

Модель охватывает широкий спектр явлений структурообразования и деструктивных процессов, начиная с внутримолекулярных взаимодействий на уровне частиц размером $10^9 \dots 10^6$ м, и заканчивая поведением конструкций, рис.8. При этом модель лишена детальной визуализации моделируемого объекта и протекающих в нем процессов. Авторы, принимая некоторые допущения относительно геометрического строения структуры цементного камня, описывают ее основные параметры математически на основании законов термодинамики, механики и пр. И далее, на основе общих представлений о процессах массопереноса в цементном камне и бетоне, моделируют коррозионные и механические повреждения конструкции.

Заключение. При всем разнообразии существующих методов моделирования пористых материалов, задача проницаемости бетона – частный случай, имеющий большое практическое значение, на территории постсоветского пространства решается преимущественно экспериментально. Причем информация рекомендательного характера, касающаяся проектирования составов бетона с требуемой водонепроницаемостью, представлена в весьма скудном объеме. Обобщая опыт зарубежных коллег, следует отметить, теоретическое моделирование позволяет существенно продвинуться в решении многих прикладных практических задач. Более того, определенные шаги в этом направлении делаются и отечественными учеными. Так, авторами работ [11,17] разработана и достаточно успешно функционирует модель-симулятор цементной системы с визуализацией структуры и возможностью получать полную информацию о параметрах фазового состава цементного камня в любой момент гидратации. Есть опыт аналитического моделирования структурообразования цементного камня с возможностью прогнозировать собственные деформации структуры [18]. Нет сомнений в том, что эти работы послужат серьезной базой для решения задачи проницаемости и в целом долговечности бетона. Необходимо уточнить, усовершенствовать их с акцентом на поровом пространстве. При этом наряду с общими подходами к моделированию пор важно также рассмотреть механизмы транспортных процессов в структуре бетона. Анализ классических представлений о формах движения газозвдушенных и жидких сред в пористых материалах и, собственно, моделированию транспортных процессов в структуре бетона мы намерены посвятить наши следующие работы.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительные материалы и изделия: учеб. пособие / В.Н. Чубуков [и др.] – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 328 с.
2. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Шалимо, М.А. Лабораторный практикум по технологии бетонных и железобетонных изделий – Мн.: Вышэйшая школа, 1987. – 196 с.

4. Протасевич, А.А. Анализ современных представлений о структуре бетона с позиций его проницаемости / А.А. Протасевич, Н.В. Филимонова // Вестник БрГТУ. Архитектура и строительство. - 2011г. - № 1.
5. Zement: Taschenbuch/ Verein Deutscher Zementwerke e.V. – 49. Ausgabe // Düsseldorf: Verlag Bau+Technik, 2000.
6. Хейфец, Л.И. Многофазные процессы в пористых средах / Л.И. Хейфец, А.В. Неймарк - М.: Химия, 1982. -320 с.
7. E.J. Garboczi, D.P. Bentz, and N.S. Martys. Digital images and computer modelling (in Experimental Methods for Porous Media). - Academic Press, New York. - 1999.
8. Bentz, D.P., Haecker, C.J., Feng, X.P. and Stutzman, P.E. Prediction of Cement Physical Properties by Virtual Testing, Proceedings of the 5th International VDZ Congress, September 23-27, 2002, Düsseldorf, Germany, pp 53-63 (2003).
9. E.J. Garboczi and D.P. Bentz. Computer Simulation of the Diffusivity of Cement-Based Materials. - Journal of Materials Science. - 1992.
10. D.P. Bentz, Capillary Porosity Depercolation/Repercolation in Hydrating Cement Pastes via Low Temperature Calorimetry Measurements and CEMHYD3D Modeling (to be submitted to the Journal of the American Ceramic Society) Building and Fire Research Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg.
11. Разумейчик, В.С. Анализ пористости композиционных материалов на основе процедуры изометрического покрытия поровых сегментов цифрового изображения / В.С. Разумейчик, А.С. Дереченник, С.С. Дереченник // Вестник БрГТУ. – 2006. – № 5. – С. 8–14.
12. Guang Ye, K. van Breugel, Jing Hu. Numerically Simulated Pore Structure and its Potential Application in High Performance Concrete. - Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, the Netherlands
13. Koichi Maekawa, Tetsuya Ishida and Toshiharu Kishi. Multi-scale Modeling of Concrete Performance. - Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 1, No. 2, 91-126, July 2003. Japan Concrete Institute.
14. Koichi Maekawa and Tetsuya Ishida. Service-life Evaluation of Reinforced Concrete under Coupled Forces and Environmental Actions. University of Tokyo, Japan
15. Koichi Maekawa and Tetsuya Ishida. An Integrated Computational System for Mass/Energy Generation, Transport, and Mechanics of Materials and Structures. - Translation from Proceedings of JSCE, No.627/V-44. - August 1999.
16. Rusin Z. Technologia betonów mrozoodpornych / Krakow: PolskiCement z o.o. – 2002. – 182 s.
17. Разумейчик, В.С. Структурно-химическое моделирование гидратации цементного композита // Вестник БрГТУ. Архитектура и строительство. – 2006 г. – № 1.
18. Тур, В.В. Обобщенная модель собственных деформаций расширяющейся цементной системы / В.В. Тур, Н.В. Филимонова // Строительная наука и техника. – №1. – Мн., 2006.

Материал поступил в редакцию 28.02.11

FILIMONOVA N.V., PROTASEVICH A.A. The theoretical preconditions to forecasting permeability of concrete

The basic parameters porosity of concrete are considered. The ways of idealization of structure of porous materials are described. The modern methods of modeling porosity of environment of a stone are submitted.

УДК 624.01

Матчан В.А., Давыдюк А.И.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗБАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Введение. В настоящее время в строительстве, как и во многих других областях техники, актуальной остается задача создания совершенных конструкций, обладающих высокой экономической эффективностью с одной стороны, и высокой надежностью и длительным сроком

с другой стороны, и высокой надежностью и длительным сроком

Матчан Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой архитектурного проектирования Брестского государственного технического университета.

Давыдюк А.И., магистрант технических наук Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

службы с другой. Обычная задача проектирования состоит в нахождении конструкции, которая воспринимает действующие на нее нагрузки, удовлетворяя всем требованиям строительных норм по обеим группам предельных состояний. Как правило, решение этой задачи неоднозначно, т.е. существует некоторое множество решений, удовлетворяющих указанным требованиям. Это обстоятельство и открывает возможности для оптимального проектирования, позволяющего находить наиболее совершенное конструктивное решение из области возможных.

Впервые оптимальное проектирование было использовано для практических целей в космической промышленности, где уменьшение веса конструктивных элементов играет наиболее значительную роль. Перспективы применения математического программирования для проектирования строительных конструкций открылись с работой Л. Шмита [1], в которой было доказано, что трехстержневая ферма, при одних и тех же нагрузках и условиях эксплуатации на 7% легче двухстержневой. Этот вывод находился в резком противоречии с традиционным представлением о том, что в оптимальной конструкции должна быть максимально использована несущая способность элементов и, следовательно, напряжения везде должны иметь максимально допустимые значения.

Учитывая рост объемов строительства жилых многоэтажных каркасных зданий, а также тот факт, что стоимость и трудозатраты на устройство перекрытий этих зданий составляют значительную часть от общих соответствующих показателей, представляется целесообразным разработать методику оптимального проектирования для безбалочных монолитных перекрытий каркасных зданий.

Методика исследования. Для разработки методики оптимизации необходимо решить следующие задачи:

- принять критерий оптимальности;
- составить целевую функцию;
- назначить ограничения целевой функции;
- подобрать методы для проверки этих ограничений;
- указать параметры оптимизации;
- выбрать метод поиска оптимального решения.

Так как, согласно СТБ ISO 2394 [2], целью проектирования считается минимизация стоимости конструкций на протяжении всего срока службы, и, учитывая, что расчет перекрытий будет производиться с учетом шага и площади сечения колонн, примем в качестве критерия оптимальности стоимость конструкции на протяжении всего срока службы, приведенной на 1 м² площади здания.

Таким образом, целевая функция задачи оптимизации имеет вид:

$$C_b + C_m + \sum p_f \cdot c_f \rightarrow \min ,$$

где C_b – затраты на строительство колонн и перекрытий с учетом стоимости организационно-технических работ;

C_m – эксплуатационные затраты организационно-технических работ;

p_f – вероятность отказа ($p_f = 10^{-4}$ [3]);

c_f – стоимость последствий отказа.

Ограничения целевой функции – это требования, предъявляемые к конструкции [4]. При решении задачи оптимизации безбалочных монолитных перекрытий можно выделить восемь групп требований:

- требования, предъявляемые к размерам элементов;
- требования, предъявляемые к материалам;
- конструктивные требования;
- условия для определения внешних усилий;
- условия для определения внутренних усилий;
- ограничения 1-ой группы предельных состояний;
- ограничения 2-ой группы предельных состояний;
- ограничения, обусловленные необходимостью защиты здания от прогрессирующего обрушения.

Для проверки этих ограничений использовались различные методы: метод предельного равновесия, метод грузовых площадей, метод предельных состояний, упрощенный деформационный метод, метод связевых усилий и другие. Подробное описание этих методов содержится в источниках [5–7].

Параметры оптимизации – это величины, значения которых меняются в процессе решения задачи [4]. Для рассматриваемой задачи параметрами оптимизации являются:

- площадь сечения колонны;
- отношение высоты сечения колонны в ширине сечения;
- толщина плиты перекрытия;
- шаг колонн;
- прочность бетона колонн и перекрытий;
- коэффициент соотношения моментов.

Учитывая количество и значимость указанных выше параметров, для поиска оптимального решения будем осуществлять на основании метода последовательного перебора вариантов. Указанный метод позволяет находить глобальные экстремумы функций и обладает при этом простым алгоритмом.

Рекомендации по повышению эффективности. Изложенная выше методика была реализована в виде компьютерной программы “Optiplit”. Это позволило оптимизировать свыше 300 конструктивных решений, благодаря чему были разработаны следующие рекомендации:

1. Назначение рациональных геометрических размеров конструкций:

- Соотношение соседних пролетов в перекрытии следует принимать в зависимости от нагрузки на перекрытие и размеров максимального пролета. Для этого можно воспользоваться номограммой, приведенной на рисунке 1.
- Толщина перекрытий принимается равной от 1/40 до 1/16 размера максимального пролета. Более точное значение можно определить из номограммы, на рисунке 2.
- Площадь сечения опор следует принимать равной 1/200 – 1/120 от площади ячейки перекрытия по номограмме, приведенной на рисунке 3.

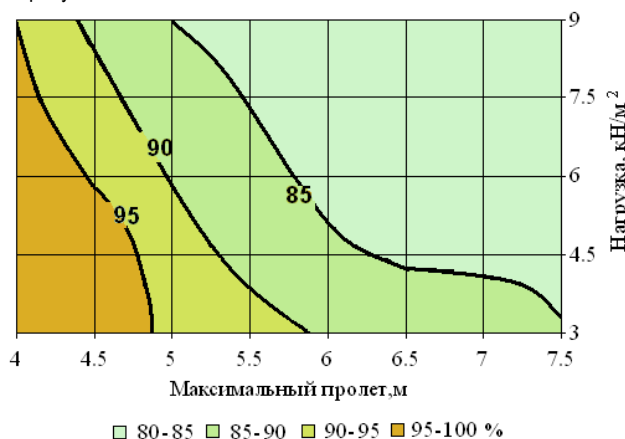


Рис. 1. Номограмма для определения оптимального соотношения пролетов

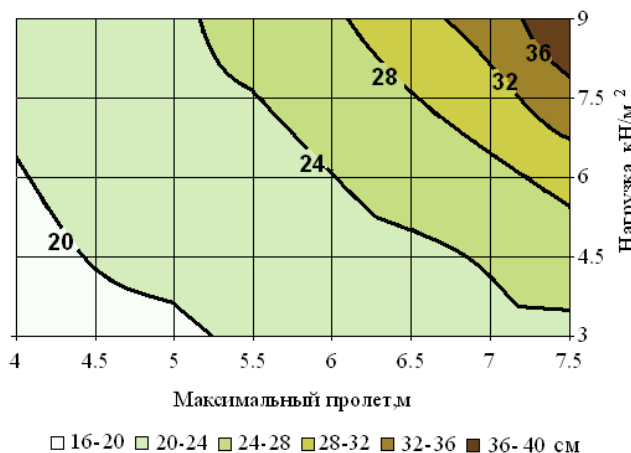


Рис. 2. Номограмма для определения оптимальной толщины перекрытия

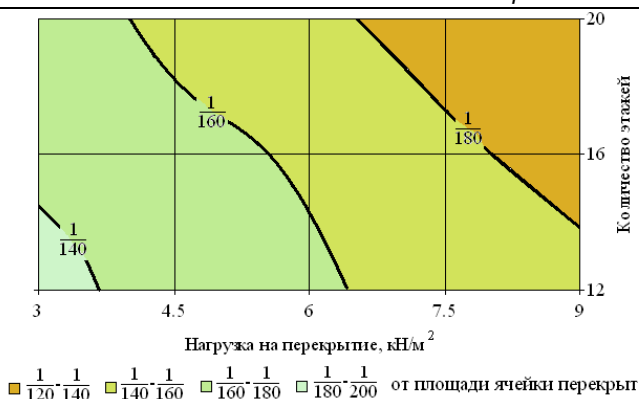


Рис. 3. Номограмма для определения оптимальной площади сечения колонн

2. Использование для изготовления конструкций тяжелых бетонов с наиболее высоким классом по прочности из возможных С25/30 и др.
 3. Применение для расчета перекрытий методов позволяющих учесть нелинейную работу конструкции и перераспределение усилий. Например, метод предельного равновесия. Коэффициент соотношения моментов в пластических шарнирах при этом следует назначать близким к 0,5.

О рациональности конструктивного решения перекрытия можно судить по расходу стали, требуемому на ее изготовление. Оптимальный расход стали можно определить в зависимости от максимального пролета и нагрузки на перекрытие по номограмме, представленной на рисунке 4.

Заключение

- Оптимальное проектирование позволяет создавать экономичные строительные конструкции без потерь их качества и надежности.
- Реализация методики оптимизации в виде программного обеспечения для ЭВМ позволят производить рассмотрение значительного количества вариантов проектных решений за короткий промежуток времени
- Использование рекомендаций авторов составленных благодаря обобщению результатов оптимизации множество проектных решений позволит повысить эффективность применения безбалочных перекрытий в строительной практике.

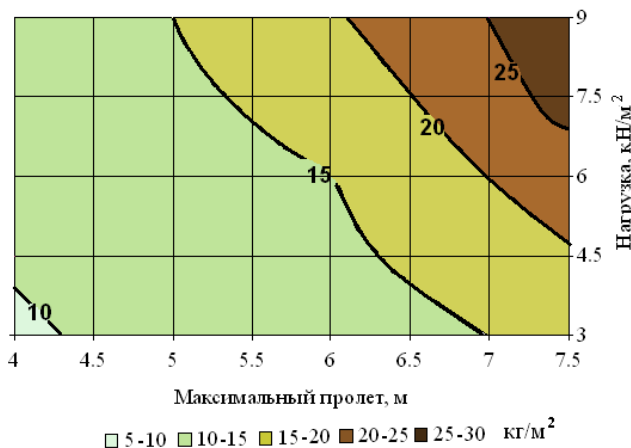


Рис. 4. Номограмма для определения оптимального расхода стали

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Shmit L.A. Structural design by systematic synthesis // Proceedings of the Second ASCE Conference on Electronic Computation, 1960, Pittsburg, Pennsylvania, p.105–122.
2. Надежность строительных конструкций. Общие принципы: СТБ ISO 2394 -2007. – Введ. 01.07.2008 – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2007 – 69 с.
3. ТКП ЕН 1990-2007. Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций. – Мн: Минстройархитектуры, 2008.
4. Рекомендации по оптимальному проектированию железобетонных конструкций. – М: НИИЖБ Госстроя СССР, 1981. – 170 с.
5. Голышев, А.Б. Проектирование железобетонных конструкций: справочное пособие / А.Б. Голышев, В.Я. Бачинский, В.П. Полищук, А.В. Харченко, И.В. Руденко. – М.: Высш. шк., 1990 – 544с.: ил.
6. СНБ 5.03.01-02. Конструкции бетонные и железобетонные. – Мн.: Стройиздат, 2002 – 247 с.
7. Рекомендации по проектированию конструктивных систем в особых расчетных ситуациях. Защита от прогрессирующего обрушения. – Брест: БрГТУ, 2010 – 91с.

Материал поступил в редакцию 02.12.10

MATCHAN V.A., DAVYDIUK A.I. Optimum designing flat slab of frame buildings

This paper is about of optimum designing of building construction. The method of optimization of flat slab of frame buildings is stated in this work. Criterion function, criterion of optimality and parameters of the given method is described. The paper contains recommendations for increase of efficiency of application flat slab in building practice.

УДК 699.86

Черноиван В.Н., Новосельцев В.Г., Черноиван Н.В., Седляр Ю.А.

К РАСЧЕТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НЕОШТУКАТУРЕННЫХ СТЕН ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Введение. Анализ сложившейся за последнее десятилетие структуры потребления топливно-энергетических ресурсов отраслями экономики Беларуси показывает, что наибольший рост, почти на 9% (до 34% общего их потребления народным хозяйством) имеет место в коммунально-бытовом секторе. Рост потребления топливно-энергетических ресурсов произошел за счет эксплуатируемых зда-

ний, построенных в 70-х...80-х годах прошлого века. Согласно информации предоставленной КУП «ЖРЭУ» г. Бреста наибольший расход тепловой энергии на 1 м³ помещения приходится на эксплуатируемые здания с кирпичными стенами с расшивкой швов. Основной объем таких зданий составляют общежития, жилые дома, здания школ и детских садов.

Черноиван Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Новосельцев Владимир Геннадьевич, кандидат технических наук, зав. кафедрой ТГВ Брестского государственного технического университета.

Седляр Юрий Анатольевич, студент строительного факультета Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.