

Базуючись на виконаних експериментальних дослідженнях та виробничих даних, можна вважати, що ступінь шаржування очищеної дробоструминним способом поверхні осколками дробу може бути використаний як критерій оптимізації дробоструминного очищення, оскільки він у кінцевому підсумку є визначальним чинником надійності роботи обладнання.

Автором отримано залежність ступені шаржування (кількості осколків дробу, що застрягли в поверхні площею 1 м^2) від технологічних режимів та властивості матеріалу

$$N_{\text{ш}} = \frac{2\sigma_{\text{тд}}\delta k_{\Delta m} k_{\text{оск}}}{n(1-0,5k_{\text{пот}})(v\cdot\sin\gamma)^2(1-k_{\text{в}}^2)\eta k_{\text{р}} m_{\text{оск}}} 10^{-6},$$

де $\sigma_{\text{тд}}$ – динамічна міцність МПа; δ – припуск на обробку, мм; $k_{\Delta m}$ – коефіцієнт втрати маси дробу; $k_{\text{оск}}$ – коефіцієнт наявності (масової частки) осколків в загальній масі дробу; n – кількість циклів, що відпрацювала дріб; $k_{\text{пот}}$ – втрата маси дробу за період її стійкості; v – швидкість атаки дробу; γ – кут атаки дробу; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт відновлення швидкості атакуючої дробинки; η – коефіцієнту втрат на внутрішнє тертя в металі; $k_{\text{р}}$ – коефіцієнт руйнування металу; $m_{\text{оск}}$ – маса осколку дробу найпоширенішого розміру.

Ступінь шаржування оброблюваної поверхні залежить як від технологічних режимів дробоструминного очищення, так і від стану дробу та властивостей поверхні. Ступінь шаржування може бути використаний як критерій оптимізації процесу дробоструминного очищення, оскільки він у кінцевому підсумку визначає якість підготовки металу під захисне неметалеве покриття. Ступінь шаржування в значній мірі визначає залишковий ресурс обладнання.

Література:

1. Tawade, P., Shembale, S., Hussain, Hussain, S., Sabiruddin, K. (2023). *Effects of Different Grit Blasting Environments on the Prepared Steel Surface. J Therm Spray Tech*, 32, 1535–1553. <https://doi.org/10.1007/s11666-023-01585-3>

2. Goryk, O., Koval'chuk, S., Brykun, O., Aksonov, S. (2023). *Assessment of Quality Criteria of Shot Blasting Cleaning of the Inner Surfaces of Chemically Resistant Containers. In: , et al. Advances in Mechanical and Power Engineering . CAMPE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham*, 98–107. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1_10

УДК 624.016:519.6

ОСОБЛИВОСТІ СКІНЧЕННОЕЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТИКІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Кириченко В. А., к.т.н., доцент
Мищенко М.О., аспірант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ab.Kyrychenko_VA@nupp.edu.ua

Актуальність. Напружено-деформований стан стиків залізобетонних елементів у більшості випадків є таким, що слабо піддається аналітичному описанню через нелінійності, пов'язані із характеристиками матеріалу, контактними взаємодіями та тріщиноутворенням. Водночас, поширеними є методи визначення несучої здатності на основі принципів граничної рівноваги.

Альтернативним способом дослідження є використання скінченноелементних комплексів для моделювання роботи залізобетонних стиків із урахуванням нелінійностей та контактних взаємодій. Порівняно із іншими випадками, моделювання бетону та залізобетону має деякі особливості, що суттєво впливають на результати розрахунку.

Метою роботи є дослідження параметрів скінченноелементних моделей, що забезпечують отримання достовірних результатів моделювання стиків залізобетонних конструкцій у програмному комплексі Simulia Abaqus.

Методика та організація дослідження. Однією із найбільш поширених моделей бетону є

модель CDP в Simulia Abaqus [1]. Вона використовує діаграму σ - ϵ для стиснутого бетону, що складається з трьох основних ділянок – пружної ділянки (до значення напружень $0,3...0,4f_c$), нелінійної ділянки до досягнення f_c та низхідної гілки [2]. Описання параметрів діаграми при стиску однозначне і не викликає ускладнень. При розтягуванні ж виникає проблема, після утворення тріщини деформації локалізуються в зоні цієї тріщини, і середня деформація скінченного елемента залежить від його розміру. Тобто, до утворення тріщини деформація бетону визначається з діаграми, а після утворення – як відношення ширини розкриття тріщини до характерного розміру елемента. Така поведінка вимагає задавання параметрів роботи бетону особливим чином. В Abaqus реалізовані три наступні способи задавання поведінки бетону при розтягуванні.

Напруження - непружна деформація (Stress - Inelastic Strain), у цьому випадку явно задається залежність напружень від деформацій, недоліком якої є залежність енергії руйнування від густоти сітки.

Напруження – ширина розкриття тріщини (Stress - Cracking Displacement), при цьому явно задається поведінка бетону при розкритті тріщини.

Питома енергія руйнування (GFI) – задається межа міцності бетону при розтягуванні та питома енергія руйнування при утворенні тріщини. Такий варіант автоматично враховує розмір елемента.

Іншою розповсюдженою проблемою є проблема збіжності розрахунків в нелінійних задачах, таких, як моделювання бетонних шпонкових стиків. Основними причинами отримання нестійких результатів є низхідна гілка діаграми, різке падіння несучої здатності після утворення тріщини та контактні взаємодії. Рішенням такої проблеми є введення в'язкої поведінки матеріалу, що дозволяє стабілізувати ітераційний процес, запобігти осциляціям напружень та загалом пройти критичні точки діаграми «навантаження-переміщення» [3]. При цьому важливо вірно задати параметри в'язкості, щоб уникнути надмірної дисипації енергії та, як результат, завищення несучої здатності.

Контроль рівня в'язкості виконується шляхом порівняння в'язкої частки енергії дисипації, яка повинна складати незначну частину (наприклад, до 3%) від загальної енергії дисипації.

Література

1. Dassault Systèmes. Abaqus 2020 Documentation. Providence, RI: Dassault Systèmes Simulia Corp., 2020.
2. British Standards Institution (BSI). (2004). Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. BS EN 1992-1-1:2004, London.
3. Issa, M. A., and Abdalla, H. A. (2007). Structural behavior of single key joints in precast concrete segmental bridges. *J. Bridge Eng.*, 10.1061/(ASCE)1084-0702(2007)12:3(315), 315–324.

УДК 552.578.1

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УТВОРЕННЯ ТА ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШТУЧНО СФОРМОВАНИХ ГАЗОГІДРАТ-ВМІЩУЮЧИХ ДОННИХ ОСАДІВ

Коболев В.П., доктор геол. наук, професор, **Михайлюк С.Ф.**, **Сафронов А.М.**
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ
kobol@igph.kiev.ua

Наявність метаногідратів в морських донних відкладах значно змінює їх фізичні властивості, за рахунок чого вони можуть бути виявлені за допомогою дистанційних геофізичних спостережень. Фізичні властивості газогідрат-вміщуючих донних осадів (ГВО) являють собою надзвичайно важливу інформацію для виявлення присутності цих сполук, оцінки кількості захоплених газових гідратів осадами, а також розробки методів використання