

циента гидравлического сопротивления и коэффициента Кориолиса в диффузорах ниже, чем при отсутствии экрана.

2. При истечении из диффузора на экран в атмосферу оптимальное расстояние для полного угла раскрытия диффузора θ^0 составляет 0,7 – 0,9 (в долях от входного диаметра диффузора). Подтопление истечения снижает коэффициент гидравлического сопротивления в 1,3 – 1,5 раза. Значения оптимального расстояния практически не изменяются.

3. При выходе потока на экран изменение чисел Рейнолдса приводит к изменению режима течения в диффузоре. Существует значение числа Рейнолдса, при котором коэффициент минимален.

4. Закрутка потока в выходном сечении диффузора приводит к незначительному снижению коэффициента сопротивления диффузора подпертого экраном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карелин В.Я., Громик Н.В., Волшаник В.В. Гидравлические характеристики прямоосных конических диффузоров гидроэнергетических установок. «Гидроэнергетическое строительство», 1987, №3, С.31-35.

2. Идельчик И.Е., Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975, 560с.

3. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М., 1982, 224с.

4. Волшаник В.В., Казеннов В.В. Уточненные зависимости для расчета потерь энергии осевого потока жидкости в прямоосных конических диффузорах. – В кн.: Сооружения, оборудование и режим работы ГЭС, ГАЭС и насосных станций. – М.: МИСИ, 1975, С.58-67.

5. Волшаник В.В., Казеннов В.В. Экспериментальное исследование характеристик закрученного потока жидкости в прямоосном коническом диффузоре. – В кн.: Вопросы гидравлики. – М.: МИСИ, 1974.

6. Ханжонков В.Н. Улучшение эффективности диффузоров с большими углами раскрытия при помощи плоских экранов. – Промышленная аэродинамика, 1947, №3

7. Богдановский В.И. Исследование форм подводов и отводов осевых насосов. – В кн.: Расчет и исследование насосов. – Л.: 1958.

8. Волшаник В.В. Расчет потерь энергии закрученных потоков жидкости в прямоосных конических диффузорах. – В кн.: Гидравлика гидротехнических сооружений и гидроэнергетических установок. – М.: МИСИ, 1983, С.157-174.

УДК 624.155.001.24

Дёмин В.В., Восинский И.О.

Научные руководители: асс. Дёмина Г.П., проф., к.т.н. Шведовский П.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ СВАЙНОГО ТИПА

Составление ряда предпочтительности и выбор проектного варианта по типу фундамента можно решать на любом уровне: очень осторожном, среднечисленном, рисковом и с использованием самых современных математических методов (вероятностных, «статистических», игровых, смешанных, стратегических). Однако полная реализация данной логической схемы требует применения мощных ЭВМ в диалоговом режиме. В настоящее время, очевидно, пока целесообразнее при выборе ресурсосберегающих решений в области фундаментостроения реализация на ЭВМ блока задач методами, предложенными в работе [1].

Выбор решения реализуем по следующим этапам:

- определяется исходная матрица решений с последующей ее нормализацией;
- по величинам значимости показателей эффективности (q_i) составляется матрица эффективности (F);
- определяются множества согласия и несогласия по каждой паре вариантов ($H_{ке}$);
- определяются индексы согласия ($C_{ке}$) и несогласия ($d_{ек}$), отражающие предпочтительность одного варианта перед другим, из которых формируются соответствующая матрицы;
- осуществляется построение доминирующих матриц согласия (D_c) и несогласия (D_n);
- определяется агрегированная матрица доминирования (D_a);
- удаляются менее предпочтительные варианты как по критерию согласия, так и по критерию несогласия.

Данные по сравниваемым вариантам фундаментов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные для выбора варианта технического решения

Вариант	Тип фундамента	Показатели эффективности на 1 м фундамента			
		трудо-затраты, чел.-дн.	приведенные затраты, руб.	Расход	
				бетона, м ³	стали, кг
a ₁	Свайный из свай таврового сечения	1,09	48,2	0,495	35,9
a ₂	Свайный из забивных железобетонных призматических свай	1,18	43,51	0,552	43,8
a ₃	В выштампованной скважине	0,38	27,63	0,71	16,1
a ₄	В вытрамбованном котловане	0,44	25,09	0,47	15,0
a ₅	Микросвайный в выштампованной скважине	0,40	18,73	0,36	13,0
a ₆	Из буронабивных свай	0,67	23,65	0,33	17,9

Значимость показателей в соответствии с проведенным анализом принимаем равной: $q_1 = 0,406$; $q_2 = 0,303$; $q_3 = 0,081$; $q_4 = 0,210$.

Составляя исходную матрицу принятия технических решений, имеющую вид:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1,09 & 48,2 & 0,495 & 35,9 \\ 1,18 & 43,51 & 0,552 & 43,8 \\ 0,38 & 27,63 & 0,71 & 16,1 \\ 0,44 & 25,09 & 0,47 & 15,0 \\ 0,40 & 18,73 & 0,36 & 13,0 \\ 0,67 & 23,65 & 0,33 & 17,9 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

и выполняя нормализацию исходной матрицы (P), используя зависимость типа:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad i = 1, \bar{m}; j = 1, \bar{n}, \quad (2)$$

строим агрегированную матрицу доминирования (D_a):

$$D_a = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & - & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & - & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & - & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix} \quad (3)$$

Удаляя менее предпочтительные варианты, в качестве которых должны быть приняты доминируемые варианты (столбы, в которых имеются единицы), можно сделать вывод, что недоминируемыми являются 4-й и 5-й варианты, т.е. фундамент в вытрамбованном котловане и микровайный фундамент в выштампованной скважине.

Однако при этом не менее существенен и вопрос упорядочения (расположения) вариантов технических решений по предпочтительности. Для этого необходимо проверить все перестановки вариантов по предпочтительности и сравнить между собой.

Матрицу принятия решения можно представить в виде:

$$P = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

Так как нам необходимо предлагаемые варианты «наилучшим» образом согласовать с системой ценностей, то очевидно, что если в упорядочении вариантов присутствует частичный порядок $a_k > a_e$, то факт $x_{kj} \geq x_{ej}$ оценивается при помощи q_j , а факт $x_{kn} < x_{en}$ — при помощи q_n .

Отсюда оценка упорядочения вариантов $\beta_q (q=1, 2, \dots, m!)$ должна определяться по зависимости:

$$\beta_q = \sum_{k,e=1}^m \sum_{j \in C_{ka}} q_j - \sum_{k,e=1}^m \sum_{j \in H_{ke}} q_j, \quad q=1, 2, \dots, m! \quad (5)$$

где

$$\begin{matrix} C_{ka} = \{j / X_{kj} > X_{ej}\}, k, e=1, \bar{m}, k \neq e; \\ H_{ka} = \{j / X_{kj} < X_{ej}\}, k, e=1, \bar{m}, k \neq e; \end{matrix} \quad (6)$$

а наиболее согласованным (наилучшим) упорядочением будет являться m_0 , для которого величина β_{q_0} — наибольшая. При этом надо иметь в виду, что наиболее согласованное упорядочение тождественно ряду предпочтительности вариантов.

Исходные данные для определения ряда предпочтительности вариантов технических решений представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значение кардинальных и ординальных показателей эффективности технических решений по фундаментам

Показатель эффективности	Индекс показателя	Варианты фундамента			Значимость показателей
		в вытрамбованном котловане	микросвайный в выштампованной скважине	из буронабивных свай	
Трудозатраты, чел.-дн.	X ₁	0,44	0,40	0,67	0,18
Расход бетона, м ³	X ₂	0,47	0,36	0,33	0,12
Расход стали, кг	X ₃	15,0	13,0	17,9	0,11
Относительные энергетические затраты	X ₄	0,76	0,92	0,71	0,10
Себестоимость, руб.	X ₅	23,62	17,85	21,08	0,09
Приведенные затраты, руб.	X ₆	25,09	18,73	23,65	0,07
Капиталовложения в строительную базу, руб.	X ₇	11,28	7,37	8,26	0,06
Суммарный конструктивный показатель, кН/руб.	X ₈	26,8	37,2	19,6	0,05
Степень сборности	X ₉	I	III	II	0,015
Степень сложности технологических процессов	X ₁₀	I	III	II	0,015
Уровень качества	X ₁₁	III	I <	II	0,015
Уровень использования транспортных и специальных средств	X ₁₂	I	III	II	0,015
Объем земляных работ	X ₁₃	I	II	III	0,015
Влияние погодных условий	X ₁₄	II	III	I	0,015
Степень механизации	X ₁₅	I	III	II	0,015
Потребность в рабочей силе	X ₁₆	I	II	III	0,015
Надежность в эксплуатации	X ₁₇	II	III	I	0,015
Условия труда на строительной площадке	X ₁₈	I	III	II	0,015
Потребность в высококвалифицированных рабочих	X ₁₉	I	II	III	0,015
Поточность	X ₂₀	I	II	III	0,015
Степень унификации	X ₂₁	I	III	II	0,015
Характер трудозатрат на строительной площадке	X ₂₂	I	II	III	0,015
Потребность в дефицитных материалах	X ₂₃	I	II	III	0,015

Анализ предпочтительности вариантов по кардинальным показателям и величинам критерия средневзвешенного успеха принимаемого решения позволяют расположить варианты по предпочтительности следующим образом: $V_1 > V_2 > V_3$.

Не менее существенен и вопрос направленного улучшения выбранных (или всех конкурентоспособных) вариантов технических решений, которое базируется на об-

щей функции полезности, учитывающей как независимость по предпочтительности (НПР), так и независимость по полезности (НПО).

Проверка выполнения условий НПР и НПО была проведена для всех шести пар переменных: $x_1, x_2; x_1, x_3; x_1, x_4; x_2, x_3; x_2, x_4; x_3, x_4$.

Общая функция полезности рассматривалась в мультипликативной форме вида:

$$u(x_i) = \frac{1}{k} \prod_{i=1}^4 [1 + k_i \cdot k \cdot u_i(x_i)] - 1, \quad \sum_{i=1}^4 k_i \neq 1. \quad (7)$$

Отыскание средних значений условной функции полезности по факторам позволило графическим методом найти все промежуточные значения с последующим вычислением расчетных коэффициентов k и k_i , и установлением выражения общей функции полезности $u(x_i)$ -

$$k_1 = 0,58; k_2 = 0,46; k_3 = 0,43; k_4 = 0,82; k = 0,69.$$

$$u(x_1, x_2, x_3, x_4) = (-0,88)[1 + (-0,3x_1^2 + 0,96x_2 - 1,01)]x[1 + (0,41x_2^2 - 0,66x_2 - 0,82)]$$

$$[1 + (-0,22x_3^2 + 0,96x_3 - 1,2)]x[1 + (-0,42x_4 + 1,8)] + 0,88. \quad (8)$$

Используя ее, определены локальные значения общей функции полезности по каждому технологическому варианту: $V_1 = 0,771; V_2 = 0,695; V_3 = 0,973; V_4 = 0,976; V_5 = 0,842$.

Анализ величин V_i показывает, что лучшими технологическими вариантами являются варианты V_3 и V_5 .

На основании приведенных обоснований можно сделать вывод, что оптимальное техническое решение должно быть комплексным и базироваться на комбинации буронабивных фундаментов в вытрамбованных котлованах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дёмин В.В., Восинский И.О. Особенности оптимизации и выбора технических решений в области фундаментостроения. Сборник конкурсных работ студентов и магистров. БГТУ.-Брест, 2007.

Дёмин В.В., Восинский И.О.

Научные руководители: асс. Дёмина Г.П., проф., к.т.н. Шведовский П.В.

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ И ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИИ

Выбор оптимальных конструктивных (КР) и организационно-технологических решений (ОТР) в фундаментостроении представляет собой сложную техническую проблему, требующую реализации принципов, как комплексности, так и системности подходов. При этом комплексный подход требует учета всех прямых и косвенных факторов, влияющих на решение проблемы, а системный – выбора решения в наибольшей степени соответствующего поставленным целям [1, 2, 4].

Наиболее целесообразно при оценке КР и ОТР [5,6], использование многофакторного моделирования, с помощью которого можно исследовать, оценивать и прогнозировать:

- взаимосвязи процессов разработки указанных решений;
- связи между параметрами, характеризующими данные решения;
- последствия принятия конструктивных решений на возможности их реализации и выбор соответствующих технологических решений;