

Исследованиями установлено, что теплопроводность стальных профилей зависит как от формы и размера перфорации, так и от размера шага перфорации. По данным исследований, проведенных в Финляндии и Швеции наиболее эффективными, с точки зрения энергосбережения, являются стальные профили с перфорацией по всей длине от 4^х до 8^и рядов (рис. 2). Их применение в ограждающих конструкциях позволяет снизить теплопроводность по профилю на 70-80% по сравнению с ЛСТК без перфорации.

Налаженное массовое производство эффективных термопрофилей, имеющих высокую несущую способность, позволяет перейти к возведению бескаркасных зданий из сэндвич-панелей.

Строительство из сэндвич-панелей – это быстрый и малозатратный способ возведения зданий и сооружений. Предпочтение отдается сэндвич-панелям следующего конструктивного решения: трехслойная структура, содержащая два основных металлических наружных слоя и прочный слой-утеплитель (рис. 3).

Сэндвич-панели имеют различное предназначение (оконные сэндвич-панели), простеночные (глухие) и т.д. Возведению зданий из сэндвич-панелей, как правило, предшествуют проектные работы, в которых разрабатываются развертки по всем наружным стенам здания, на основании которых составляется спецификация требуемых типов сэндвич-панелей.

Список использованных источников:

1. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу ограждающих и несущих конструкций из стальных гнутых профилей повышенной жесткости. – М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 1999 г. – 32 с.
2. Материалы для проектирования наружных ограждающих конструкций с применением стальных гнутых термопрофилей ИНСИ. – Омск: УИЦ ИСИ СибАДИ, 2003 г. – 44 с.

Клебанюк Д.Н., Пойта П.С., Шведовский П.В.

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ПРОЕКТНОГО ВАРИАНТА ПЛИТНО-СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Брестский государственный технический университет, кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

Выбор оптимальных конструктивных и организационно-технологических решений при проектировании плитно-свайных фундаментов (ПСФ) представляет собой сложную инженерную задачу, требующую реализации принципов, как комплексности, так и системности подходов к оценке возможных решений. При этом комплексный подход требует учета всех прямых и косвенных факторов, влияющих на решение проблемы, а системный - выбора решения в наибольшей степени соответствующего целям [2, с.216]. Поэтому оптимальный вариант конструктивных и организационно-технологических решений должен характеризоваться системой критериев, базирующихся на совокупности внешних (техничко-эксплуатационных и технико-экономических), внутренних (технологических, конструктивных и организационных) и дополнительных (социальных и экологических) параметрах и

показателях [1, с.36]. Основными из них, бесспорно, являются технологичность, ритмичность, поточность, организационно-технологическая совмещенность и надежность, унифицированность, удельные приведенные затраты, трудоемкость, себестоимость, материалоемкость, долговечность, энергоемкость и экологичность.

Следует отметить, что традиционные методы решения однокритериальных задач, реализующие оптимизацию одного-двух параметров при введении ограничений на все другие, а также принятие альтернативных конструктивных и организационно-технологических решений по экономическим показателям не всегда правомерно, так как стоимостная оценка нелинейна с точки зрения общественной полезности и не может обеспечить требуемое качество технического решения.

И согласно [4, с.113] наиболее целесообразна при оценке конструктивных и организационно-технологических решений многофакторная оптимизация, осуществляемая поэтапно с параллельной разработкой однофакторных оптимизационных решений. Что же касается вида показателей эффективности и критериев сравнения, то они должны выбираться исходя из поставленных целей, а значимость показателей эффективности - устанавливаться в зависимости от вида решаемых задач.

В целом на процесс принятия решения по оптимальным типам и конструкциям фундаментов могут сказаться следующие факторы:

- исходные данные (геологические и гидрогеологические характеристики, конструктивные особенности и параметры здания и т.д.);
- строительные технико-экономические ограничения (ограничения по глубине копания, гибкости конструкция и т.д.);
- заводские ограничения (технологическое несовершенство имеющегося оборудования и машин и др.);
- специфические ограничения проектируемой технологии (выбранного метода);
- стандартные ограничения (ограниченность стройплощадки и др.);
- ограничения, имеющие решающее значение (срок строительства, отсутствие специальных материалов и изделий и т.д.).

Так как выбор решения необходимо осуществлять на базе «наибольшей предпочтительности», т.е. оптимизации на совокупность показателей эффективности, то собственно решение представимо группой следующих частных задач [4, с.111]:

- разработка способа представления вариантов, удобного для полного перебора вариантов из исходного множества;
- разработка полного набора показателей эффективности, которые должны учитываться при оценке каждого варианта, шкалы оценок по каждому показателю эффективности и процедуру оценок;
- выбор формальных процедур, позволяющих выделить из исходного множества подмножество наиболее предпочтительных вариантов;
- разработка формальных процедур, позволяющих на основе подмножества наиболее предпочтительных вариантов построить ряд предпочтительности.

А это требует обоснования набора критериев эффективности, подлежащих рассмотрению в условиях данной модели, оценки их относительной предпочтительности, построения шкалы предпочтительности (определения значимости) и определения условий возможного компромиссного варианта решения, т.е. выбора схемы компромисса и расчета обобщенного критерия.

Отсюда, задача многоцелевого выбора может быть реализована по ранее предложенной нами логической схеме [2, с.106], связывающей множество альтернатив через матрицы (исходных показателей эффективности (P), коэффициентов весомости (q) и рангов (r), взвешенных оценок-показателей (P'),

расчетных критериев полезности (K), эффективности (E) и предпочтительности (U) с последовательной или выборочной реализацией следующих целевых групп: многоцелевой выбор из множества целей; оптимизация на множестве объектов; оптимизация, в динамике или на множестве этапов; оптимизация на множестве вариантов; многовекторная оптимизация.

Следует также отметить, что реализация многоцелевого выбора, требует четкого определения области и схемы компромисса решений, нормализации и учета приоритетности анализируемых решений. Поэтому всегда нужно отыскивать область возможных решений, в которой показатели эффективности непротиворечивы, т. е. там где они согласуются, и поэтому оптимальное решение целесообразно искать только в области компромисса. Область компромисса, с практической точки зрения, определяется нами как подмножество решений, для которых невозможно улучшение без уменьшения уровня хотя бы одного показателя эффективности.

Выделение области компромисса целесообразно осуществлять на основе ее собственных свойств, так как в фундаментастроении определение области компромиссных решений является только промежуточным решением, а конечная цель - нахождение всех конкурентоспособных и выбор одного проектного решения. Но при этом выбор технических решений и сравнение их качества в области компромисса возможны только по определенной схеме компромисса и соответствующему этой схеме принципу оптимальности. Выбор схемы целесообразно осуществлять на аналитическом уровне, используя принцип минимакса, позволяющий найти единственное оптимальное решение.

Основой компромисса должен являться принцип: «справедливым» считается такой компромисс, когда суммарный уровень снижения одного или нескольких показателей эффективности не выше, чем суммарный уровень прироста других.

Так как зачастую показатели эффективности имеют различные масштабы измерения, то их нормализация обязательна и она может выполняться по множеству принципов. Наиболее справедливым, и не ограничивающим значимости ни одного из показателей эффективности, является «принцип идеального качества», когда в виде нормализующих компонент принимаются максимально возможные их отклонения для конкретных условий.

В качестве параметров предпочтительности наиболее целесообразно оперировать рядом предпочтительности векторами приоритетов и значимости, определяемыми методом последовательной оптимизации. При этом вектор предпочтительности показывает степень совпадения двух рядом стоящих в ряду предпочтительности ПЭ по значимости, а вектор значимости - значимость j -го показателя эффективности по сравнению с другими показателями. При этом он может быть задан как точно (принцип строгого приоритета), так и приближенно в виде определенной области (принцип гибкого приоритета).

Однако, бесспорно важнейшим моментом является вопрос об определении значимости показателей эффективности, которые согласно [5, с.17] можно выявлять на основе потерь, энтропии или методами экспертных оценок.

Бесспорно, кроме принципа минимакса могут быть использованы и принципы максимина, максимакса и критерий Сэвиджа, рассчитанные либо на минимизацию убытков или минимум выигрыша, либо на самое плохое, что может произойти.

Для достижения же успеха на достоверном уровне решение необходимо базировать на критерии Бернулли, который за счет перехода от векторных критериев к скалярным, позволяет свести многокритериальную задачу к легко решаемой однокритериальной.

Для отыскания оптимальных технических решений по ПСФ, исходя из анализа реализованных проектных решений и исследований, нами определены следующие показатели эффективности и их значения с соответствующими уровнями значимости (таблица 1).

Таблица 1 - Значения рекомендуемых показателей эффективности и уровней их значимости

Показатель эффективности	Значимость показателей
Трудозатраты	0,18
Расход бетона	0,12
Расход арматуры	0,11
Относительные энергетические затраты	0,10
Себестоимость.	0,09
Приведенные затраты	0,07
Капиталовложения в строительную базу	0,06
Суммарный конструктивный показатель	0,05

Все остальные показатели значимости (степень сборности, степень сложности технологических процессов, уровень качества, уровень использования специальных средств, объем земляных работ, степень механизации, влияние климатических условий, потребность в рабочей силе, надежность в эксплуатации, условия труда на строительной площадке, потребность в высококвалифицированных рабочих и дефицитных материалах, поточность) имеют уровень 0,015.

Следует также отметить, что при определении предпочтительности применения тех или иных конструктивно-организационно-технологических вариантов недостаточно однократно определить предпочтительность и затем переносить ее на другие объекты и конструкции.

Выбор рационального варианта нужно осуществлять для конкретного объекта, так как в зависимости от конструктивного решения объекта в целом, даже при аналогичных конструктивно-технологических решениях, технико-экономические показатели значительно изменяются. Поэтому для каждого строительного объекта существует свой ряд предпочтительности [3, с.7]. Также не менее существен и вопрос направленного улучшения выбранных (или всех конкурентоспособных) вариантов инженерных решений, который базируется на общей функции полезности, учитывающей как независимость по предпочтительности, так и независимость по полезности. В качестве расчетной блок-схемы определения общей функции полезности и улучшения конкурентоспособности выбранных вариантов ПСФ рекомендуется расчетная блок-схема представлена на рис. 1.

Выводы. Так как эффективность проектного решения по плитно-свайным фундаментам определяется стоимостными, временными, ресурсными и эксплуатационными показателями, т.е. очень большой группой возможных альтернатив, то для выбора оптимального ресурсберегающего организационно-технологического варианта плитно-свайного фундамента целесообразно использовать предложенный комплексно-системный подход с многоцелевым выбором по приоритету и значимости на базе «наибольшей предпочтительности» с выбором проектного решения на любом уровне: очень осторожном, среднечисленном, рисковом и с использованием самых современных математических методов (вероятностных, игровых, смешанных, стратегических).



Рисунок 1 - Расчетная блок-схема определения общей функции полезности и улучшения конкурентоспособности выбранного плитно-свайного фундамента

Список использованных источников:

1. Береснев, А.С. О распределении заданного нагружения между плитой и сваями в плитно-свайном фундаменте / А.С. Береснев, А.Ю. Бальшаков, Г.Н. Гусев // International Journal for Computatoinal Civil and Structural Engineering – 2008. Volume 4, Issue. – p. 33-39.
2. Выбор оптимальных решений в строительстве / П.В. Шведовский, А.Т. Мальцев, Л.К. Вайнград, Н.И. Мальцева // М.: Ярославль: ЦНИИЭПсельстрой, 1990.– 309 с.
3. МДС. 2007. Проектирование и устройство оснований, фундаментов и подземных частей многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов / ФГУП НИИ Строительства ЦПП. – М., 2007 – 15 с.
4. Пойта, П.С. Особенности оценки энергетической эффективности конструктивно-технологических решений при выборе проектного варианта свайных фундаментов / А.Ю. Дроневиц, П.С. Пойта, П.В. Шведовский // Матер. научного семинара « Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях. БрГТУ, Брест. 2015 – с. 111-115.
5. Труфанов, А.Н. новые подходы к новым задачам. Высотные здания. / А.Н. Труфанов, О.А. Шумятьев // - 2010. - №5(10), с. 16-19.