



Рис. 2 – Побудова просторової моделі за допомогою Sketch Up

Отримані креслення моделі в пошаровій розкладці можуть бути передані на будь-яке обладнання для їх виготовлення – лазерний різак, фрезерний верстат з ЧПУ, установки для лиття під тиском чи принтер для 3Д- друку [1].

Список посилань

1. Сайт Indigowood [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://indigowood.com.ua/>. Дата доступу: 15.05.2023.
2. Jabi, Wassim. Parametric Design for Architecture / Laurence King Publishing, 2013, – 209 p. – ISBN: 9781780673141.
3. Надыршин Н. М. Параметризм как стиль в архитектурном дизайне: // Вестник ОГУ. — 2013. — № 1 (150). — С. 53—57
4. Сайт Craftivaar [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.craftivaar.com/>. Дата доступу: 15.05.2023.
5. Сайт Novatr [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.novatr.com/>. Дата доступу: 15.05.2023.
6. Портал Sketchup [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sketchup.com/>. Дата доступу: 15.05.2023.
7. Roopinder Tara, "Trimble a Surprise BIM Software Leader", 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.engineering.com/BIM/ArticleID/13859/Trimble-a-Surprise-BIM-Software-Leader.aspx>. Дата доступу: 15.05.2023.

УДК 621.941-229.3:531.133

Білик С.І., докт. техн. наук, професор
Білик А.С., канд. техн. наук, доцент
Нужний В.В., ст. викладач

Київський національний університет будівництва і архітектури, vartist@ukr.net

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗАХИСНІ СПОРУДИ

Для захисту інфраструктурних та військових об'єктів, починаючи з першої світової війни, став широко використовуватися бетон, сталь та залізобетон для будівництва спеціальних споруд з метою захисту від ураження артилерійськими снарядами. Друга світова війна додала до переліку небезпечних факторів авіабомби. Війна рф, яка ведеться наразі проти України, засвідчили появу нових, раніше не врахованих загроз для споруд від високоточних засобів повітряного нападу противника, зокрема ракет та БпЛА. Це

призводить до розширення навантажень і впливів на будівлі і споруди внаслідок ударних та інших навантажень [1,2,3]. Аналіз досліджень показує, що необхідно узагальнити класифікацію силових дій від сучасних факторів загроз для споруд з урахуванням воєнного стану за різними характеристиками і наслідками. Потенційні снаряди які впливають на захисні будівлі і споруд розділяють за впливом на 1) кінетичні снаряди, 2) снаряди вибухової дії, 3) снаряди температурної дії, 4) комбіновані снаряди: вибухової кінематичної температурної дії одночасно, 5) ракети, 6) аварії транспортних засобів і літаків, 7) ударні безпілотні літальні апарати бойової дії, 8) осколки, які утворені військовими та терористичними бомбардуваннями, осколки, утворені випадковими вибухами та інші події (наприклад, вихід з ладу резервуара під тиском, вихід з ладу лопаті турбін чи інших високошвидкісних обертових машин), 9) повітряні летючі об'єкти внаслідок дії природних сил (торнадо, вулкани, метеорити) тощо. Снаряди та ракети, або пристрої та природні явища дуже різноманітні за своїми формами та розмірами, швидкістю удару, твердістю, жорсткістю, положення та напрямком удару у просторі (тобто нахил, поворот, перекидання тощо). Також взаємодія снарядів різних типів відрізняється часом дії на будову або споруду, та фізикою утворення динамічного навантаження, часом ударного імпульсу, спектром наслідків пошкоджень цілі тощо. Ракети можна класифікувати за дію на поверхню споруди, як тверді, напівтверді (середньо деформовані при контакті з поверхнею захисної споруди) або м'які (сильно деформовані при контакті з поверхнею захисної споруди). Взаємодія ракет і захисної споруди характеризується глибиною проникнення, часом проникнення, відповідно імпульсом динамічного навантаження, величиною деформації самої ракети. Жорсткий удар снаряда або ракети призводить як до локального пошкодження захисної споруди, проникнення в середину конструкції на певну величину, так і до загальної динамічної реакції захисної споруди. Також при жорсткому ударі коефіцієнт динамічності самого снаряду достатньо значний, і тому момент вибуху, проникнення снаряду в середину захисної конструкції та деформація снаряду є пов'язані між собою події у часі. М'який удар складаються з розколювання бетону (penetration), відриву бетону від задньої поверхні (spalling), луцення бетону при проникненні в середину конструкції мішені (perforation) та деформацією самої ракети. Коефіцієнт динамічності системи «захисна конструкція–ракета» суттєво відрізняється від коефіцієнта динамічності ракети внаслідок впливу приєднаної ваги. Тому може відбуватися сильне руйнування конструкції ракети внаслідок контакту із захисною конструкцією та внаслідок динамічного навантаження, яке виникає в оболонці ракети в момент контакту з залізобетонною конструкцією. Загальний динамічний відгук захисної стінки або плити складається із деформацій згину з урахуванням коефіцієнту динамічності. Цей коефіцієнт динамічності, який залежить від граничних умов обпирання і жорсткості плити або стінки, може призводити до суттєвої зміни амплітуди коливань у часі. Потенційне руйнування при згині або зсуві відбудеться, якщо локальна енергоємність плити від деформації не перевищує кінетичну енергію від дії ракети або снаряду. Тому важливою задачею є визначення приєднаної ваги в системі «захисна споруда-ракета». Особливо треба зауважити, що приєднана вага в цій системі є змінна у часі. Внаслідок пониженої суцільності ракети по відношенню до снаряду, глибина проникнення ракети залежить від загострення обтікача, який на кінці достатньо твердий. Тому удар бойових ракет слід відносити до напівтвердого удару, тому що буде виникати достатнє значне проникнення в середину захисної конструкції, а процес відколювання бетону при його луценні буде мати певну швидкість. З іншого боку, удар літаків об захисну споруду слід віднести до м'яких ударів. Підходи до врахування таких сполучень навантажень розвинуті в роботах [4,5,6].

Список посилань

1. Rajiv Ranjan, Prabhakar Gundlapalli. Local impact effects on concrete target due to missile: an empirical and numerical approach/Conference: Improving Performance of Concrete Structures : Fourth

International fib Congress in Mumbai, India (2014) Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/34468104>,

2. A. Ramachandra Murthy, G. S. Palani, Nagesh R. Iyer. Impact Analysis of Concrete Structural Components / Defence Science Journal. – 2010. – 60(3). – p. 307-319. Режим доступа: DOI:10.14429/dsj.60.35. <https://www.researchgate.net/publication/269919734>.

3. Коцюруба В.І. Методика розрахунків та обґрунтування вимог до інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури від БпЛА типу баражуючий боєприпас / В.І.Коцюруба, А.С.Білик, А.О.Веретнов, Г.С.Гайдарли, Р.М.Борта, Б.І. Тертишний Б.І. // Опір матеріалів і теорія споруд/Strength of Materials and Theory of Structures. – 2022. – № 109 – с. 164-183. Режим доступа http://opir.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-109/14-109_kocyuruba_v.i._bilik_a.s._veretnov_a.o._gaydarli_g.s._borta_r.m._tertishniy_b.i.pdf

4. Білик С.І. Вплив зміни технологічних умов експлуатації сталевих опорних конструкцій обладнання та трубопроводів енергоблоків атомних станцій на їх сейсмічну міцність/С.І. Білик, О.П. Шугайло // Ядерна та радіаційна безпека. – 2022. – № 1(93). – с.62-70. Режим доступа: [https://doi.org/10.32918/nrs.2021.1\(93\).07](https://doi.org/10.32918/nrs.2021.1(93).07)

5. Шугайло О.П. Дослідження напружено-деформованого стану сталевих опорних конструкцій елементів енергоблоків атомних станцій за сейсмічних навантажень/ О.П. Шугайло, С.І. Білик, // Ядерна та радіаційна безпека. - 2022.- №3(95) – с. 15-26. Режим доступа: [https://doi.org/10.32918/nrs.2022.3\(95\).02](https://doi.org/10.32918/nrs.2022.3(95).02)

6. Шугайло О.П. Розвиток методів оцінки безпеки сталевих опорних конструкцій обладнання і трубопроводів енергоблоків атомних станцій за сейсмічних навантажень/ О.П. Шугайло, С.І. Білик, // Ядерна та радіаційна безпека. – 2023. – №1(97) – с. 20-29. Режим доступа: [https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1\(97\).03](https://doi.org/10.32918/nrs.2023.1(97).03)

УДК 721.(477)

Барбаш М.І., ст. викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», m_barbash@ukr.net

ПРОГРАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ІНСОЛЯЦІЇ ТА КОЕФІЦІЕНТУ ПРИРОДНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ

Програми для автоматизованого розрахунку інсоляції дозволяють дизайнерам та архітекторам швидко і точно визначити кількість сонячного світла, що падає на будівлю або певну зону на землі, допомагають проектувальникам та консультантам оптимізувати будівлю з погляду енергоефективності, доступу денного світла, характеристик електричного освітлення, теплового комфорту та інших показників здоров'я мешканців протягом дня та в різні пори року.

Дизайн із використанням денного світла важливий не тільки для економії енергії, а й для створення атмосфери простору та підвищення візуального комфорту мешканців.

Найвідомішим програмним забезпеченням для аналізу екологічних характеристик сектору архітектури, проектування та будівництва є:

1. Autodesk Revit – програма для проектування будівель, яка має функцію автоматичного розрахунку інсоляції.

2. Ecotect – програма для аналізу будівель, яка дозволяє розраховувати інсоляцію та інші параметри, пов'язані з енергоефективністю будівель. Ecotect-аналіз є програмним забезпеченням, яке дозволяє розробнику моделювати характеристики будівлі на ранніх стадіях проектування. Autodesk, прагнучи підтримувати зростаючу увагу галузі АЕС до енергоефективності та високопродуктивного проектування, інтегрувала функціональні можливості, аналогічні Ecotect Analysis, до сімейства продуктів Revit.

Найбільш часто виконувані задачі Ecotect:

- аналіз сонячної активності (дозволяє візуалізувати та кількісно оцінити розподіл сонячного випромінювання для будь-якої дати та часу та безпосередньо відобразити результати на моделі);