

$$P\{y_j - [y]_j \leq 0\} \geq \mu_j, \quad (j = \overline{1, l}) \quad (9)$$

$$S^* \leq \beta \Gamma^* R, \quad \Gamma^* = f(\delta^*) \quad (10)$$

Ограничения (7) должны выполняться для всех δ^* , кроме тех, которые ведут к новым расчетным схемам.

Практическая реализация такой модели не всегда возможна и, как правило, трудоемка.

Решение задачи целесообразно свести к варианту детерминированных характеристик связей и рассматривать задачу нелинейного программирования. Алгоритм решения представлен на рис. 2.

Если задана вероятность $P\{\delta^* \leq \delta_1^*\}$, то при известной функции распределения $F(\delta^*)$ значение δ^* из интервала $0 - \delta_1^*$ следует ввести в задачу оптимизации.

Выражение для S представляется в линеаризованной форме, поэтому функции распределения $F(\delta^*)$ и $F(S)$ одинаковы. Для выполнения условия (9) следует, как и ранее (рис. 1, блок 5), найти δ_1^* и продолжить решение по алгоритму рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Испытания сборных железобетонных конструкций/А.Г.Комар. Е.Н.Дубровин, Б.С.Кержнеренко, В.С.Зеленский. — М.: Высш.шк., 1980. — 269 с.
2. Розенвассер Е.Н., Юсупов Р.М. Чувствительность систем управления. — М.: Наука, 1981. — 464 с.
3. Р ж а н и ц ы н А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. — М.: Стройиздат, 1978. — 239 с.
4. Г а б а с о в Р.Ф., К и р и л л о в а Ф.М. Методы линейного программирования. — Минск: Изд-во БГУ, 1980, ч. 3. — 368 с.
5. Е р м о л ь е в Ю.М. Методы стохастического программирования. — М.: Наука, 1976. — 239 с.
6. Б о р и с е в и ч А.А. Поэтапная оптимизация стержневых систем с использованием линейной аппроксимации. — В кн.: Техника, технология, организация и экономика строительства: Строительная механика и строительные конструкции, Минск: Выш.шк., 1980, вып. 6, с. 9—18.

УДК 624.21

С.В.БОСАКОВ, канд.техн.наук (БПИ)
А.Г.ФЕДОРОВ (Белгипродор)

РАСЧЕТ БЕЗРОСТВЕРКОВЫХ ОПОР МОСТОВ

В настоящей работе предлагается методика расчета безростверковых опор [1] на горизонтальную нагрузку на основе допущений, принятых в [2]. Рассмотрим опору (рис. 1) под действием горизонтальной нагрузки. Расчет выполняем методом Б.Н.Жемочкина. С этой целью разобьем каждую сваю в пределах грунта на равные прямоугольные участки и в середине каждого участка поставим бесконечно малые абсолютно жесткие связи-стержни, через которые осуществляется контакт грунта со сваями. Так как угловые и

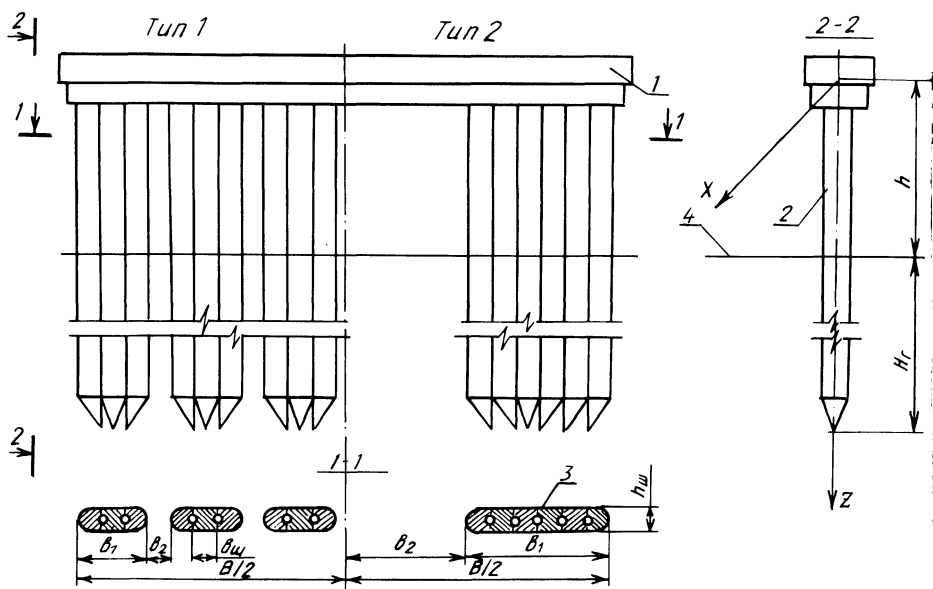


Рис. 1. Общий вид безростверковой опоры:

1 — ригель, 2 — шпунтина, 3 — монолитная шпонка до поверхности грунта, 4 — расчетная поверхность грунта.

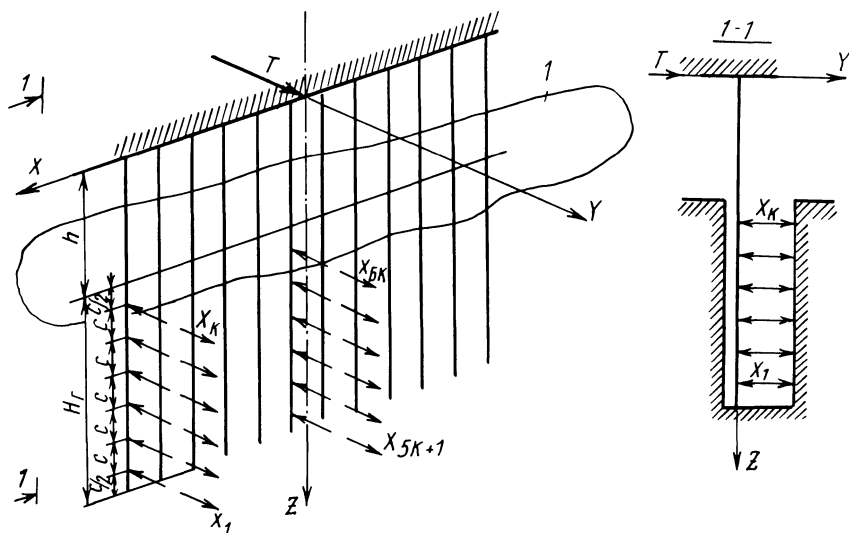


Рис. 2. Основная система:

1 — расчетная поверхность грунта.

линейные перемещения свай, объединенных жестким ригелем, одинаковы, введем защемление в вершине свай. Для расчета статически неопределимой системы (рис. 2) выбираем смешанный метод [2]. Основная система изображена на рис. 2. За неизвестные принимаются усилия в разрезанных стержнях, линейное и угловое перемещения в защемлении. Составляем систему канонических уравнений смешанного метода:

$$X_1 \delta_{1,1} + X_2 \delta_{1,2} + \dots + X_k \delta_{1,k} + \dots + X_{6k} \delta_{1,6k} + \varphi_0 (H_\Gamma - \frac{c}{2} + h) + U_0 = 0;$$

$$X_1 \delta_{5k+1,1} + \dots + X_{5k+1} \delta_{5k+1,5k+1} + \dots + X_{6k} \delta_{5k+1,6k} + \varphi_0 (H_\Gamma - \frac{c}{2} + h) + U_0 = 0;$$

$$X_1 (H_\Gamma - \frac{c}{2} + h) + X_2 (H_\Gamma - 1,5c + h) + \dots + X_{6k} (H_\Gamma - 5,5c + h) = 0;$$

$$(X_1 + X_2 + \dots + X_{5k+1} + \dots + X_{6k}) 2 - T = 0.$$

Коэффициенты при неизвестных $\delta_{i,k}$ зависят от упругих деформаций стержня и упругих перемещений полупространства [2]:

$$\delta_{i,k} = U_{i,k} + \omega_{i,k},$$

где $U_{i,k}$ — горизонтальное перемещение упругого полупространства в точке i от действия единичной горизонтальной силы, распределенной по прямоугольнику в точке k . Методика определения $U_{i,k}$ приведена в [3]; $\omega_{i,k}$ — горизонтальное перемещение сваи в точке i от действия единичной силы, приложенной в точке k ,

$$\omega_{i,k} = \frac{a_k^2 (3a_i - a_k)}{6EJ} \quad \text{при } a_k < a_i;$$

$$\omega_{i,k} = \frac{a_i^2 (3a_k - a_i)}{6EJ} \quad \text{при } a_i < a_k;$$

φ_0 , U_0 — соответственно угловое и линейное перемещение в защемлении.

С целью проведения численных исследований на языке ПЛ/1 для ЕС ЭВМ были составлены программы расчета мостовых опор на воздействие горизонтальных нагрузок. По первой программе рассчитывается конструкция, в которой отдельные элементы как в группе, так и в случае сплошной стенки не объединены монолитной шпонкой, что возможно в строительной практике или при длительной эксплуатации сооружения. Во второй программе учитывается объединение отдельных элементов в группе или в стенке шпонкой. На этом этапе работы сопоставляются результаты, получаемые по предлагаемой методике расчета опор, с данными натурных испытаний и результатами расчета, выполненного по

действующей методике [4, 5]. При этом расчет велся по первому варианту программы.

Перемещение верха опоры составило соответственно при испытании — 13,3 мм, при расчете по действующей методике — 16,4 мм, при расчете по предлагаемому методу — 14,1 мм.

Численные исследования действия горизонтальной нагрузки в плоскости, перпендикулярной плоскости опоры, показали совпадение перемещений и усилий при наличии и отсутствии шпонки.

В реальных условиях вершины свай, групп или стенки, объединенные ригелем, не могут свободно перемещаться в связи с постановкой упругоподатливых опорных частей на верхней грани ригеля под пролетные строения.

Расчетная схема такого опирания представлена на рис. 3.

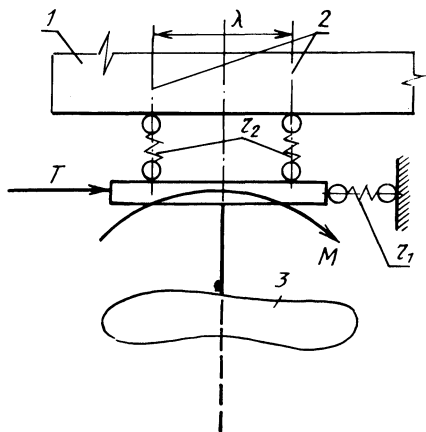


Рис. 3. Расчетная схема опирания пролетных строений на опоре: 1 — пролетные строения, 2 — оси опирания, 3 — расчетная поверхность грунта.

Авторами получены формулы перехода от расчета на горизонтальную нагрузку и момент опоры со свободной вершиной к расчету опоры с вершиной, имеющей упругоподатливую связь с пролетным строением. При этом нагрузки действуют в плоскости, перпендикулярной плоскости опоры.

Они имеют следующий вид:

$$U^T = \frac{\bar{U}^T (1 + m) - \bar{U}^M k}{(1 + n)(1 + m) - f k} T ;$$

$$\varphi^T = \frac{\bar{\varphi}^T}{(1 + n)(1 + m) - f k} T ;$$

$$U^M = \frac{\bar{U}^M}{(1 + n)(1 + m) - f k} M ;$$

$$\varphi^M = \frac{\bar{\varphi}^M (1 + n) - \bar{\varphi}^M f}{(1 + n)(1 + m) - f k} M ;$$

$$m = r_2 \bar{\varphi}^M ; n = r_1 \bar{U}^T ; k = r_2 \bar{\varphi}^T ; f = r_1 \bar{U}^M ,$$

где $\bar{U}^T, \bar{U}^M$ — горизонтальное перемещение верха опоры со свободной вершиной от единичных силы ($\bar{T}$) и момента M ; $\bar{\varphi}^T, \bar{\varphi}^M$ — угол поворота опорного сечения верха опоры со свободной вершиной от единичных силы и момента; U^T, U^M — горизонтальные перемещения верха опоры от расчетных значений горизонтальной силы и момента с учетом упругого защемления; φ^T, φ^M — угол поворота опорного сечения верха опоры от расчетных значений горизонтальной силы и момента с учетом упругого защемления; r_1, r_2 — соответственно горизонтальная и вертикальная реакции в опорных частях от единичных деформаций, зависящие от материала и их исполнения.

Полученные результаты могут найти применение при расчете безростверковых опор транспортных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ш к л я р В.Х., Ф е д о р о в А.Г. Опоры мостов с бесплитными фундаментами. — В кн.: Ускорение научно-технического прогресса, повышение производительности труда и качества дорожных работ: Тез. докл. и сообщений на VII Всесоюз. совещ. дорожников. М.: СоюздорНИИ, 1981, с. 48—50.
2. Ж е м о ч к и н Б.Н. Расчет упругой заделки стержня. — М.: Стройиздат, 1948. — 67 с.
3. Б о с а к о в С.В. Расчет вертикальных конструкций, находящихся в упругом полупространстве. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск: Бел. политехн. ин-т, 1976. — 20 с.
4. СНиП II-17-77. Свайные фундаменты: Нормы проектирования. — М.: Стройиздат, 1978. — 46 с.
5. З а в р и е в К.С., Ш п и р о Г.С. Расчеты фундаментов мостовых опор глубокого заложения. — М.: Транспорт, 1970. — 214 с.

УДК 624.072.2

С.Г. БЫКОВСКИЙ, канд. техн. наук
(БПИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ

При решении задач оптимизации конструкций методами математического программирования приходится многократно выполнять анализ их напряженно-деформированного состояния. Кроме того, алгоритмы, реализующие методы математического программирования, сложны и существенно замедляют сходимость в окрестности искомого экстремума. Все это требует значительных затрат времени ЭВМ при оптимизации сложных многоэлементных стержневых систем.

Наоборот, решение задач оптимизации конструкций как обратных задач строительной механики приводит к простым быстросходящимся алгоритмам. Оптимальность решения при этом связывается не с удовлетворением наилучшим образом критерия