

**ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЧАЛЬНУ СПОРУДУ  
ВІД ДІЇ ВІТРУ НА ПОРТАЛЬНИЙ КРАН З ВИКОРИСТАННЯМ  
МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**Безушко Д.І., к.т.н., доцент, Арсірій А.М., к.т.н.,  
Мурашко О.В., к.т.н., доцент**

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

Одним з важливих впливів на причальні споруди є навантаження від дії перевантажувального механізму (у роботі розглянуто порталний кран, рис.1). В свою чергу це навантаження складається з двох складових: з навантаження від дії перевантажувача (включаючи власну вагу) та навантаження від дії вітру на нього. Вітрове навантаження на кран повинно бути визначено як сума динамічної та статичної складової. Необхідно відзначити що, теоретичні та експериментальні основи сучасних уявлень про вітрові впливи та їх взаємодії з спорудами розроблено в кінці 50-х - початку 60-х років минулого століття з тих пір принципово не змінилися. У той же час методики розрахунку споруд на динамічні і випадкові за своєю природою впливу вимагали (і вимагають) великого обсягу обчислень, а можливості ЕОМ покоління 60-х - 80-х років не дозволили в повному обсязі чисельно реалізувати ці методики. Ситуація докорінно змінилася. Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє створювати адекватні розрахункові схеми складних конструкцій і практично реалізувати методи структурного аналізу їх роботи і поведінки при різних впливах, у тому числі і динамічних. Тому визначення навантаження, що передається на причальну споруду від дії вітру на порталний кран з використанням сучасних методів розрахунку, а саме методу скінченних елементів, є **актуальним**.

**Метою роботи є** визначення статичної та динамічної складової вітрового навантаження на порталний кран, що передається на причальну споруду (оголовок підкранової рейки) за допомогою методу скінченних елементів.

У роботі використано загальні принципи визначення навантаження від дії вітру, що наведені у [2, 4] оскільки ці стандарти є спеціалізованими та містять необхідні рекомендації, на відміну від [3] де на нашу думку не достатньо уваги приділено динамічній складовій вітрового навантаження. У наступних роботах буде наведено порівняння резуль-

тагів отриманих при використанні Державних будівельних норм України та Зводів правил Російської федерації.

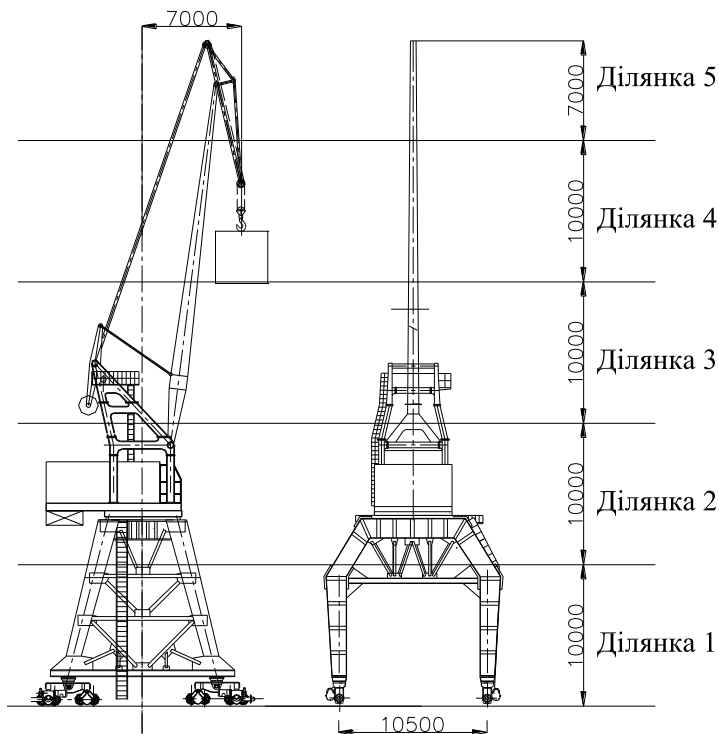


Рис. 1 Схема портального крану

### 1. Статична та динамічна складові навантаження від дії вітру

У роботі розглянуто напрям вітру та використовувались три значення тиску вітру при різних розрахункових станах, а саме: при неробочому стані, при робочому стані та з розрахунковим значенням швидкості вітру  $v = 15 \text{ м/с}$ .

Розподілене вітрове навантаження  $p$  на одиницю розрахункової площі елемента конструкції або вантажу в даній зоні визначається як:

$$p = q \cdot k \cdot c \cdot n, \quad (1)$$

де  $q$  - динамічний тиск вітру;  $k$  - коефіцієнт, що враховує зміну динамічного тиску по висоті;  $c$  - коефіцієнт аеродинамічної сили;  $n$  - коефіцієнт перевантаження.

Динамічний тиск вітру  $q$  пов'язано з щільністю повітря  $\rho$  і його швидкістю  $v$  формулою

$$q = \frac{\rho \cdot v^2}{2}; \quad (2)$$

де  $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$ ;  $v$  - швидкість вітру, спрямована паралельно поверхні землі, м/с.

Динамічна складова вітрового навантаження визначалась за допомогою програмного комплексу «Ліра». Прискорення при пульсації обчислюється для варіантів б) і в) п.11.1.8 [4].

Пульсаційна складова визначалась з урахуванням  $s$  перших форм власних коливань. Число  $s$  визначається з умови

$$f_s < f_l < f_{s+1}. \quad (3)$$

## 2. Моделювання крану в ПК «Ліра»

Моделювання та розрахунок крану в проводився за допомогою ПК «ЛІРА», що з успіхом застосовується в розрахунках об'єктів будівництва, машинобудування, мостобудування, атомної енергетики, нафтовидобувній промисловості і в багатьох інших сферах, де актуальні методи будівельної механіки [1].

Для визначення навантажень від порталного крану на оголовки підкранової рейки не має необхідності моделювати усі елементи і механізми детально, тому використовувалась спрощена модель, де використовувались габаритні розміри та вага окремих механізмів. Елементи порталного крану моделювались, за допомогою наступних типів скінченних елементів: Тип 10. Універсальний просторовий стержньовий СЕ; Тип 36. Універсальний просторовий восьми вузловий ізопараметричний СЕ; Тип 41. Універсальний прямокутний СЕ оболонки; Тип 42. Універсальний трикутний СЕ оболонки. Об'ємні елементи використовувались для моделювання кабіни, противаг, механізмів поворотних частин та циліндрів (рис. 2).

## 3. Навантаження на модель крану

При розробці моделі було враховано цілий ряд розрахункових навантажень: статичне навантаження від власної ваги, три значення вітрових навантажень та три відповідних завантаження від пульсації вітру.

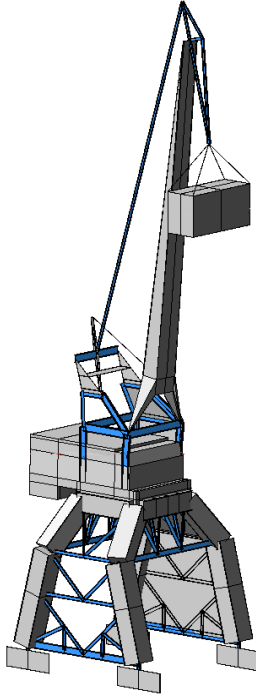


Рис. 2 3D модель порталного крану

Для того щоб розрахувати споруду на дію вітру з урахуванням пульсації, було сформовано два навантаження. Одне з них, статичне (статичне вітрове навантаження для пульсації). Інше є навантаженням вагами мас споруди. При цьому використовувалась функція формування динамічного завантаження із статичного (від власної ваги). Саме це навантаження і є власне пульсаційним. При цьому проводиться автоматичний збір мас у вузли розрахункової схеми [1].

### ***Висновок***

Для аналізу результатів розрахунку використовувалась функція навантаження на фрагмент, що дозволяє визначити навантаження на задані вузли від усіх інших елементів.

При побудові моделі конструкції та використанні методів її ідеалізації необхідно визначити ступінь відповідності моделі. Для визначен-

ня адекватності моделі використовувались розрахункові значення навантажень від власної ваги, що передаються на оголовок підкранової рейки за паспортними даними крану та за результатом розрахунку, відносне відхилення склало 5.8%, що зумовлено ідеалізацією конструкції.

За результатами розрахунку було визначено, що зростання значення навантаження при дії вітру з урахуванням пульсаційної складової збільшувалось не більше ніж на 3%, що зумовлено особливостями конструктивного рішення порталного крану. Можливо зробити висновок, що при розрахунку конструкцій, що сприймають навантаження від порталного крану складовою від пульсації вітру можливо знехтувати враховуючи розрахункове значення навантаження у неробочому стані.

## Summary

**The paper presents the results of determining the effects of wind acting on portal crane and transferred to a quay structure. We consider static and dynamic component of wind load.**

## Література

1. Городецкий А.С., Евзеров Д.И., Максименко В.П. и др. Программный комплекс «Лира-Windows» Руководство пользователя.-К.: НИИАСС, 1996.-122с.
2. ГОСТ 1451-77(2003) Межгосударственный стандарт. Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и метод определения. Москва. 2003.- 13с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. Киев.: Минстрой Украины 2006. – 58 с.
4. СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85\*) Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. Москва 2011.-85с.