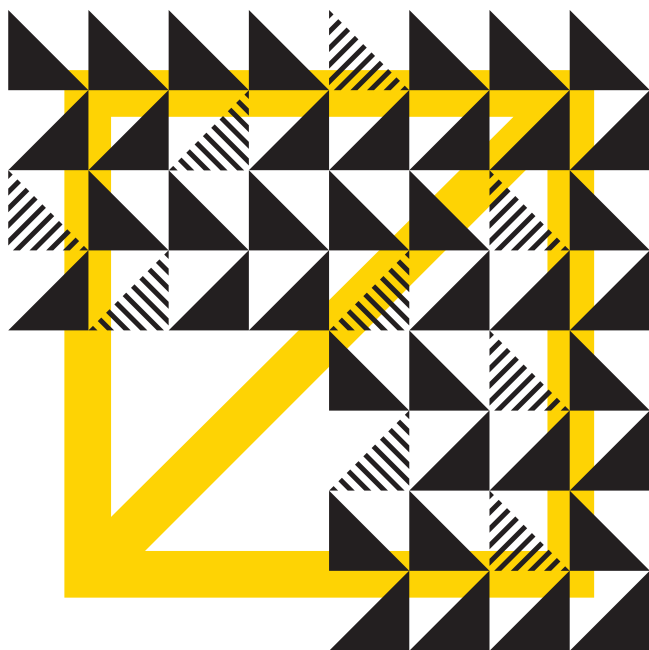
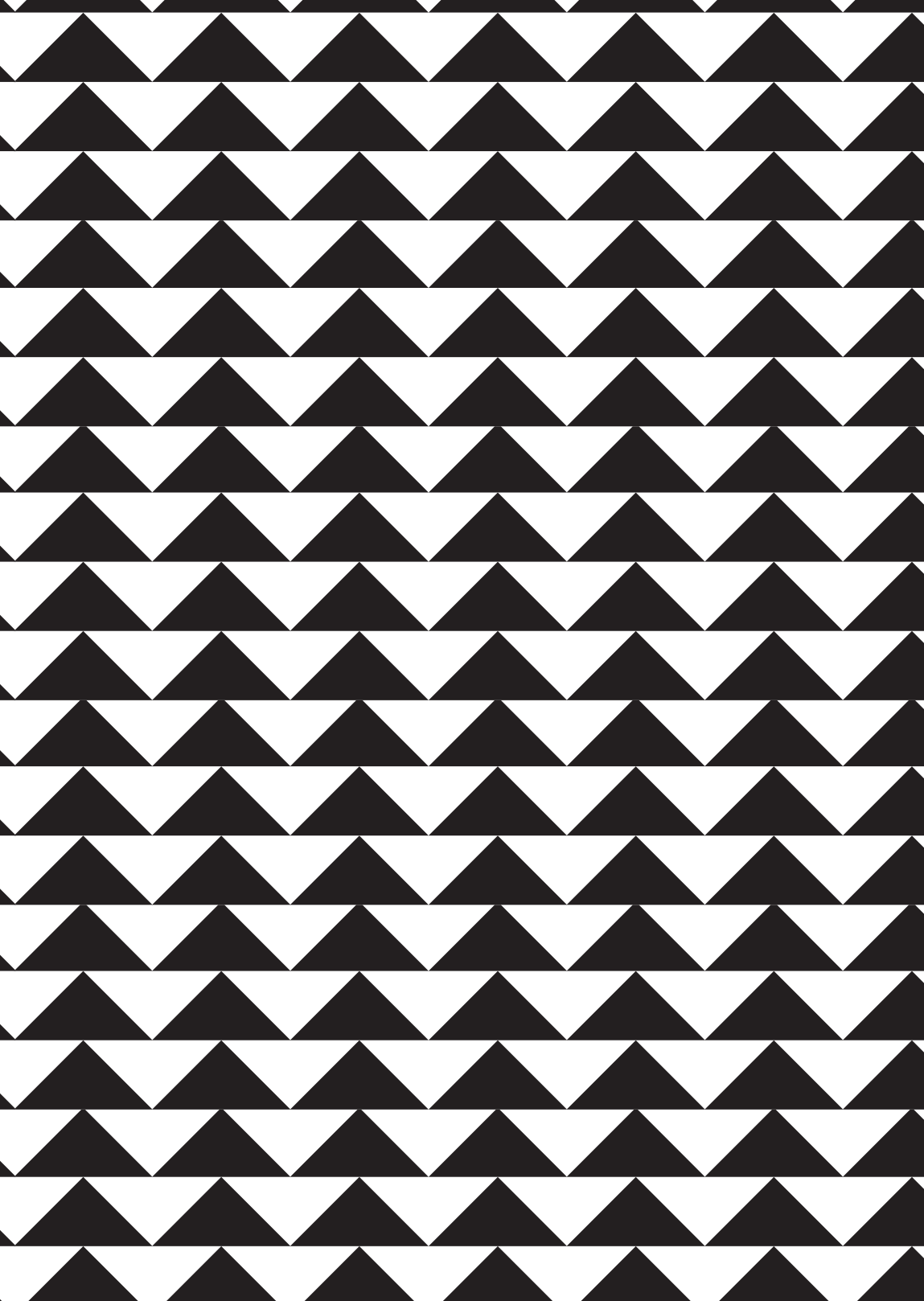


Тріщини в бетоні



БЕТОН
ВІД КОВАЛЬСЬКОЇ



Проведення перевірок якості: АЛГОРИТМ ДІЙ

Вхідний контроль якості підбору сировини та матеріалів у правильному їх компонуванні, співвідношенні та дозуванні.

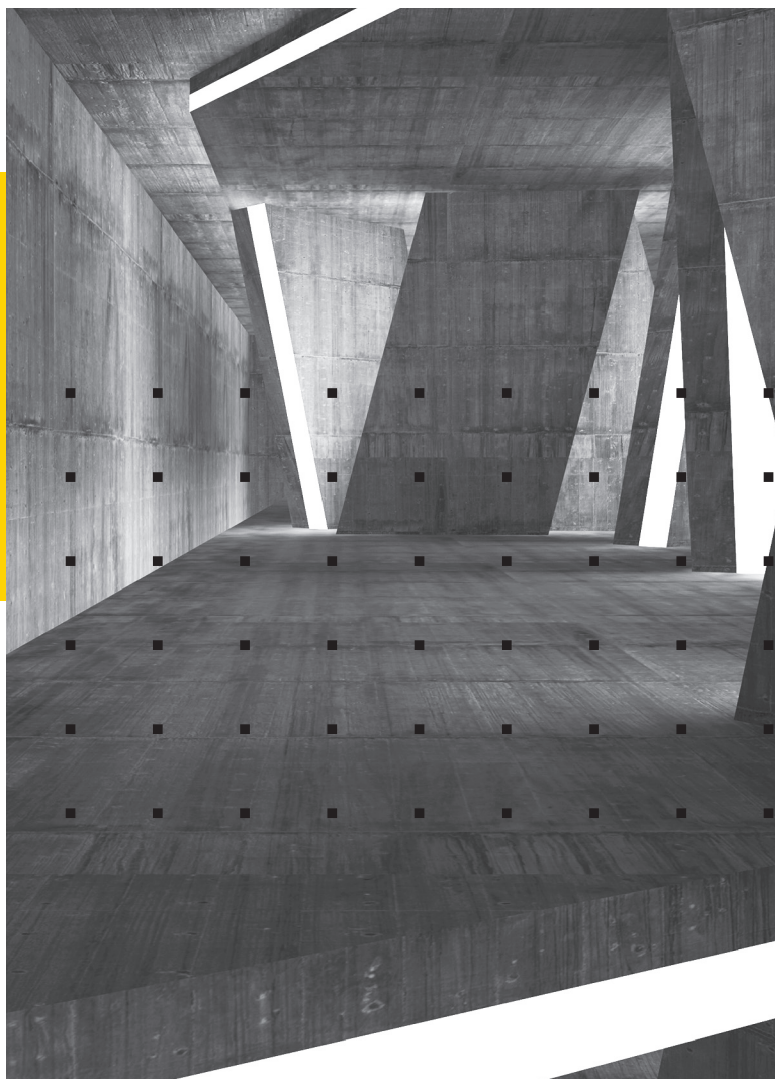
На етапі виготовлення продукту перевірка точності дозування, дотримання заданих технологічних параметрів, культури виробництва, вимог щодо охорони праці та екології.

Контроль якості готового продукту та прийняття рішення про його відповідність та готовність відвантаження замовнику.

Технологічний супровід, який ПБГ «Ковальська» надає своїм клієнтам на всіх етапах будівництва – аж до введення в експлуатацію та навіть довше.

БЕТОН
ВІД КОВАЛЬСЬКОЇ

ТРИЩИНИ В БЕТОНІ. ВИРОК ЧИ ПРИРОДНЕ ЯВИЩЕ?





**Які бувають тріщини?
Класифікація.** **8**

**Як розпізнати тип тріщин?
Діагностика.** **10**

**Як зменшити вірогідність
утворення тріщин?
Превентивні заходи.** **12**

**Що робити, якщо тріщини
вже утворилися?
Оцінка шкоди та рекомендації
по ремонту.** **15**



Які бувають тріщини?

Класифікація.

Всі тріщини за причинами їх появи можна розділити на структурні та природні (властиві, не структурні).

Під структурними тріщинами слід розуміти такі, що утворилися в бетоні внаслідок дії прикладеного зусилля, постійного статичного навантаження або інших зовнішніх впливів, що перевищували міцність бетону і спричинили його руйнування.

Природні тріщини, в свою чергу, за хронологією утворення та специфікою прояву можуть бути класифіковані в залежності від процесів, проходження яких викликало їх появу:

Усадочні тріщини, спричинені пластичними деформаціями бетону (пластична усадка та/або просідання), зазвичай проявляються впродовж перших 10-30 хв. до 6-12 годин часу.

Термічні тріщини, спричинені ранньою термічною усадкою, які утворюються в період від першого дня бетонування до 2 тижнів.

Конструктивні тріщини, що утворилися внаслідок тверднення та висихання бетону, після сплину кількох тижнів або навіть місяців.

Усадочні тріщини характерні для літнього сезону, а їх прояв залежить від догляду за бетоном.

Прояв термічних тріщин характерний для густоармованих та масивних конструкцій.

Конструктивні тріщини рідко зустрічаються при дотриманні вимог до виконання робіт по бетонуванню та правильному проектуванню складу бетонної суміші.

Як розпізнати тип тріщин?

Діагностика.

Утворення тріщин в бетоні завжди є наслідком, тому, аби їх уникнути або мінімізувати, для початку необхідно встановити фактори, що стали причинами виникнення.

Зазвичай, утворення тріщин викликане не одним фактором впливу, а декількома, проте завжди можна виділити основний фактор та чинники, що посилюють його дію.

Пластичне просідання, що проявляється у формі заглиблень по секціях арматури, у вигляді тріщин, які повторюють контури верхньої сітки арматурного каркасу, зазвичай спричинене високим виділенням води в бетоні і ускладнюється швидким її випаровуванням, що накопичується на поверхні. Також, пластичне просідання можна спостерігати у верхній зоні вертикальних конструкцій, що проявляється у вигляді горизонтальних поодиноких тріщин, основною причиною утворення яких є незадовільне (недостатнє або взагалі відсутнє) вібрування бетону при вкладанні в форму або раннє зняття опалубки.

Пластична усадка викликає утворення діагональних, хаотичних тріщин, а також таких, що повторюють арматурний каркас («сітка» тріщин). Основоположним фактором, що сприяє пластичній усадці, є швидка втрата води верхніми шарами щойно вкладеного бетону. Інша причина, що частково є наслідком дії першої, – це різне водоцементне співвідношення верхнього шару бетону (1-3 см) та бетону в об'ємі конструкції (нижче 3 см), що тягне за собою різну швидкість набору міцності в цих шарах, внаслідок чого виникають внутрішні напруження в бетоні, і у випадку, якщо вони більші, ніж те навантаження, яке здатен витримати бетон на поверхні, з'являються розриви верхнього шару. Також, пластична усадка виникає внаслідок того, що об'єм пластичної бетонної суміші більший, ніж об'єм затверділого бетону, тому що продукти реакції

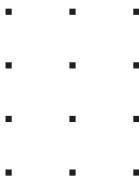
гідратації цементу мають впорядковану кристалічну структуру і займають менший об'єм, ніж вихідні компоненти – в'язучі матеріали та вода.

Рання термічна усадка бетону зазвичай спричинена температурними процесами, що в ньому відбуваються впродовж тверднення. Тріщина утворюється тоді, коли температурний градієнт між поверхнею бетону та оточуючим середовищем перевищує 16-20°C, а також тоді, коли має місце швидкий розігрів або охолодження бетону. Також, ефект посилюється внаслідок температурних деформацій матеріалу в холодному (менший об'єм) і нагрітому (більший об'єм) стані. Температурні тріщини зазвичай довгі, глибокі, не повторюють схему розміщення арматури.

Пізня усадка проявляється у вигляді конструктивних тріщин на повністю затверділому бетоні плит перекриття або стін (колон). Причиною зазвичай є нещільна структура бетону, що утворилася внаслідок неправильно підбраного складу бетонної суміші та співвідношення фракцій інертних заповнювачів. Пізня усадка рідко проявляється у вигляді тріщин бетону, зазвичай «просідання» конструкції відбувається тривалий час і тріщини можна виявити вже на поверхні облицювальних матеріалів.

Хаотично розміщені «волосяні» тріщини не несуть загрози для конструктивних характеристик конструкції, проте можуть псувати її естетичний вигляд. Причиною їх появи на вертикальних конструкціях є низька якість змазки та/або опалубки (зношеність), а на горизонтальних поверхнях – надмірне затирання свіжого бетону та поганий догляд.





Як зменшити вірогідність утворення тріщин? Превентивні заходи.

Отже, діагностувавши тип тріщин та причини їх утворення, можна обирати превентивні заходи, що допоможуть їх уникнути в майбутньому. Або ж, не обов'язково очікувати на виникнення дефектів, а забезпечувати мінімально необхідний догляд за бетоном і бути впевненому в результаті на 100% (базуючись на власному досвіді та інформації даного бюлетеня).

Слід зауважити, що заходи по догляду за бетоном безпосередньо не залежать від класу міцності бетону на тиск. Більш важливим є фактор сезонності (зима, літо) виконання робіт, а також тип конструкції (вертикальна, горизонтальна, масивна). Визначивши схильність бетону в певній конструкції за певних кліматичних умов до тріщин того чи іншого типу, для попередження тріщиноутворення необхідно вжити описані далі заходи.



Щоб тріщини не утворювалися в місцях пластичного просідання бетону, необхідно слідкувати за тим, аби водовідділення бетонної суміші не перевищувало межі 0,8-1%, а також, під час укладання бетонної суміші в опалубку, слід належним чином її ущільнювати за допомогою вібрації, що дасть змогу вивільнити залишок залученого повітря і забезпечить впорядкування різних фракцій заповнювача в компакту систему.



Попередити утворення тріщин від пластичної усадки можна, забезпечивши належний догляд за бетоном на ранніх етапах. Догляд має бути дійсно раннім, а саме починатися в перші 10 хвилин від закінчення бетонування (вкладання та вібрування) ділянки, що вийшла на відмітку нульового рівня. Даний тип догляду особливо актуальний в спекотну та/або вітряну погоду, а також в умовах посушливого клімату ($W_{\text{пов}} < 70\%$). Найефективніше забезпечується ранній догляд нанесенням на поверхню свіжого бетону матеріалів, які утворюють волого- та паронепроникну плівку, тим самим захищаючи бетон від випаровування води, а отже водоцементне співвідношення залишається однаковим і стабільним в процесі набору міцності бетону по всьому об'єму конструкції. Другий спосіб зупинити втрату вологи поверхнею бетону – укриття поліетиленовою плівкою, яка вкладається на вологий бетон та притискається до його поверхні таким чином, щоб забезпечити максимальне щеплення та герметичність. Ці роботи необхідно проводити паралельно з бетонуванням із максимальним відставанням в 15-20 хвилин, а не після його завершення.



Для отримання ідеальної поверхні без тріщин, необхідно забезпечити належний температурно-вологісний режим тверднення бетону в перші 3-5 діб в літній період і 5-7 діб в зимовий період (або до набору міцності бетону конструкції не менше 10 МПа). Догляд за бетоном в теплий період року передбачає укриття його вологоутримуючими матеріалами (мішковиною), поверх яких розпилюється вода, після чого поверхню вкривають матеріалом, що не пропускає випаровування вологи. Не допускається періодичність «зволоження-висихання» поверхні. Бетон має бути постійно вологим впродовж як мінімум перших трьох діб після вкладання. Виконавши ці умови в повному обсязі – захист від пластичних усадкових тріщин буде гарантовано.

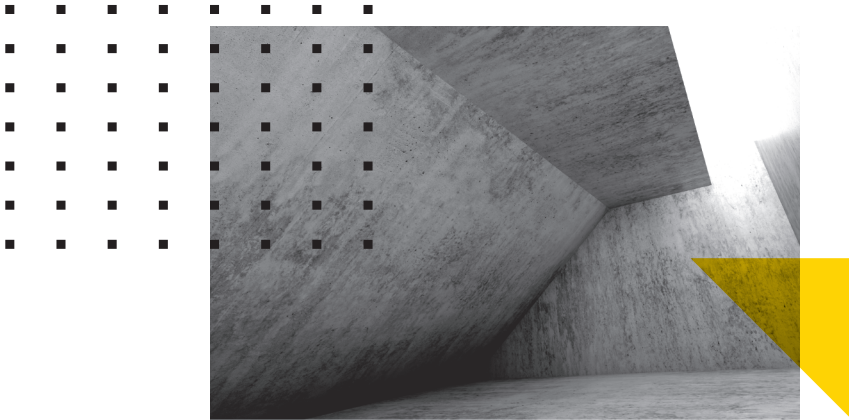


Захищати конструкцію від розтріскування внаслідок температурних деформацій необхідно як на етапі проектування складу бетонної суміші, використовуючи мінеральні та хімічні добавки, що зменшують інтенсивність екзотермічних реакцій в бетоні, так і на етапі виконання робіт по бетонуванню, а саме забезпечивши догляд за конструкцією таким чином, щоб швидкість охолодження бетону не перевищувала 1-5°C/добу (в залежності від масивності конструкцій), а перепад між поверхнею бетону та повітрям навколишнього середовища не перевищував 18°C. Цього можна досягти, використовуючи теплоізоляційні матеріали.



Пізня усадка бетону буде тим менше помітна, чим правильніше буде підібраний склад бетонної суміші, а також чим нижче буде водоцементне відношення в бетоні. Іноді, пізня усадка може бути пролонгацією пластичної, тому уникнувши її можна зменшити прояви більш пізніх деформацій та тріщиноутворення.





Що робити, якщо тріщини вже утворилися?

Оцінка шкоди та рекомендації по ремонту.

Вірогідність утворення тріщин на монолітних залізобетонних конструкціях має місце завжди, особливо вона підвищується в умовах температурних екстремумів – в спекотну літню погоду та за низьких температур взимку, а також в умовах значної різниці між денною та нічною температурами. Ускладнює ситуацію зазвичай недбале ставлення до проблеми тріщиноутворення під час виконання робіт з бетонування.

Якщо ж таки тріщини утворилися, першим етапом має бути встановлення їх геометричних параметрів та визначення локалізації, на основі чого можна провести оцінку їх можливого впливу на техніко-експлуатаційні характеристики конструкції.

Згідно вимог **ДСТУ В.2.6-156:2010** «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування» п. 5.3, для конструкцій з експозиційними класами впливу навколишнього середовища ХО та ХС1, згідно **ДСТУ Б В.2.7-176:2008** «Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови» п.4.1., ширина тріщин не впливає на довговічність бетону конструкції. Якщо вимоги до зовнішнього вигляду відсутні, то наявність усадкових тріщин не вважається дефектом.

Згідно **ДСТУ Б В.2.6-156:2010** «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування», п.5.3.1 «Утворення тріщин є нормальним для залізобетонних конструкцій, на які діє згин, зріз, крутіння або розтяг, викликані безпосереднім навантаженням або обмеженням прикладених деформацій. Утворення тріщин повинно обмежуватися до рівня, за якого вони не впливають на належне функціонування конструкції або вони є прийнятними».

Рекомендовані величини w_{max} для відповідних класів впливу наведені в таблиці 5.1 **ДСТУ Б В.2.6-156:2010** «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування». Якщо тріщини за результатом інструментального обстеження перевищують вказані межі, класифікуються як конструктивно-небезпечні, або замовник має перестороги щодо самого факту їх наявності, необхідно провести повторні розрахунки залізобетонних виробів, з урахуванням наступних умов (згідно ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування»). Для конструкцій, що експлуатуються в умовах, захищених від кліматичних впливів, граничнодопустима ширина розкриття тріщин не повинна перевищувати 0,5 мм; для конструкцій, які зазнають кліматичних впливів, - 0,4 мм; для конструкцій, які експлуатуються в агресивних середовищах, - 0,3 мм; для конструкцій з підвищеною чутливістю до корозії – 0,2 мм.

В той час в пункті **4.3.3.4 ДСТУ Б В.2.6-2:2009** «Вироби бетонні та залізобетонні. Загальні технічні умови» зазначається, що допускаються поперечні тріщини від обтиснення бетону в попередньо напружених виробках, а також усадкові та інші поверхневі технологічні тріщини заввишки не більше ніж 0,1 мм у попередньо напружених виробках, в елементах колон та стовпів, а також у виробках із важкого бетону, до якого встановлені підвищені вимоги морозостійкості, та 0,2 мм у всіх інших випадках.



Європейські норми класифікують тріщини, шириною розкриття до 0,3 мм як естетично прийнятні, в державних стандартах України такі вимоги відсутні. Також, науково доведеним є факт здатності мікро-тріщин, ширина розкриття яких не перевищує 0,2 мм, до «самозагоєння». Відбувається це внаслідок утворення нерозчинних кристалів карбонату кальцію при контакті води, вільного вапна та вуглекислого газу, які блокують тріщину, роблять її водонепроникною, таким чином «загоюючи» її.

Якщо в результаті вивчення та дослідження тріщин було встановлено, що вони можуть вплинути на довговічність конструкції, то необхідно провести ремонтні роботи по усуненню дефектів. Ремонтні роботи залежать від оцінки ризиків, спричинених утворенням тріщин, та за ступенем складності поділяються на декілька типів.

Поверхневі тріщини шириною до 0,5 мм та глибиною, що не перевищує товщину захисного шару бетону над арматурою, та являють собою лише естетичний дефект, маскуються проведенням косметичного ремонту з використанням дрібнофракційної цементної ремонтної суміші, що наноситься еластичним шпателем. В подальшому поверхня може бути зашліфована.

Поверхневі тріщини шириною до 0,5 мм та глибиною, що перевищує товщину захисного шару бетону над арматурою, при експлуатації конструкції без вторинного захисту (обробки) в умовах впливу навколишнього природного середовища (опаді, перепади температур та ін.), а також конструкції з бетону, до яких висувуються підвищені вимоги по довговічності, потребують ремонту цементними або полімерними ремонтними сумішами, що може проводитися або методом ін'єктування, або шпаклювання дефектних ділянок (згідно рекомендацій виробника ремонтних сумішей).

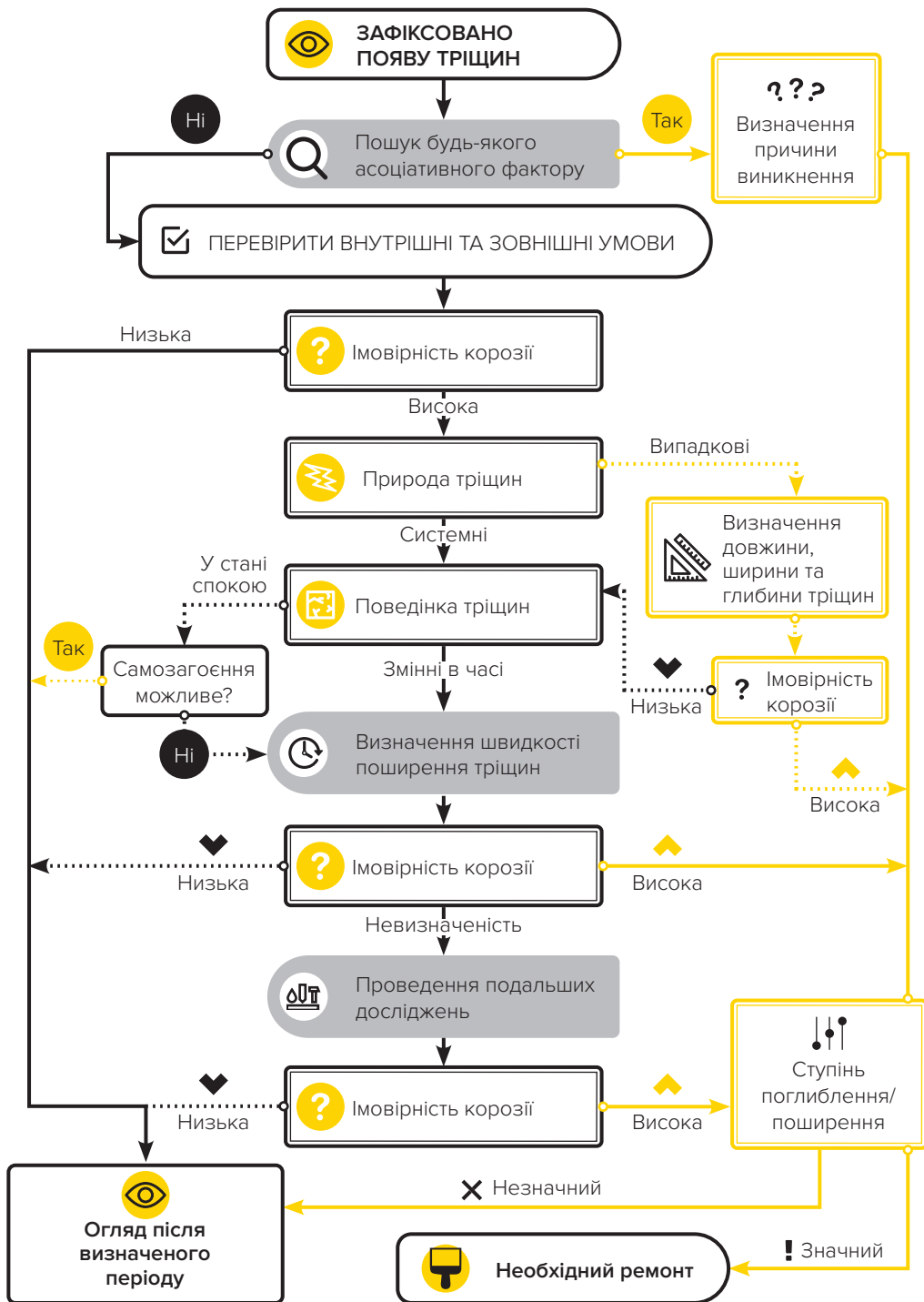
Поверхневі тріщини шириною понад 0,5 мм та глибиною, що перевищує товщину захисного шару бетону над арматурою, потребують ремонту з використанням ремонтних сумішей, максимальна фракція та міцність яких підбирається в залежності від геометричних параметрів пошкоджень. В окремих випадках ремонтні роботи передбачають «розшивання» тріщин та їх подальший ремонт, для забезпечення вищої надійності та ефективності проведених робіт.

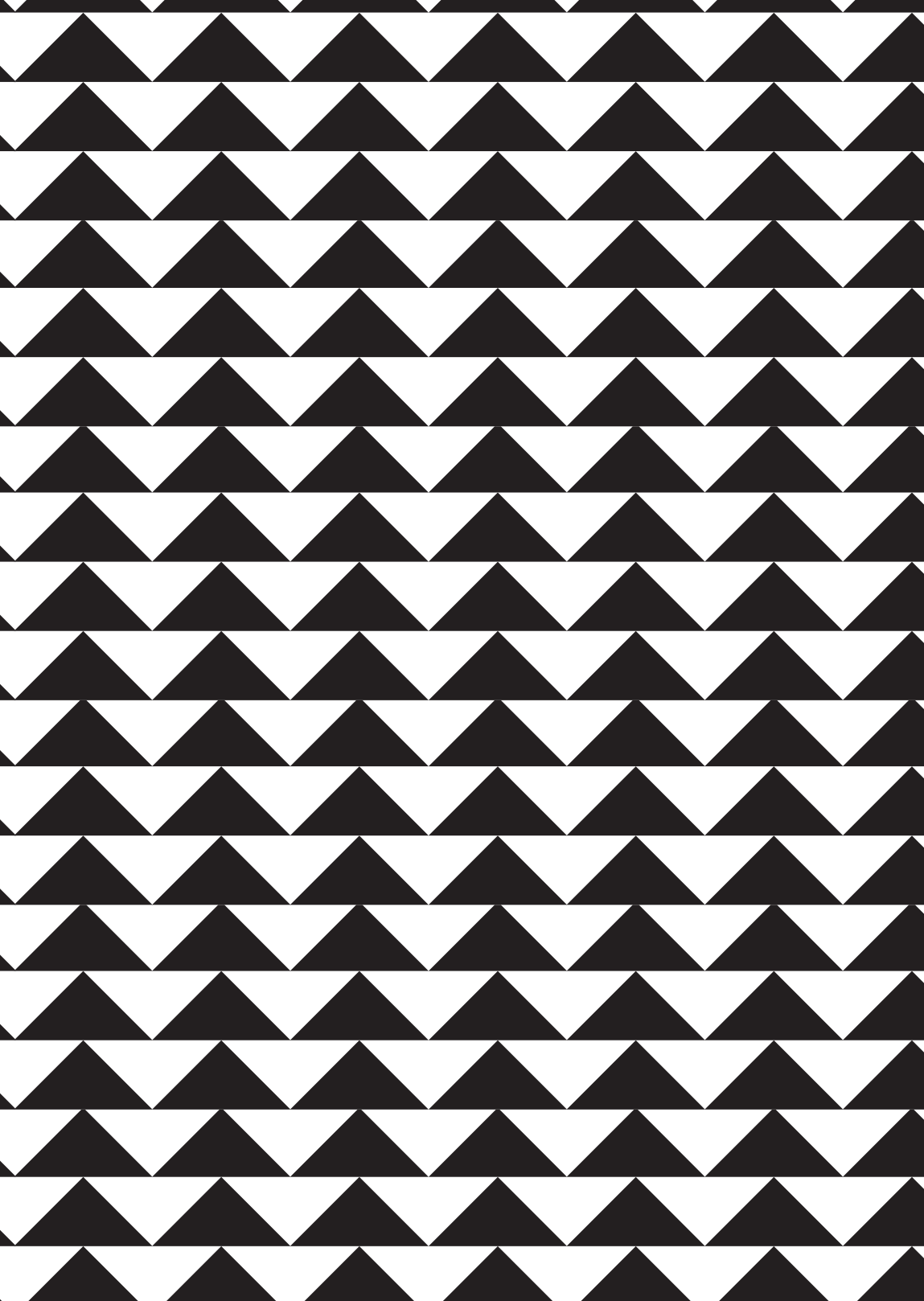
Наскрізні тріщини незалежно від геометричних параметрів спочатку обробляються полімерними сумішами для захисту сталеві арматури від корозії, а потім шпаклюються.



При виявленні тріщин на виробах/конструкціях з бетону необхідно, в першу чергу, оцінити їх згідно технічних критеріїв. Оцінку, навряд чи, зможе провести непідготовлений фахівець, тим паче, без відповідного обладнання – мікроскопа та ультразвукового приладу. Отож, до роботи необхідно залучати представника виробничої лабораторії, або Інноваційно-технологічного центру ПБГ «Ковальська». Після візуально-інструментального обстеження бетонної конструкції фахівець діє згідно алгоритму.

За результатами проведеної роботи складається Акт та (при необхідності) формуються рекомендації по ремонту.





У разі виникнення технічних питань
звертатися в Інноваційно-технологічний центр
«Ковальська» (ІТЦ):

Вікторія Співак Вікторівна, к.т.н.

Директор ІТЦ та Відділу експертного контролю якості
v.spivak@kovalska.com

04074, м. Київ, вул. Резервна, 8

тел.: (044) 331-36-89

моб.тел.: (095) 271-42-32

БЕТОН
ВІД КОВАЛЬСЬКОЇ

БЕТОН

ВІД КОВАЛЬСЬКОЇ

ВІДДІЛИ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ:

м. Київ

вул. Будіндустрії, 7
вул. Сім'ї Кульженків, 8

м. Вишневе

вул. Київська, 54

АДРЕСИ ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ:

м. Київ

вул. Будіндустрії, 7
вул. Промислова, 4
вул. Бориспільська, 11
вул. Сім'ї Кульженків, 8
вул. Святошинська, 34
вул. Пшенична, 2

м. Вишневе

вул. Київська, 54

м. Ірпінь

вул. Північна, 54

(044) 501-11-88

client@kovalska.com



КОВАЛЬСЬКА
ПРОМИСЛОВО-БУДІВЕЛЬНА ГРУПА

beton.kovalska.com