

Логутин Валерий Васильевич

Logutin Valeriy Vasilyevich

Ростовский государственный строительный университет

Rostov State University of Civil Engineering

Профессор/Professor

05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

E-Mail: igof-rgsu@mail.ru

Оптимизация проектных решений оснований и фундаментов

Design optimization of footings and foundations

Аннотация: Для проектируемого здания в заданных инженерно-геологических условиях существует множество проектных решений, удовлетворяющих расчетам по предельным состояниям. Показано, что критерий близости к предельному состоянию для выбора наилучшего проектного решения недостаточен. Приведены основные положения по выбору оптимального проектного решения оснований и фундаментов.

The Abstract: For building design in given geoenvironmental conditions there are a lot of decisions complying with critical conditions calculations. It is shown that the criterion of proximity to critical condition for the best building design is not sufficient. There are given the basic elements on optimum designing decisions of footings and foundations.

Ключевые слова: Основания, фундаменты, проектирование, уровни и критерии оптимизации.

Keywords: Footings, Foundations, design, the levels and criteria of optimization.

Цель проектирования строительных конструкций и оснований по предельным состояниям [1;4] заключается в назначении таких размеров и материалов конструкций и оснований, при которых значения нагрузок, усилий, напряжений, деформаций, перемещений, раскрытия трещин и т.д. не превышали бы предельных значений, устанавливаемых нормативными документами, но были бы близки к ним. При этом подразумевается, что полученное проектное решение является наилучшим. Однако для проектируемого здания в заданных местных условиях существует множество проектных решений оснований и фундаментов, удовлетворяющих исходным данным и расчетам по предельным состояниям.

Результаты проектирования различных типов фундаментов показывают, что критерий близости к предельному состоянию для выбора наилучшего проектного решения явно недостаточен. Для получения оптимального решения необходимо привлекать технико-экономические показатели.

Под оптимальным решением понимается [3] вектор управляемых параметров $X^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$, удовлетворяющий всем ограничениям, доставляющий экстремальное значение целевой функции $F(X)$ и называемый оптимальной точкой, а также значение целевой функции в оптимальной точке, т.е. $F(X^*)$.

Применительно к проектированию фундаментов под вектором управляемых параметров понимается совокупность изменяемых параметров оптимизации, а именно, конструкция и способ устройства фундамента, его геометрические размеры, материалы, из которых сделан фундамент, и т.д. Целевая функция - это скалярная функция одной или нескольких перемен-

ных, характеризующая качество оптимизируемого проектного решения. Качество проектного решения оснований и фундаментов рекомендуется оценивать [2] по следующим целевым функциям (критериям качества):

-стоимостные критерии:

приведенные затраты, сметная стоимость, капитальные вложения в материально-техническую базу строительства, эффект от ускорения строительства, эксплуатационные затраты и т.д.;

-натуральные критерии:

продолжительность возведения, затраты труда, расход материалов и т.д.

Задачу оптимизации решают как многокритериальную, рассматривая одновременно несколько критериев качества проектного решения. При надлежащем обосновании допускается решать задачу оптимизации и как однокритериальную, рассматривая только один критерий качества, чаще всего сметную стоимость.

Однокритериальная задача оптимизации состоит в выборе таких параметров, при которых удовлетворяются все ограничения, накладываемые на проектные решения, а рассматриваемый критерий качества принимает минимальное значение. В многокритериальной задаче оптимизации наилучшее решение математически строго определить не удастся. В этом случае формируется множество Парето, из которого с использованием приближенных методов наилучшее решение приходится выбирать проектировщику.

Как указывалось выше, оптимальное решение должно удовлетворять всем ограничениям, налагаемым на проектную задачу. Под этими ограничениями понимаются:

- условия расчета по предельным состояниям (давления в подошве меньше расчетного сопротивления грунта; расчетные деформации меньше предельных; фактическая нагрузка на сваю под ростверком меньше нагрузки, допускаемой на сваю; расчетная ширина раскрытия трещин меньше предельной и т.д.);

- конструктивные требования (размеры монолитных фундаментов кратны установленным модулям, толщина дна стакана в ростверке больше 250мм, минимальный диаметр арматуры подошвы монолитного столбчатого фундамента 10мм, толщина защитного слоя в подошве фундамента не менее 40 мм и т.д.);

- требования, обусловленные технологическими особенностями проектируемого объекта;

- технические возможности местных строительных организаций, осуществляющих производство работ нулевого цикла.

Оптимизируемые варианты проектных решений оснований и фундаментов должны отвечать условиям сопоставимости. Проектные решения должны быть рассчитаны на одинаковые нагрузки для одних и тех же инженерно-геологических условий и в равной мере обеспечивать надежную эксплуатацию и долговечность здания; разработаны с одинаковой степенью проектной проработки в соответствии с действующими нормативными документами и с учетом научно-технических достижений в области фундаментостроения. Оптимизация проектных решений, как правило, производится для одного отдельно стоящего фундамента (одного пог.м стены) или для всего нулевого цикла.

Необходимо подчеркнуть, что оптимальность проектного решения не может устанавливаться по принципу «более надежное» «менее надежное». Все оптимизируемые проектные решения должны удовлетворять требованиям безопасности, надежности и долговечности.

Оптимизацию проектного решения оснований и фундаментов можно условно разделить на два уровня. Первый предусматривает рассмотрение всех вариантов фундаментов различных типов, которые технически возможно осуществить в заданных местных условиях для проектируемого объекта с учетом всех его особенностей.

Второй уровень оптимизации предусматривает перебор всех возможных сочетаний параметров вариантов фундамента, намеченного к проектированию. Например, для столбчатого фундамента под колонну необходимо проварьировать такими переменными параметрами оптимизации, как высота и размеры подошвы фундамента, размеры подколонника, число ступеней плитной части, размеры каждой ступени в плане, армирование плитной части и подколонника, классы бетона и стали. Для свайных фундаментов рекомендуется дополнительно изменять размеры сечения и длину свай, расстояния между сваями и т.д., для плитных фундаментов – толщину плиты, шаг и диаметр арматурных стержней.

Одним из важных разделов оптимизации является составление наборов параметров фундаментов, удовлетворяющих ограничениям решаемой задачи. Самое главное при этом - не пропустить такой набор изменяемых параметров, который доставляет минимум целевой функции. Поскольку геометрические размеры фундамента кратны определенному модулю, площадь поперечного сечения арматуры кратна площади одного стандартного стержня, классы бетона и арматуры принимаются по таблицам норм, то переменные параметры не являются непрерывными, а представляют собой некоторое дискретное множество.

Первый уровень оптимизации - назначение к проектированию различных типов фундаментов формализуется слабо и его эффективность в значительной мере обусловлена знаниями и опытом проектировщика. Второй уровень оптимизации предусматривает перебор огромного количества сочетаний изменяемых параметров и поэтому выполняется, как правило, с использованием современных расчетных комплексов и систем автоматизированного проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету //www.vsegost.com.
2. Руководство по выбору проектных решений фундаментов //НИИОСП им. Герсеванова, НИИЭС, ЦНИИПроект Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1984.-192 с.
3. Системы автоматизированного проектирования, Кн9. Иллюстрированный словарь: учебное пособие для вузов //Под. ред. И.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986.-159 с.
4. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений от 30 декабря 2009 года. №384-ФЗ //www.rospromtest.ru.