

Отримані точні значення переміщень при згині консолі можна використати для уточнення і перевірки наближених теорій згину пластин. Якщо покласти $a, c \gg b$ і вважати $2b = h$ достатньо малою величиною, то розглянута консоль буде моделювати тонку пластину, для розрахунку НДС якої часто використовують гіпотези Кірхгофа-Лява (недеформованих нормалей). При розрахунку пластини згідно з цією теорією [1], отримаємо

$$\frac{1}{R_z} = \frac{\partial^2 \bar{V}}{\partial z^2} = -\frac{M_z}{EI_x} = -\frac{(z-c)P}{2aEI_x}, \quad \frac{1}{R_x} = \frac{\partial^2 \bar{V}}{\partial x^2} = \nu \frac{M_z}{EI_x} = \frac{\nu(z-c)P}{2aEI_x}. \quad (15)$$

Як бачимо, співвідношення (15) і (14) збігаються.

Висновки

1. Співвідношення (14) виконуються як при згині під дією поперечної сили, так і при чистому згині, отже, є універсальними. Вони повинні задовольнятися в наближених теоріях згину як балок, так і пластин.

2. Нормальне напруження σ_z (1), яке дає найбільший вклад у поле напружень, збігається з плоскою задачею [2, с. 59], дотичні напруження відрізняються.

3. Кривизни серединної поверхні пластини (15) знайдені за теорією Кірхгофа-Лява збігаються із значеннями (14), розрахованими в рамках тривимірної теорії пружності. Оскільки в теорії Кірхгофа-Лява в кінцевих формулах використовують саме співвідношення (15), то вона адекватно описує НДС пластини при згині поперечною силою і чистому згині.

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. *Пластинки и оболочки*. – Москва: Физматгиз, 1963. – 635 с. 2. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. *Теория упругости*. – Москва: Наука, 1975. – 576 с. 3. Новацкий В. *Теория упругости*. – Москва: Мир, 1975. – 872 с. 4. Meleshko V.V. *Selected topics in history of the two-dimensional biharmonic problem // Appl. Mech. Rev.* – Vol. 56. – No 1. (January 2003). – P. 33–85 5. Ильин В.А., Позняк Э.Г. *Основы математического анализа. Часть II*. – Москва: Наука, 1980. – 447 с.

УДК 539.3

Є.Г. Романушко

Київський національний університет будівництва і архітектури

РОЗРОБКА ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПРОВАДЖЕННЯ РОБІТ В ОБМЕЖЕНИХ УМОВАХ

© Романушко Є.Г., 2004

Розглянуто розроблення типових технологічних схем провадження робіт в обмежених умовах.

Основою раціонального виконання будівельних процесів є їх технологічна підготовка, вихідним документом якої для практичного застосування є проект виконання робіт (ПВР). При виконанні ПВР, для забезпечення вибору рішень раціонального проведення процесів, розробники змушені виконувати варіантне проектування. Традиційні методи варіантного проектування проведення будівельних процесів обмежують кількість організаційно-технологічних рішень, які розглядаються при виборі остаточного варіанта виконання робіт, що в багатьох випадках не дозволяє знайти більш оптимальні їх рішення. Особливо це стосується виконання робіт у стислі терміни при підвищенні міри суміщення процесів, насичення зон проведення робіт, постійної зміни динаміки умов їх виконання, а також при реконструкції підприємств, коли потрібно враховувати значну кількість впливаючих на будівельно-монтажні роботи специфічних чинників.

Розв'язання цієї задачі можливо на основі застосування ЕОМ при виконанні технологічного проектування, але для цього необхідно програмне забезпечення для ЕОМ, основу якого становить моделювання можливих ситуацій варіантів проведення робіт.

Для представлення технологічних схем виконання робіт потрібно постійно визначати взаємне розташування машин, обладнання і конструкцій, які виготовляються, що забезпечує можливості найбільш раціонального виконання робіт. Для нового будівництва такі технологічні схеми були розроблені для різних видів робіт рядом НДІ і проектних організацій та представлені в типових технологічних картах і картах трудових процесів.

При реконструкції підприємств при зведенні, заміні, посиленні конструкцій, на можливості застосування і розташування будівельних машин і обладнання, впливають значним чином розташовані поряд або безпосередньо в зоні провадження робіт існуючі конструкції будівель і споруд, обладнання підприємства, що викликає обмеження умов у застосуванні будівельних машин.

Різноманіття можливих варіантів ситуацій розміщення машин і обладнання в обмежених існуючими конструкціями, спорудами, обладнанням просторах робочих зон визначає необхідність розробки обмеженої кількості таких рішень на основі застосування принципу типізації.

Різноманіття ситуацій взаємного розташування існуючих конструкцій будівель і споруд, обладнання підприємств визначальних обмеження зон провадження робіт викликає також необхідність типізації уявлень власне обмежень робочих зон (умов їх стислості).

Для забезпечення визначення можливих різноманітних ситуацій провадження робіт розроблено загальну системну модель проведення будівельних робіт, засновану на представлені технологічного факторного простору, що містить систему підмножин: простору зони виконання робіт, їх умов, організаційно-технологічних рішень:

$$M \supset \{ Pz, Uс, Pт \}, \quad (1)$$

де M – технологічний факторний простір виконання робіт; Pz – множина, яка визначає просторову зону виконання робіт; $Uс$ – множина, що визначає умови виконання робіт; $Pт$ – множина, що визначає організаційно-технологічні рішення виконання робіт.

Підмножини технологічного факторного простору представляють класи його еквівалентності:

$$(\forall M \supset \{ Pz, Uс, Pт \})(\exists R [R \ni (a^3, t')]). \quad (2)$$

Фіксованим відношенням еквівалентності є бінарне відношення простору і часу:

$$R \ni (a^3, t') \Rightarrow a^3 R t', \quad (3)$$

де R – фіксоване відношення еквівалентності технологічного факторного простору M ; a^3 – тривимірний предикат значення відрізка прямої; t' – одиниця оператора виміру часу (значення часу).

При цьому:

$$Pz = \{ Pz(o), Pz(j, m) \}; \quad (4)$$

$$j \in J, J = (0, 1, n_j); m \in P_m, P_m = (0, 1, n_m);$$

$$Uс = \{ Uс(k, m) \}; \quad (5)$$

$$k \in K, K = (0, 1, n_k); m \in P_m, P_m = (0, 1, n_m);$$

$$Pт = \{ Pт(l, m) \}; \quad (6)$$

$$l \in L, L = (0, 1, n_l); m \in P_m, P_m = (0, 1, n_m),$$

де $Pz(o)$ – класи еквівалентності технологічного факторного простору M , що представляють простір зони проведення робіт і періоди часу їх здійснення в цілому для об'єкта; $Pz(j, m)$ – те саме, представляють зони проведення робіт і періоди часу їх здійснення на фіксованих за висотою об'єкта j -х рівнях; $Uс(k, m)$ – те саме, представляють k -і умови виконання m -го виду робіт у визначеному просторі зони проведення робіт і часу їх здійснення; $Pт(l, m)$ – те саме, представляють l -і організаційно-технологічні рішення виконання i -го виду робіт у визначеному просторі зони проведення робіт і часу їх здійснення; J, K, L – групи, відповідно, фіксованих за висотою об'єкта рівней проведення робіт, умов і організаційно-технологічних рішень їх виконання; P_m – група видів робіт на об'єкті.

Класи еквівалентності технологічного факторного простору $\Pi_3(o)$, $\Pi_3(j,m)$, $Uc(k,m)$, $Pt(l,m)$ представляють базу технологічного простору M :

$$M = \Pi_3(o) \cup_{\substack{j \in J \\ m \in P_m}} \Pi_3(j,m) \cup_{\substack{k \in K \\ m \in P_m}} Uc(k,m) \cup_{l \in L} Pt(l,m), \quad (7)$$

$$\Pi_3(o) = a^3 X_o Y_o Z_o Rt'_{t_o}, \quad (8)$$

$X_o \subset X, Y_o \subset Y, Z_o \subset Z; t_o \subset t;$

$$\Pi_3(j,m) = a^3 X_{(j,m)} Y_{(j,m)} Z_{(j,m)} Rt'_{t(j,m)}; \quad (9)$$

$X_{(j,m)} \subset X, Y_{(j,m)} \subset Y, Z_{(j,m)} \subset Z, t_{(j,m)} \subset t;$

$$Uc(k,m) = a^3 X_{(k,m)} Y_{(k,m)} Z_{(k,m)} Rt'_{t(k,m)}; \quad (10)$$

$X_{(k,m)} \subset X, Y_{(k,m)} \subset Y, Z_{(k,m)} \subset Z, t_{(k,m)} \subset t;$

$$Pt(l,m) = a^3 X_{(l,m)} Y_{(l,m)} Z_{(l,m)} Rt'_{t(l,m)}; \quad (11)$$

$X_{(l,m)} \subset X, Y_{(l,m)} \subset Y, Z_{(l,m)} \subset Z, t_{(l,m)} \subset t;$

де $X, Y, Z; t$ – множини адитивних кінцевих груп цілих чисел, що визначають місцеположення предиката a^3 в загальному просторі робочих зон (X, Y, Z) і предиката t' в різних часових періодах (t) виконання робіт на об'єкті; X_o, Y_o, Z_o, t_o – підмножини множин X, Y, Z, t , що визначають місцеположення предиката a^3 відносно, відповідно, осі будівлі в плані (X_o, Y_o) , проектної позначки за висотою (глибиною) робочої зони (Z_o) і предиката t' відносно загального періоду часу виконання робіт (t_o) на об'єкті; $X_{(j,m)}, Y_{(j,m)}, Z_{(j,m)}, t_{(j,m)}$ – те саме, що визначають простір зони виконання m -х видів робіт і періоди часу їх проведення на фіксованому за висотою об'єкта, j -му рівні; $X_{(k,m)}, Y_{(k,m)}, Z_{(k,m)}, t_{(k,m)}$ – те саме, що визначають місцеположення в просторі робочої зони k -х умов і періоди часу їх впливу на виконання m -х робіт; $X_{(l,m)}, Y_{(l,m)}, Z_{(l,m)}, t_{(l,m)}$ – те саме, що визначають розподілення в просторі і часі l -х рішень виконання m -х видів робіт.

Враховуючи відмінність зовнішніх умов і умов всередині об'єкта, що впливають на виконання робіт, із загальної зони провадження робіт виділяються зовнішні і внутрішньооб'єктні зони (див. рисунок):

$$\begin{aligned} \Pi_3(o) &= \Pi_3(n), \Pi_3(v) \\ \Pi_3(v) &= a^3 X_v Y_v Z_v Rt'_{t_o}, \\ \Pi_3(n) &= a^3 X_n Y_n Z_n Rt'_{t_o}, \end{aligned} \quad (12)$$

де $\Pi_3(v), \Pi_3(n)$ – класи еквівалентності простору M , що представляють вільний простір внутрішньої і зовнішньої об'єкта (будівля, споруда) зон провадження робіт і періоди часу їх здійснення; X_v, Y_v, Z_v та X_n, Y_n, Z_n – підмножини множин X, Y, Z , що визначають простір зони провадження робіт всередині та зовні об'єкта.

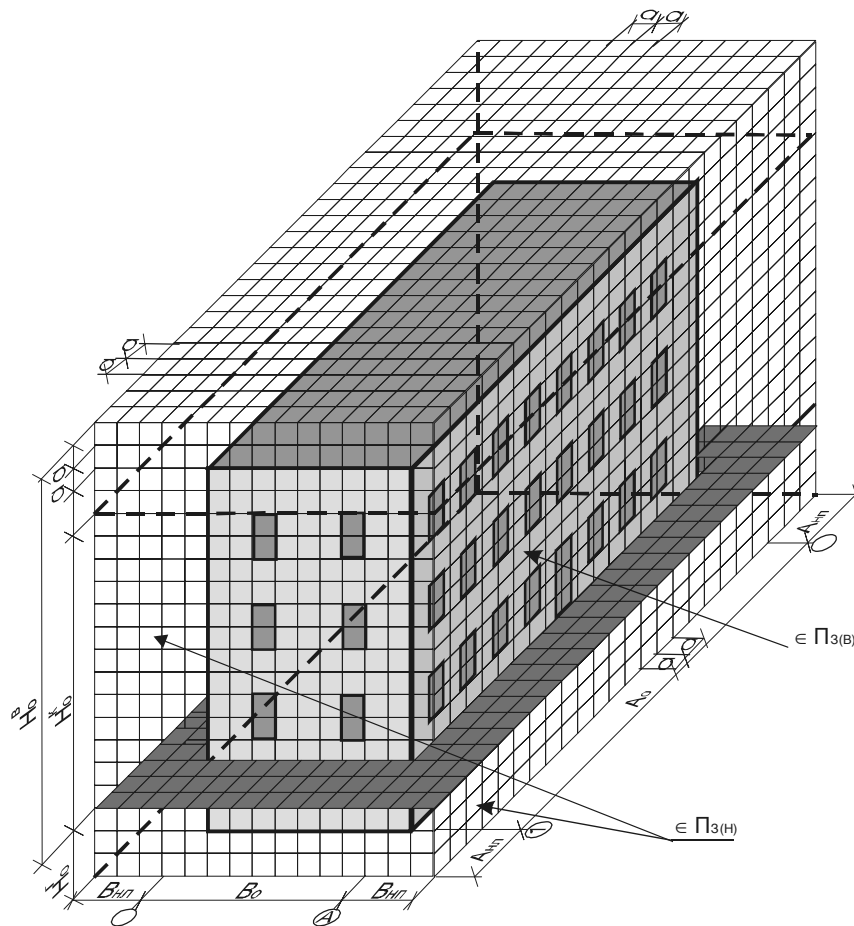


Рис. 1. Представлення просторових робочих зон об'єкта

Засновуючись на представленні загальної моделі топологічного факторного простору зон провадження робіт і умов, установлені такі типові ситуації обмежень просторових зон при виконанні робіт (рис. 2), що представляють обмеження робочих зон в плані з однієї або декількох сторін, за висотою, підземними і надземними існуючими конструкціями і комунікаціями, а також обмеження проїздів при доставці (переміщенні) машин, конструкцій, матеріалів.

Ситуації V–VII представляються також у комбінаціях з ситуаціями I–IV.

Розробка типових технологічних схем провадження робіт в обмежених умовах засновується на таких положеннях:

- обмеження робочих зон приймаються на основі типових ситуацій;
- одна технологічна схема розробляється для всіх однотипних машин або комплектів, які можуть застосовуватись під час виконання робіт, що розглядаються;
- кількість значень розмірів просторових параметрів, що визначаються, приймається обмеженим відповідно параметричних рядів однотипних машин;
- розташування будівельних машин і обладнання відносно місцеположення конструкцій, що виконуються, і існуючих обмежень робочих зон визначається з умов забезпечення максимальної продуктивності машин при дотриманні норм їх безпечної експлуатації, а також вироблення робітників (забезпечення мінімального виробничого циклу для циклічних машин, мінімальної кількості і відстаней їх перестановки, мінімальних відстаней подачі конструкцій і переміщень робітників).

На цій основі розроблені типові технологічні схеми виробництва ряду найбільш трудомістких робіт в обмежених умовах реконструкції промислових підприємств: по розбиранню покриттів; влаштуванню шпунтових огорож; земляних, бетонних і залізобетонних робіт по влаштуванню фундаментів і заглиблених споруд; по прокладці підземних трубопроводів відкритим способом тощо.

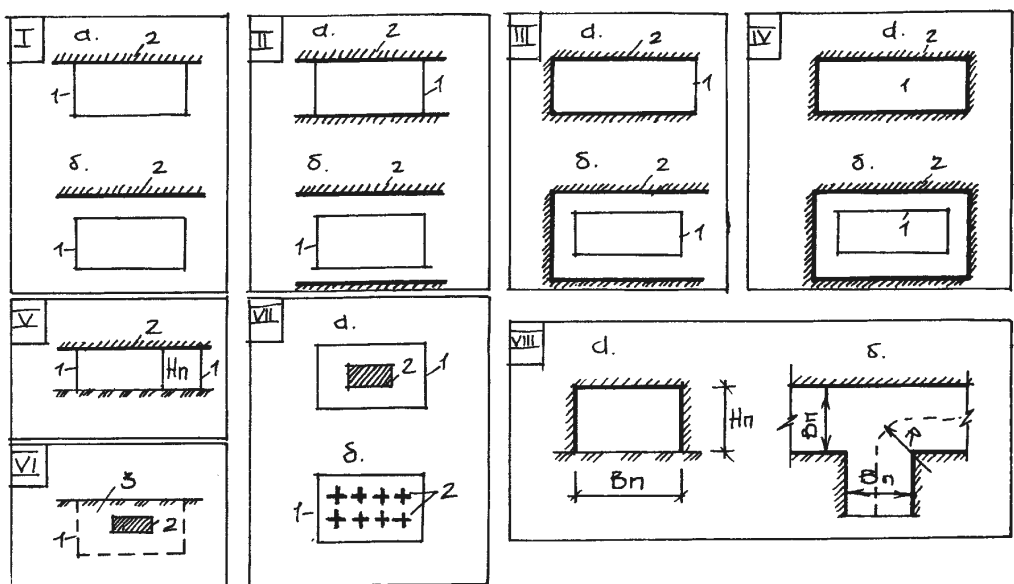


Рис. 2. Типові схеми обмежених умов. Обмеження робочої зони:
 II-V – по розмірах в плані, а – при поєднанні краю робочої зони з краєм обмежень;
 б – те саме без поєднання V – за висотою; VI – наявністю підземних конструкцій і комунікацій;
 VII – всередині розташованими надземними конструкціями, а – окремо розташованих;
 б – що розосередилися; VIII – обмеження приїзду, а – за шириною і висотою, б – за радіусом повороту
 1 – зона провадження робіт; 2 – обмеження зони; 3 – ґрунт, що розробляється

Приклади типових технологічних схем для виконання робіт в обмежених умовах реконструкції підприємств наведено на рис. 3.

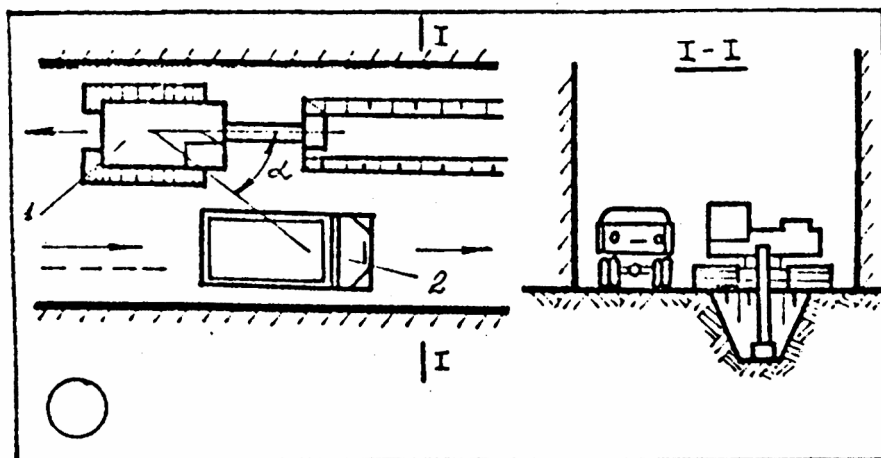


Рис. 3. Розробка ґрунту екскаватором: 1 – екскаватор; 2 – автосамоскид

Використання типових технологічних схем виконання робіт дає змогу забезпечити автоматизацію технологічного проектування та істотно скоротити трудомісткість вибору організаційно-технологічних рішень виконання робіт в умовах реконструкції підприємств.