

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БІЛБОРДА

*Р. О. Дейнега, О. Я. Фафлей, В. О. Мельник, Л. Р. Юрич, Р. С. Кравчук, В. В. Михайлюк*

*ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. +380687640014,  
e-mail: olera32@ukr.net*

*Рекламний щит, білборд – рекламоносій, що встановлюється уздовж вулиць міста і трас за межами населених пунктів. Характеризується різноманітністю конструкцій. Переваги використання рекламних щитів, порівняно із іншими видами реклами, полягає у тому, що завдяки великим розмірам охоплюється величезна аудиторія потенційних покупців. Важливим для таких конструкцій стає забезпечення міцності та надійності, адже вони піддаються впливу різних чинників та навантажень (вітрове, власної ваги, землетрус тощо), тож аварії, пов'язані з цими навантаженнями, спостерігаються досить часто. Варто зауважити, що навантаження, які діють на білборд, є як статичними, так і динамічними. У статті проведено імітаційне моделювання конструкції білборду, що перебуває під дією навантажень, яким досить часто нехтують під час проектування – власної ваги. За допомогою інструментів програми SolidWorks було розроблено тривимірну модель конструкції білборду та визначено його масу, яка складає близько 560 кг. У ході проведення імітаційного моделювання використано тип контактів елементів конструкції білборда – «зв'язані», що дало змогу пришвидшити процес розрахунку, проте унеможливило врахування особливостей з'єднань деталей конструкції. За результатами проведеного імітаційного моделювання встановлено величини переміщень, що виникають у конструкції білборда у випадку використання підпорки і без її використання. Запропоновано у подальшому провести дослідження конструкції білборда, врахувавши комплекс навантажень: вітрове, власної ваги, навантаження від дії снігу, землетрусу тощо. За результатами таких досліджень можна буде проаналізувати можливість оптимізації конструкції білборда, наприклад зменшити його масу, що, з економічної точки зору, на сьогодні є вагомим аргументом під час проектування та експлуатації таких виробів.*

*Ключові слова: білборд, імітаційне моделювання, переміщення, напруження, міцність.*

*Billboard is an advertising medium installed along city streets and highways outside localities. It is characterized by a variety of designs. The advantages of using billboards in comparison with other types of advertising are that due to their large size, a huge audience of potential buyers is reached. It is important for such structures to ensure strength and reliability, because they are exposed to various factors and loads (wind, dead weight, earthquake, etc.), so accidents associated with these loads are observed quite often. It is worth noting that the loads that act on the Billboard are both static and dynamic. The article provides a simulation simulation of the design of a billboard that is under the influence of loads, which is often neglected during design – its own weight. Using the tools of the SolidWorks program, a three-dimensional model of the billboard design was developed and its mass was determined, which is almost 560 kg. During the simulation, the type of contacts of the Billboard structural elements was used – "connected", which made it possible to speed up the calculation process, but made it impossible to take into account the features of the connections of structural parts. Based on the results of the simulation, the values of movements that occur in the design of the Billboard in the case of using the support and without its use are established. It is proposed to further study the design of the Billboard, taking into account the complex of loads: wind, own weight, load from snow, earthquake, etc. Based on the results of such studies, it will be possible to analyze the possibility of optimizing the design of a billboard, for example, to reduce its weight, which, from an economic point of view, is currently a weighty argument in the design and operation of such products.*

*Keywords: billboard, simulation modeling, displacement, stress, strength.*

**Вступ**

Сучасне життя неможливо уявити без реклами як одного із основних елементів соціальної та економічної сфери. Важливим для цього стає використання рекламних щитів, білбордів, панелей, стійок, стел, пілонів та багато іншого. Всі ці рекламні конструкції характеризуються різноманітністю форм, розмірів, конструктивних особливостей, технологій презентування матеріалу тощо.

Проте такі елементи повинні відповідати і низці нормативних документів, що використовуються під час їх проектування, монтажу та експлуатації. Особливу увагу потрібно приділяти питанню надійності конструкцій, що містять визначення їх міцності та стійкості.

**Аналіз вітчизняних досліджень і публікацій**

Білборди – габаритні зовнішні рекламні носії, що розміщуються як вздовж вулиць, так і автомагістралей. Завдяки великому розміру та можливостям для творчості рекламні щити привертають увагу споживачів та є чудовим рішенням для рекламодавців [1].

Конструкції білбордів можна класифікувати [2]:

1. За кількістю сторін, на яких розміщують інформацію:

- односторонні;
- двосторонні;
- тресторонні білборди. (цей вид передбачає об'єднання трьох площин у конструкцію для установки, наприклад, на перехресті);
- чотиресторонні (зустрічаються рідше).

2. За формою:

- плоскі;
- V-подібні;
- трикутні.

3. За розмірами рекламного поля (однією з переваг таких конструкцій є виготовлення споруд будь-яких розмірів за бажанням замовника).

4. За типом конструкції розрізняють білборди розбірні (трансформери) і нерозбірні.

Також білборди бувають:

- статичні;
- динамічні.

Динамічні білборди вважаються найбільш ефективними, оскільки конструктивно передбачено почергову появу декількох зображень. До динамічних білбордів відносяться призмоборди (призматрони) – це щити розмірами 3х6 м, інформаційне поле яких складається з тригранних рівносторонніх призм. При їх повороті на 120° відбувається зміна зображень, а при циклі в 360° картинка змінюється тричі. Білборди цифрового формату демонструють відеоролики. Існують моделі, які використовують візуальні спецефекти, інтерактивні і голографічні зображення.

У джерелі [3] висвітлено наступну класифікацію білбордів.

Білборд (базовий тип). Має розміри інформаційного поля 3х6 м та зовнішні габарити рекламної панелі – не більше ніж 3,4х6,4 м (рис. 1). Встановлюється на фундаментному блоці, що заглиблений до рівня ґрунту з відновленням твердого покриття, трав'яного покриву та виконанням у повному обсязі інших робіт із благоустрою території, де він розміщується. Може також встановлюватись на зовнішньому фундаменті. Якщо фундаментний блок висту-

пає над поверхнею землі – він має бути декоративно оформленим.

Опора у білборда встановлюється під прямим кутом до нижньої кромки рекламної панелі, виконана з круглої профільної труби. Висота опорної стійки від 3,5 м (нижній край зовнішньої реклами, що розміщується над проїжджою частиною вулиць і доріг, у тому числі на мостах, естакадах тощо повинен розташовуватись на висоті не менш як 5 метрів від поверхні дорожнього покриття).

На білборді також може бути встановлене власне зовнішнє освітлення, яке має забезпечувати рівномірне освітлення рекламної площини у вечірній та нічний час, не повинно засліплювати учасників дорожнього руху, а також освітлювати вікна житлових приміщень.

Технології зображення наступні: призматрон; скроллер; інші технології автоматичної зміни зображення.

Можливе використання рекламного засобу в одно- та двосторонньому варіанті. Зворотна сторона рекламного засобу, що має одну рекламну площину, декоративно оформлюється (облицювання композитними матеріалами, фарбування – залежно від зони міста).

Рекламний засіб не повинен мати видимих елементів з'єднання різних частин конструкцій (торцеві поверхні конструкцій, кріплення освітлювальної арматури, з'єднання з фундаментним блоком тощо).

Рекламна поверхня, на якій тимчасово не розміщується рекламний сюжет, повинна бути заповнена фоновим покриттям або інформацією соціального змісту.

Білборд (тип 1, рис. 2). Розміри, фундамент, опора, освітлення та технології зображення цього білборда аналогічні як у білборда базового типу. Відмінністю є розташування щита відносно положення опорної стійки.

Білборд типу 2 (рис. 3) відрізняється від базового наявністю двох рамок з металевого профілю, розміщених під кутом одна відносно одної.

Білборд типу 3 (рис. 4) відрізняється від попередніх, оскільки у його конструкції використовується три рамки з металевого профілю.

Також існують білборди типу 4 та 5. У цих білбордах використовується дві (тип 4, рис. 5) та чотири (тип 5, рис. 6) рамки з металевого профілю.

Стандартні статичні білборди найбільш розповсюджені через порівняно невисоку ціну, мають досить велику площину і можуть містити картинки, зображення, текст великого формату. Таку рекламу видно здалеку, і вона привертає увагу.

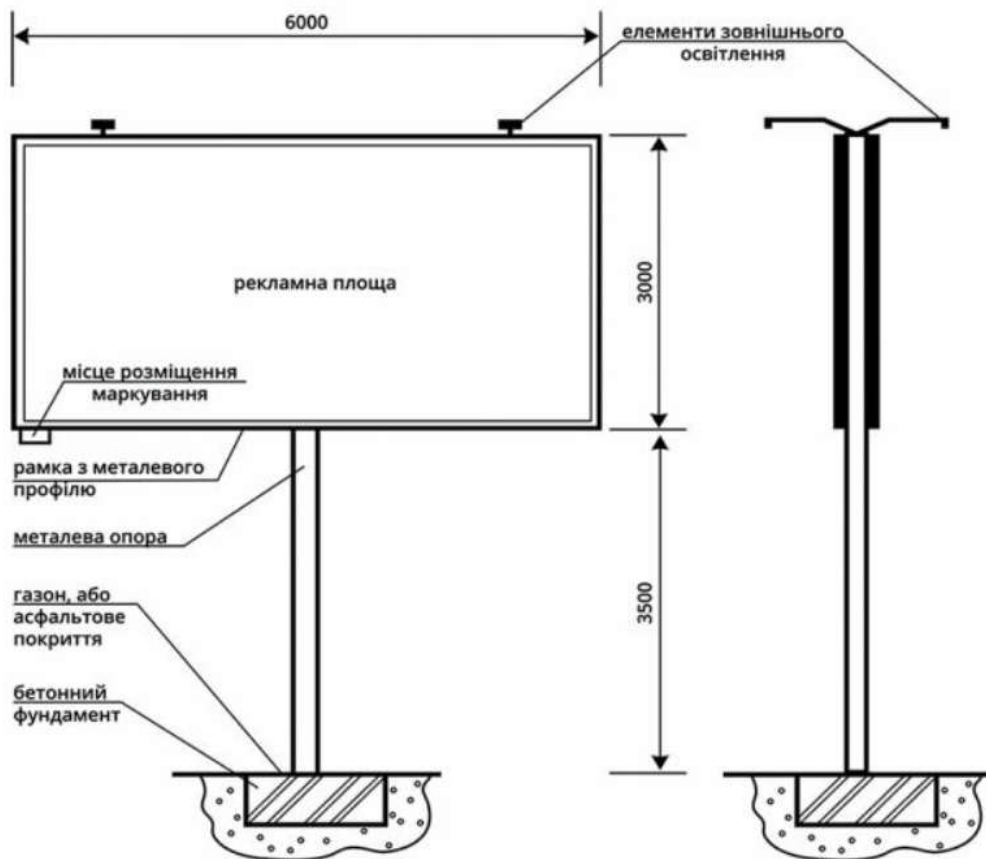


Рисунок 1 – Білборд (базовий тип)

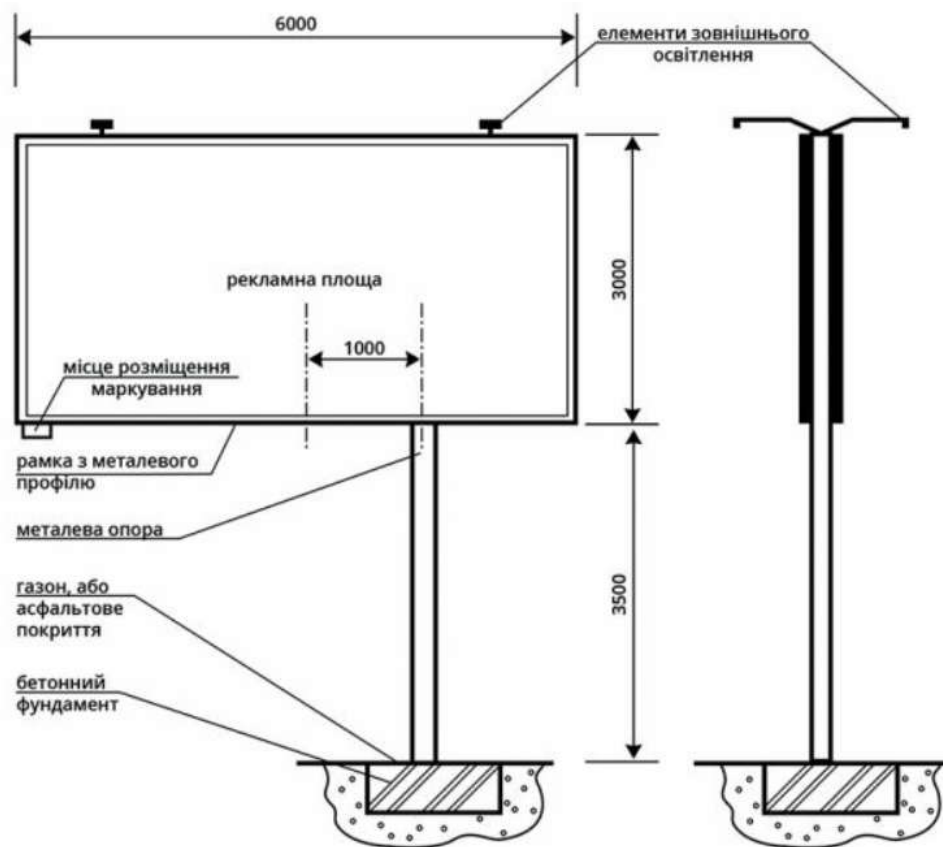


Рисунок 2 – Білборд типу 1

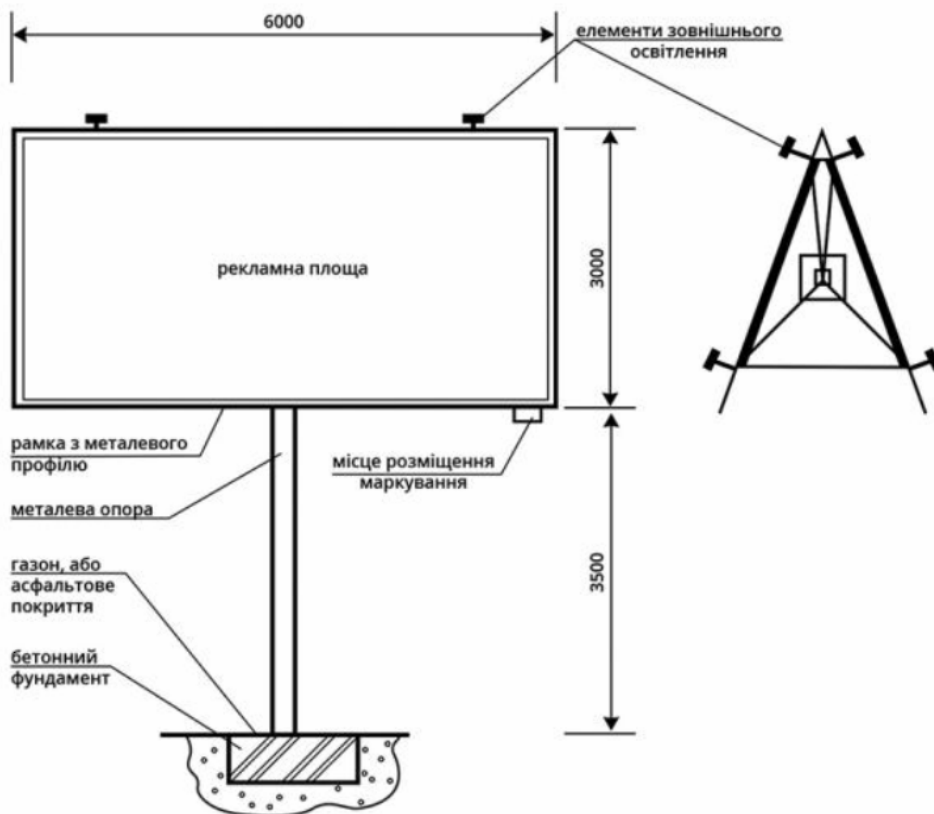


Рисунок 3 – Білборд типу 2

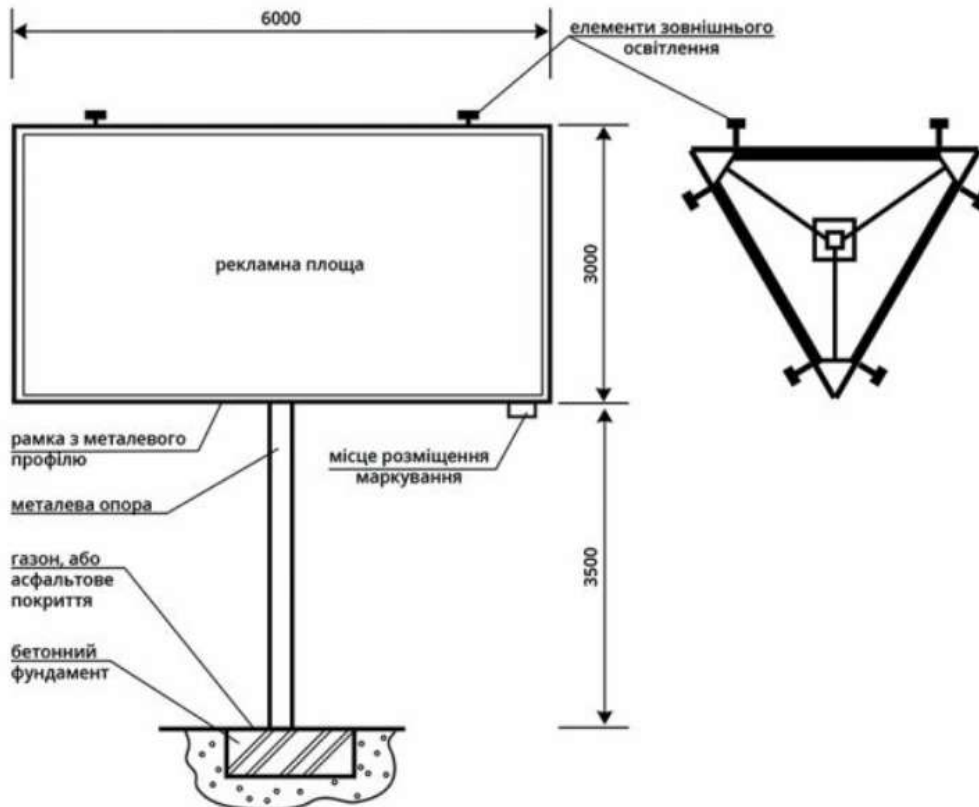


Рисунок 4 – Білборд типу 3

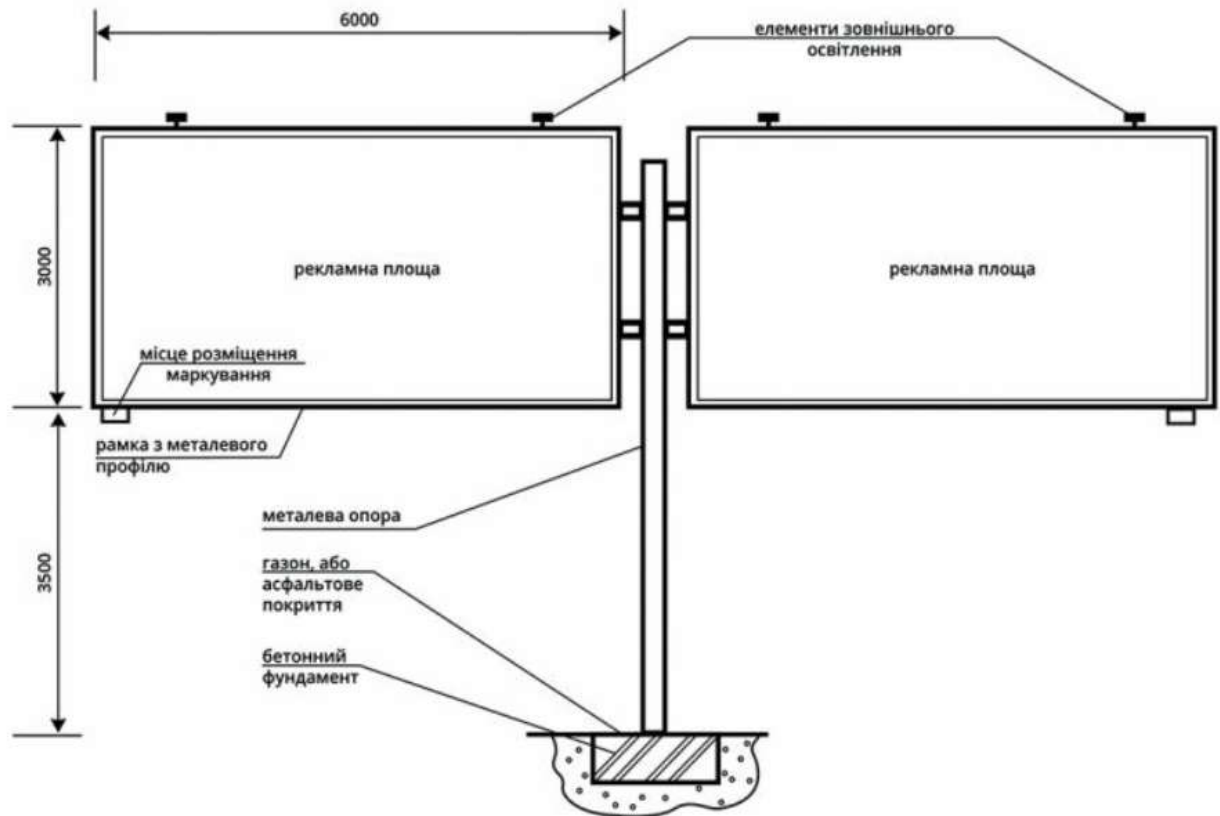


Рисунок 5 – Білборд типу 4

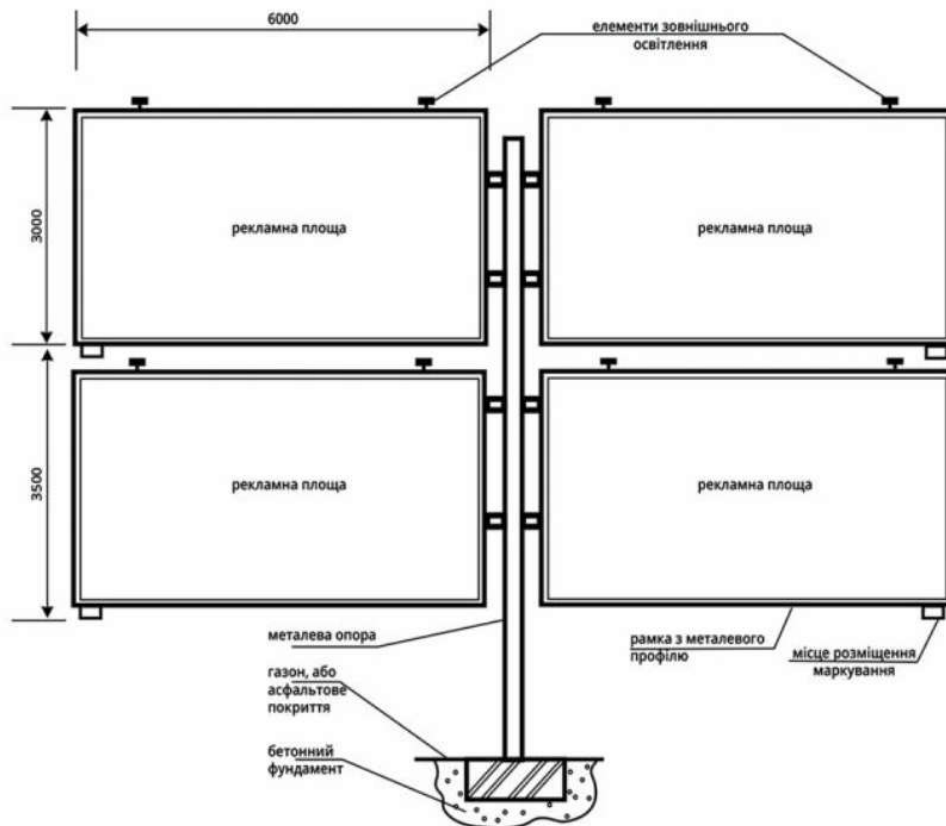


Рисунок 6 – Білборд типу 5



Рисунок 7 – Зруйнована конструкція білборда (руйнування біля фундаменту)



Рисунок 8 – Зруйнована верхня частина білборда

З економічної точки зору, вартість зовнішньої реклами залежить від розмірів, матеріалів, технології виготовлення, проектувальних та монтажних робіт.

На будівельній конструкції загалом і на рекламні щити зокрема окрім основного – вітрового, діють інші як статичні, так і динамічні навантаження [4] (під час монтажу, вимушене зміщення опор, власна вага конструкції та інші види навантажень, такі як вибух (від дії вибухових речовин), землетруси тощо). Порівняно із вітровим ці види навантажень чинять менший вплив на міцність та стійкість конструкції білборда, але їхнім впливом нехтувати не можна.

На рисунках 7 та 8 показані зруйновані конструкції білбордів.

#### Мета роботи та обґрунтування необхідності її виконання

Метою роботи є визначення напружено-деформованого стану конструкції білборда від дії власної ваги.

#### Викладення основного матеріалу

Конструкція типового білборда, яка найчастіше використовується для реклами – це консольна двостороння конструкція на одній опорі, тривимірною моделлю якої показана на рисунку 9.

Основини складовими елементами цієї конструкції є опора 1 (труба діаметром 219 мм з товщиною стінки 6 мм.), на якій встановлено раму 2, виготовлену із швеллера 20П, та раму 3, (виготовлену із профільної труби розміром 40x20x2,6). У конструкції білборда також присутня підпорка 4, що виготовлена із профільної труби аналогічних розмірів.

Для проведення імітаційного моделювання використано програму SolidWorks Simulation. Варто зауважити, що деякі елементи конструкції білборда побудовані із використанням інструменту програмного забезпечення

SolidWorks (зварна деталь), тому розрахунок буде проведено як для твердих тіл та балок.

На рисунку 10 показано граничні умови, яким має задовольняти конструкція білборда.

Згідно з рисунком 10 граничними умовами є жорстке закріплення опорної плити 5 білборда, та дія сили тяжіння. Варто також сказати, що матеріалом елементів конструкції білборда є сталь густиною  $7850 \text{ кг/м}^3$ . Маса конструкції складає близько 560 кг.

Проведене імітаційне моделювання дозволило отримати величини напружень та переміщень, що виникають у конструкції білборда. Зазначимо, що під час моделювання всі елементи конструкції білборда були з'єднані між собою за допомогою інструменту «зв'язані».

Переміщення елементів конструкції білборда зображені на рис. 11.

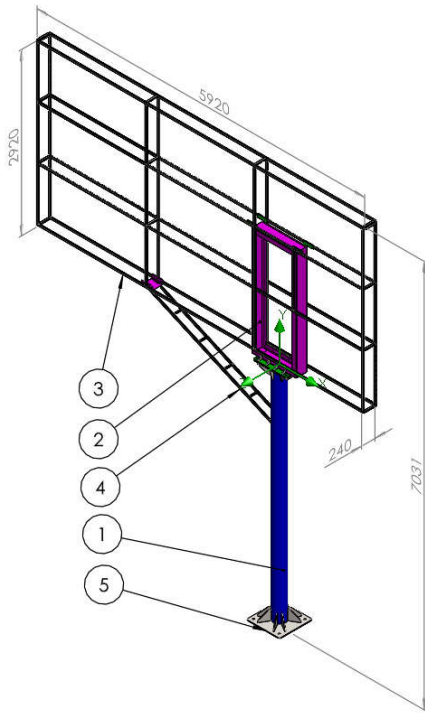
Отже, виходячи із результатів, поданих на рисунку 11, максимальне переміщення у конструкції білборда виникає у верхньому лівому кутку рами та становить 9 мм. Також варто зауважити, що зменшенню цього переміщення сприяє використання підпорки.

На рисунку 12 наведено напрямок переміщення елементів конструкції білборда при відсутній підпорці.

Як результат, за відсутності підпорки максимальні переміщення спостерігаються у тій же зоні білборда, що і з підпоркою, проте становлять 20 мм. Зрозуміло, що такі величини переміщень будуть впливати на напружений стан конструкції, і за наявності інших видів навантаження можуть призвести до руйнування.

На рисунку 13 наведено розподіл еквівалентних напружень у конструкції білборда, а на рисунку 14 – місце їх найбільшої концентрації.

Варто зауважити, що для точнішої оцінки напружено-деформованого стану елементів конструкції білборда необхідно проводити інші дослідження, за яких, наприклад, враховувати



1 – опора; 2, 3 – рама; 4 – підпорка;  
5 – опорна плита

Рисунок 9 – Тривимірний модель конструкції білборда

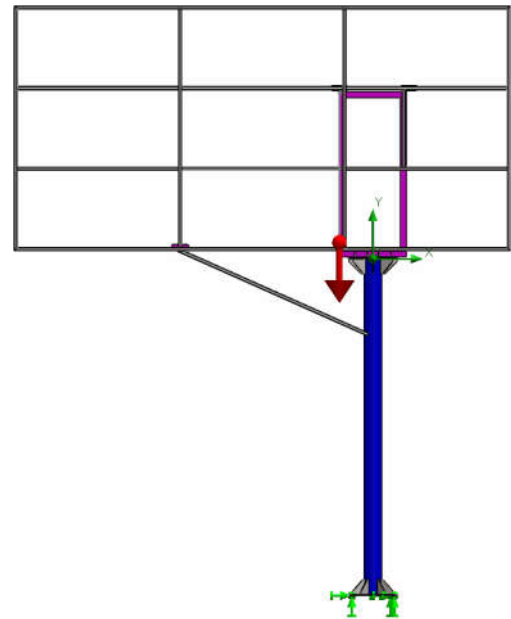


Рисунок 10 – Граничні умови

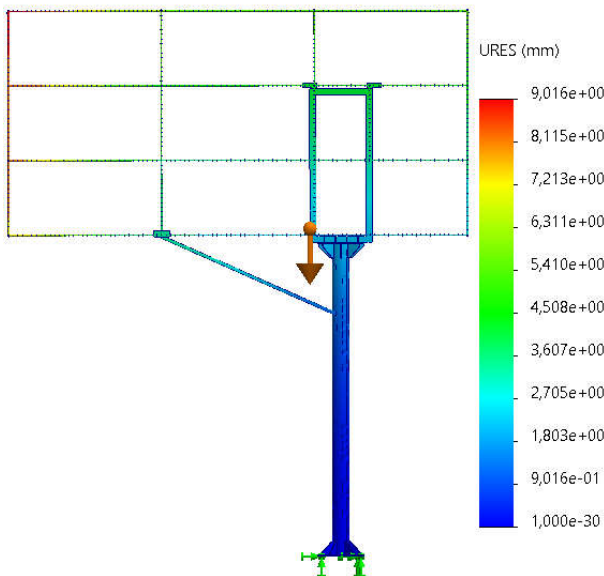


Рисунок 11 – Переміщення елементів конструкції білборда

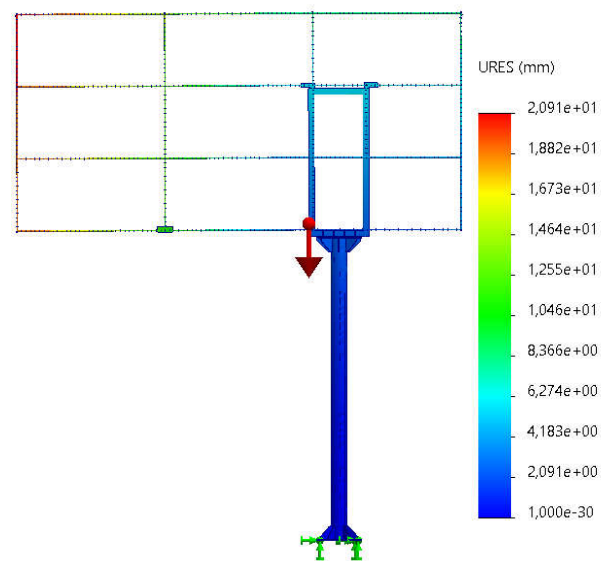


Рисунок 12 – Переміщення елементів конструкції білборда за відсутності підпорки

способи кріплення елементів – зварюванням чи за допомогою різьбових з'єднань.

Попри те, що навантаження від власної ваги білборда є значно меншим за вітрове, його необхідно враховувати, оскільки неврахування може призвести до його руйнування. Також варто в подальшому провести імітаційні дослідження конструкції білборда, врахувавши ком-

плекс навантажень: вітрове, власної ваги, навантаження від дії снігу, землетрус тощо. За результатами таких досліджень можна буде проаналізувати можливість оптимізації конструкції білборда з метою зменшення його маси, що, з економічної точки зору, сьогодні є вагомим аргументом під час проектування та експлуатації таких виробів.

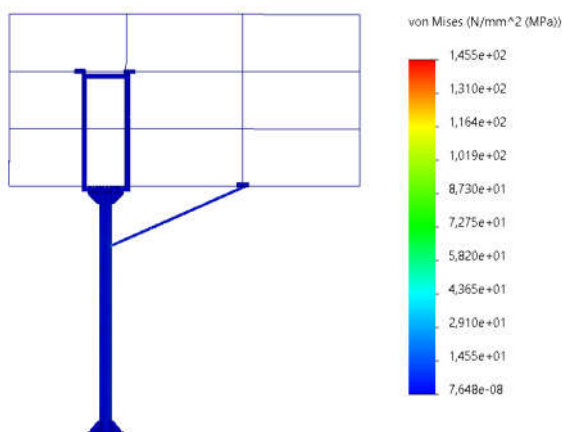


Рисунок 13 – Розподіл еквівалентних напружень у конструкції білборда

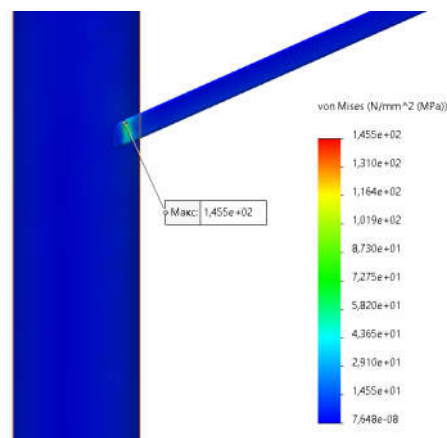


Рисунок 14 – Концентрація еквівалентних напружень у підпорці білборда

### Висновки

У роботі наведено класифікацію конструкцій білбордів, яка вказує на їх широку різноманітність. Зазначено, що під час проєктування білбордів важливим є забезпечення їх надійності, оскільки аварії, пов'язані з втратою міцності та стійкості, зустрічаються досить часто. Причиною таких руйнувань є вплив різних статичних та динамічних навантажень, таких як власні коливання, вага, вітер, недосконалість самої конструкції тощо.

Згідно мети роботи були визначено напружено-деформований стан конструкції білборду, викликаний дією власної ваги. Для цих досліджень застосовано імітаційне моделювання у програмі SolidWorks Simulation. Виходячи із отриманих результатів, максимальне переміщення у конструкції білборда виникає у верхньому лівому кутку рами та становить 9 мм. Також варто зауважити, що зменшенню цього переміщення сприяє використання підпорки. За відсутності підпорки максимальні переміщення спостерігаються у тій же зоні білборда, проте становлять 20 мм.

Хоча навантаження від власної ваги білборда і є незначними, нехтувати ними не можна через ймовірність деформації споруди. Також варто в подальшому провести імітаційні дослідження конструкції білборда, врахувавши комплекс навантажень: вітрове, від власної ваги, навантаження від дії снігу, землетрусу тощо. За результатами таких досліджень можна буде проаналізувати можливість оптимізації конструкції білборда (наприклад, зменшити його масу), що, з економічної точки зору, є вагомим аргументом під час проєктування та експлуатації таких виробів.

### Література / References

1. <https://structville.com/2020/08/effects-of-wind-on-billboard-structures.html>
2. <https://uk.ellas-cookies.com/reklama/101141-bilbordy-chto-eto-takoe-izgotovlenie-bilbordov-ih-razmery.html>
3. <https://dostup.pravda.com.ua/request/44764/response/100310/attach/3/attachment.pdf>
4. <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v8i10/J95100881019.pdf>