

У зразків на шлакопортландцементі без домішок коефіцієнт корозійної стійкості склади 0,79, на портландцементі без домішок-0,84. Зразки бетону з комплексною домішкою мали більш високий показник – 0,95.

Поліпшення агресивостійкості бетонів при введенні комплексної домішки у складі кремнефтористого натрію, гідроксиду алюмінію і гексаметилендіаміну пояснюється тим, що було прискорено утворення центрів кристалізації за рахунок більш швидкого росту гідросульфоалюмінату кальцію в ранній стадії твердіння, що в період збереження тиксотропних властивостей не приводило до виникнення внутрішніх напруг, а утворення високогідратних сполук ущільнило структуру цементного каменю.

Таким чином дослідження бетонів виготовлених на шлакопортландцементі з приміненням комплексної домішки вдається перевести по їх більшості показників в іншу, більш високу якісну категорію, що дозволяє розширити область примінення шлакопортландцементу в тому числі і для виготовлення конструкцій які експлуатуються в умовах різного ступеню впливу факторів фізичної і хімічної агресії характерної для режиму роботи гідротехнічних і гідромеліоративних споруд.

УДК 62:631.355

ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ МОСТОВИХ КРАНІВ

Г.І.АНАН'ЄВ – к.т.н., доц.,

М.І.ПОЛЯКОВ – к.с.-г.н., доц.,

О.М.ЗАХАРЦОВ – магістрант Херсонський ДАУ

При дослідженні динамічних навантажень навантаженого крана, у випадку сумісної роботи механізму підйому і мосту, найбільше відповідає реальним умовам розрахункова схема, у якій враховане рух дискретної моделі механізму підйому (порівняно невеликою вагою канатів можна зневажити) і континуальної моделі несучої конструкції [1]. Тоді в математичному плані виникає необхідність сумісного розв'язання системи диференціальних рівнянь, що складає з рівняння в приватних похідних, що описує динамічні процеси в системі з розподіленими параметрами, і звичайних диференціальних рівнянь, що описують рух дискретної моделі. Загальних методів розрахунку таких дискретно-континуальних систем не існує.

Було показано [2,3], що загальне вирішення для навантажень дискретно-континуальної моделі виражається у вигляді безкінечних збіжних рядів по власних формах коливань. Швидка збіжність рядів дозволяє з безкінечного спектра власних частот виділити декілька нижчих частот, що являються визначальними для навантажень мосту і канатів. Ці визначальні частоти можуть бути вивчені за допомогою більш простих дискретних розрахункових схем, необхідність переходу до яких викликана значними обчислювальними труднощами, що виникають при розрахунку дискретно-континуальної моделі крана.

Перехід до дискретних моделей викликаний також тим, що аналогове моделювання диференціальних рівнянь у приватних похідних викликає необхідність застосування спеціалізованих обчислювальних машин, що не мають широкого поширення. Використання звичайних аналогових обчислювальних машин (АОМ) безупинної дії вимагає запису рівнянь руху у вигляді невеликого числа звичайних диференціальних рівнянь, що можливо тільки при використанні дискретних моделей.

Застосування дискретних моделей, що враховують просторовість розподілу мас моста крана, дозволяє розширити коло досліджуваних задач динаміки навантаження металоконструкції. Стає можливим враховувати несиметрію системи, що виникає за рахунок нерівномірного розподілу мас мосту або внаслідок зсуву візка від середини прольоту. Вирішення задачі в новій постановці дає можливість вивчати крани з консолями (мостові перевантажувачі), а також мости розливочних кранів з урахуванням сумісної роботи головних і допоміжних балок.

Для одержання дискретної моделі мостового крана замінимо розподілену масу мосту декількома зосередженими масами, що чинять поперечні коливання. З цією метою поділемо міст на n рівних по довжині ділянок і розташуємо маси кожної ділянки посередині. У результаті одержимо ланцюгову систему в загальному випадку рівновеликих крапкових мас, розташованих на пружній невагомій балці. Маса візка включається в M_s , де розташована візок із вантажем і механізмом підйому.

Підйом із жорсткої основи вантажу масою m_2 під дією середньопускової сили P у загальному випадку відбувається в три етапи. На першому етапі вибирається слабина канатів і зазори в зубцюватих передачах. До кінця першого етапу приведена до вантажу маса обертових частин механізму підйому m_1 набуває деякої початкової швидкості v_0 . На другому етапі навантаження в канатах зростає від нуля до величини, рівній вазі вантажу Q . На третьому етапі вантаж бере участь у русі всієї системи. Прогини моста уї у місцях розта-

шування мас M_i відраховують від того становища, що вони займають під дією власної ваги мосту, ваги зосереджених мас на мосту і ваги візка з електродвигуном.

Рівняння руху системи на другому і третьому етапах мають вигляд:

$$\begin{cases} y_1 = -\delta_{11}M_1\ddot{y}_1 - \delta_{12}M_2\ddot{y}_2 - \dots - \delta_{1n}M_n\ddot{y}_n - \delta_{1s}c_2\lambda \\ y_2 = -\delta_{21}M_1\ddot{y}_1 - \delta_{22}M_2\ddot{y}_2 - \dots - \delta_{2n}M_n\ddot{y}_n - \delta_{2s}c_2\lambda; \\ \dots \\ y_n = -\delta_{n1}M_1\ddot{y}_1 - \delta_{n2}M_2\ddot{y}_2 - \dots - \delta_{nn}M_n\ddot{y}_n - \delta_{ns}c_2\lambda; \\ \ddot{\lambda} = \ddot{y}_s - \frac{1}{m_1}(c_2\lambda - P) - \frac{1}{m_2}(c_2\lambda - Q) \cdot \text{sg}(t - t_2), \end{cases}$$

де λ – деформація канатів із коефіцієнтом жорсткості c_2 ;
 cg , $\overline{\text{sg}}$ – несиметричні граничні функції;

$$\text{sg}(f - f_0) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}; \quad \overline{\text{sg}}(f - f_0) = \begin{cases} 0 \text{ для } f > f_0 \\ 1 \text{ для } f \leq f_0 \end{cases}$$

де f – будь-яка перемінна;

f_0 – значення перемінної в деякий момент.

Компактна форма запису рівнянь руху обумовлений використанням граничних функцій [4]. Рівняння руху складені в зворотній формі з застосуванням коефіцієнтів впливу, обумовлених методами будівельної механіки.

Загальне вирішення системи рівнянь мас вигляд:

$$\begin{aligned} y_i = & [-\delta_{is}P + \sum_{k=1}^{n+1} Ak_2 \overline{y}_{ik_2} \sin(pk_2t + vk_2)] \overline{\text{sg}}(t - t_2) + \\ & + \{-\delta_{is}Q' + \sum_{k=1}^{n+1} Ak_3 \overline{y}_{ik_3} \sin[pk_3(t - t_2) + vk_3]\} \text{sg}(t - t_2); \\ & (j = 1, 2, \dots, n); \end{aligned}$$

$$\lambda = [P/c_2 + \sum_{k=1}^{n+1} A_{k2} \bar{\lambda}_{k2} \sin(pk_2 t + \nu_{k2})] \overline{sg}(t - t_2) + \{Q'/c_2 + \sum_{k=1}^{n+1} A_{k3} \bar{\lambda}_{k3} \sin[pk_3(t - t_2) + \nu_{k3}]\} sg(t - t_2),$$

де $\bar{y}_{ik2}, \bar{y}_{ik3}, \bar{\lambda}_{k2}, \bar{\lambda}_{k3}$ – власні форми коливань на другому і третьому етапах руху;

$A_{k2}, A_{k3}, \nu_{k2}, \nu_{k3}$ – постійні, обумовлені по початкових умовах.

Власні частоти pk_2 і pk_3 на двох етапах визначаються після розв'язання частотного полінома, отриманого з частотного визначника. Наприклад, при $s = 1$ частоти обчислюються після розкриття частотного визначника $(n + 1)$ -го порядку вигляду:

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} M_1 p^2 - 1 & \delta_{12} M_2 p^2 & \dots & \delta_{1n} M_n p^2 & -\delta_{11} c_2 \\ \delta_{21} M_2 p^2 & \delta_{22} M_2 p^2 - 1 & \dots & \delta_{2n} M_n p^2 & -\delta_{21} c_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -p^2 & 0 & \dots & 0 & p^2 - c_2 \left[\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} sg(t - t_2) \right] \end{vmatrix} = 0$$

Далі по початкових умовах другого і третього етапів обчислюються постійні загального розв'язання. Тривалість другого етапу t_2 визначається з трансцендентного рівняння:

$$Q = P + c_2 \sum A_{k2} \bar{\lambda}_{k2} \sin(pk_2 t_2 + \nu_{k2}).$$

Викладений аналітичний розрахунок використовується в якості контрольного при комп'ютерному моделюванні, що дозволяє значно полегшити і спростити задачі аналізу й оптимізації динаміки кранів, оскільки виконати повний чисельного розрахунок, тобто визначити власні частоти на двох етапах, обчислити навантаження, провести параметричні дослідження важко навіть при $n = 1$ через великий обсяг обчислювальної роботи. Тому для оперативного розв'язання питань, пов'язаних із вивченням можливостей по варіації конструктивних параметрів кранів, по розробленому алгоритмі складена програма розрахунку в кодах персонального комп'ютера IBM. Програма передбачає можливості для дослідження якісного характеру перехідних процесів у пружних елементах, а також для обчислення максимальних навантажень. На екран виводиться також значення моменту переходу руху з другого на третій етап, що

важливо для контролю принципів змін у характері перехідних процесів.

На комп'ютері досліджуваний вплив швидкості підйому вантажу на навантаження пружних елементів. Встановлено, що коефіцієнт динаміки ψ для мосту і канатів істотно відрізняються, причому для канатів ψ значно вище, ніж для моста. Таким чином, допущення про єдиний для усього крана коефіцієнту динаміки може призводити до зрадливих оцінювань справжніх навантажень крана. Необхідний диференційований підхід до призначення коефіцієнтів динаміки для основних пружних частин, принаймні одного загального для мосту однопролітного крана й один для механізму підйому.

Коефіцієнти динаміки мосту і канатів по різному залежать від швидкості V_0 . Якщо залежність ψ канатів від швидкості носить лінійний характер, то залежність ψ мосту від v_0 істотно нелінійна. У деякому діапазоні ψ моста майже не залежить від v_0 . Це дозволяє вибрати в цьому діапазоні оптимальну швидкість без збільшення динамічних навантажень на несучу металлоконструкцію. При деякому граничному значенні v_0 динамічні навантаження різко збільшуються, причому істотно змінюється характер перехідного процесу в канатах, що супроводжується значним зменшенням часу другого етапу руху.

Вивчено вплив підвищення вантажопідймальності крана на максимальні навантаження моста і канатів. Доведено, що підвищення вантажності приблизно на 10% не призводить до збільшення загального навантаження моста за рахунок зменшення динамічної складової.

Використання кранів, що зазнали реконструкції, сприяє збільшенню загального обсягу випуску продукції на тому ж устаткуванні. Це призводить до зниження собівартості одиниці продукції і до скорочення прямих витрат на обслуговування кранового господарства.

Встановлено, що при розрахунку мостового перевантажувача динамічні навантаження в різноманітних перетинах моста мають різноманітну визначальну частоту. Для перетинів, розташованих над опорами, визначальною є третя частота, для середини прольоту – перша. У канатах визначальною частотою є частота, близька до парціальної частоти механізму підйому, що підтверджує принцип одночастотності.

Література:

1. Казак С.А. Динаміка мостових кранів. М., «Машинобудування», 1968.
2. Анан'єв Г.И. Сумісні коливання однорідної балки з зосередженою масою і двомасовою системою з пружним зв'язком. «Звістки ВУЗів. Машинобудування», М., 1969, №12.

3. Анан'єв Г.І., Жук М.Г., Казак С.А. і ін. Праці міжнародного симпозиуму "Simulation of complex systems". Токіо, 1971.
4. Кирпичников В.М., Михайловський Г.І. Застосування граничних функцій для опису й аналізу аналого-цифрових схем. Зб. «Теорія аналогових і комбінованих обчислювальних машин». Вид. «Наука», М., 1969.

УДК 69.05:658.5.012.2

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

В.І.СЕРДЮК – ст.викладач, Херсонський ДАУ.

При проектуванні організаційно-технологічних моделей зведення будівель та споруд виникає потреба розв'язанні задачі по визначенню варіанта їх організації в даних умовах по критерію мінімальних приведених затрат.

При спробі практичної реалізації цієї вимоги виникає необхідність зв'язку організації будівництва з приведеними затратами. Традиційна методика розрахунку затрат по кожному з можливих варіантів будівництва об'єктів надто громіздка. Адже в цьому випадку прямий розрахунок приведених затрат вимагає для кожного з варіантів складання проектів будівництва з великим числом можливих варіантів виробництва робіт навіть для простих будівель та споруд.

Більш ефективними в даному випадку є підхід, при якому зв'язок між рішенням по організації зведення будівель та приведеними затратами установлюють не безпосередньо, а через терміни будівельних робіт.

При вибраних для виробництва будівельних робіт на об'єкті типах, моделях та кількості будівельних машин, транспортних засобів, а також прийнятій кількості виконавців по професіям зв'язок між організацією будівельних робіт та їх термінами однозначно установлюється за допомогою сільової моделі, де відображено варіант комбінації способів виконання будівельних робіт на об'єкті.

Аналіз моделі необхідно розпочинати з визначення найбільш практично допустимого терміну роботи. Її можна визначити, виходячи з виконання роботи мінімальним темпом, мінімальним буде темп виконання роботи одним будівельним потоком при одній ведучій машині, при роботі в одну зміну. Найменший розрахунковий термін роботи може бути визначений з умови її виконання максимально можливим темпом при виконанні в три зміни та при більш