

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 550.34

Абакаров А.Д., Курбанов И.Б.

МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ И СНИЖЕНИЮ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА

Abakarov A.D., Kurbanov I.B.

METHODOLOGY OF SYSTEM APPROACHE TO SEISMIC RISK ASSESSMENT AND REDUCTION

Аннотация. Обеспечение сейсмобезопасности урбанизированных территорий является задачей, не требующей отложения. Но она не может быть решена отдельными отрывками. Необходимо связать все составляющие сейсмической опасности в одну цельную проблему, основанную на системном подходе. В настоящей работе приведена, как основная блок, – схема системного подхода к обеспечению сейсмобезопасности территории, так и блок – схемы составляющих каждого из основных блоков. Они охватывают весь комплекс мероприятий для полноценной оценки сейсмической опасности территории, оценки сейсмического риска и его снижения.

Предложенная методология может быть реализована при разработке и реализации региональных программ по сейсмобезопасности территорий.

Ключевые слова: системный подход, сейсмическая опасность, элементы сейсмического риска, уязвимость, сейсмический риск, допустимый риск, снижение сейсмического риска.

Abstract. Ensuring of urban areas seismic safety is a task which do not require delay. But it cannot be solved by separate parts. It is essential that all components of the seismic hazard must be grouped together in one problem based on the system approach. In the present paper is presented not only the main flowchart of systems approach to ensuring the territory seismic safety but also the flowcharts of components of each main unit. They cover the whole package of measures for a full assessment of territory seismic hazard, seismic risk and its reduction.

The proposed methodology can be carried out for design and implementation of regional territory seismic safety programs.

Key words: system approach, seismic hazard, seismic risk elements, vulnerability, seismic risk, acceptable risk, seismic risk reduction.

Введение. Сейсмический риск характеризуется социальными и экономическими потерями, возможными при землетрясениях. Если не принять соответствующие меры для его снижения, сейсмический риск территорий с каждым годом будет расти. К этому приводит рост населения на Земле, плотность и этажность застройки городов, физического износа старой застройки, воздействия человека на литосферную оболочку Земли, строительство крупных гидротехнических сооружений и др. Часто сильные землетрясения происходят на территориях традиционно не считавшихся сейсмоопасными, или сила землетрясения оказывается больше указанной в картах сейсморайонирования. Примерами тому являются Дагестанское землетрясение 1970г., Газлийское – 1984г., Спитакское – 1988г., Нефтегорское – 1995г., а также 6-ти бальное землетрясение в г. Калининград в 2004г.

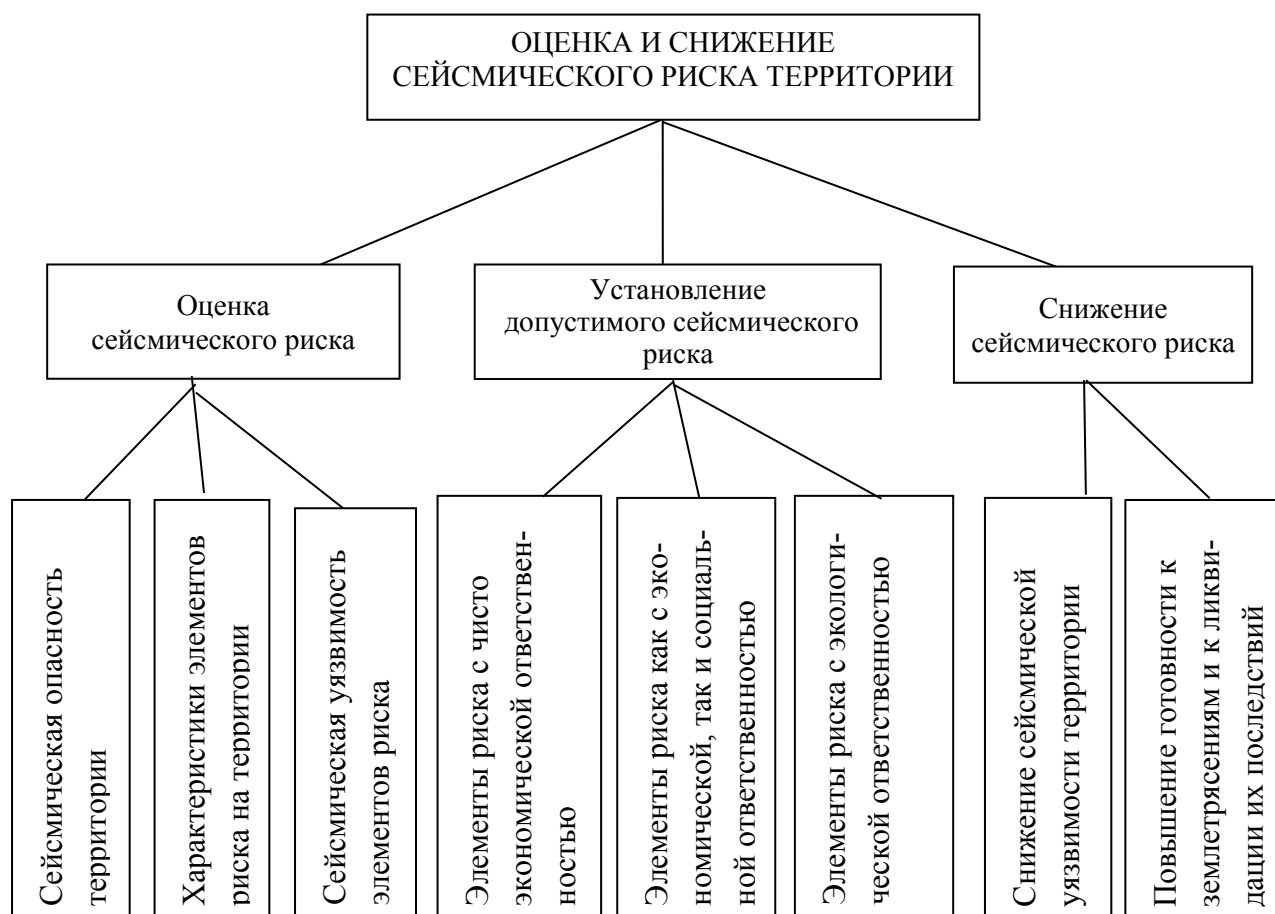


Рисунок 1 - Схема системного подхода к оценке и снижению сейсмического риска

Ошибки в прогнозе места и силы землетрясений, трагические последствия сильных землетрясений, неожиданность наступления сейсмических событий обусловлены недостаточностью исследований по сейсмобезопасности территорий, основанных на системном подходе. Системность подхода к решению этой проблемы требует необходимость учета большого числа разных факторов, при-

родного, техногенного и человеческого характера, влияющих в конечном итоге на безопасность населения, инфраструктуры и природы на сейсмоопасных территориях.

Постановка задачи. Общая схема системного подхода к оценке и снижению сейсмического риска территории дана на рис.1.

Стратегия управления сейсмическим риском включает решение трех основных задач: оценка сейсмического риска; установление допустимого сейсмического риска; снижение сейсмического риска.

Методы исследования. Сейсмический риск складывается из сейсмической опасности территории, экономических, социальных, физических и технических характеристик элементов риска (зданий, сооружений, систем жизнеобеспечения и др.) и из уязвимости элементов риска при землетрясении той или иной интенсивности и спектральных характеристик.

Прогнозная оценка сейсмической опасности является наиболее сложной задачей, включающей сейсмически опасные первичные и вторичные процессы. На рис.2 дана схема прогноза сейсмической опасности территории.



Рисунок 2 – Схема прогноза сейсмической опасности территории

Первичная сейсмическая опасность вытекает из тектонических разрывов и разломов земной коры и, вызываемых ими сотрясений поверхности земли. Вторичная сейсмическая опасность – это природные и техногенные явления, порождаемые землетрясениями и представляющие опасность для человека и среды его обитания. К вторичным природным явлениям, прежде всего, относятся оползни, обвалы, селевые потоки, разжижение грунтов, цунами и др. Техноген-

ными являются пожары, отравления ядовитыми газами или жидкостями из-за разрушения их хранилищ, последствия аварии на объектах атомной электростанции, наводнения, вызываемые разрушением крупных гидротехнических сооружений и др.

Прогноз первичной сейсмической опасности включает результаты геолого - геофизического и геодинамического исследования территории, а также:

1) Материалы общего сейсмического районирования (ОСР):

- комплект карт ОСР;
- карты очаговых зон землетрясений.

2) Материалы детального сейсмического районирования:

- карты сейсмогенерирующих структур;
- прогнозные оценки параметров сейсмических колебаний, таких как максимальные ускорения, скорости, смещения, спектрально – временные характеристики колебаний грунтов.

3) Материалы количественного сейсмического микрорайонирования территорий населенного пункта или отдельных участков застройки:

- сейсмичность площадки в баллах с учетом местных грунтовых условий;
- максимальные ускорения, преобладающие периоды и продолжительности колебаний грунтов;
- спектры коэффициентов динамичности;
- набор реальных и (или) синтезированных акселерограмм землетрясений для территории.

Здесь следует иметь в виду, что традиционная оценка сейсмической опасности территорий в баллах уже не отражает той совокупности сейсмологической информации, которая необходима для оценки надежности и оптимального проектирования зданий и сооружений.

Строительные системы обладают высокой чувствительностью не только к ускорениям колебания грунтов, но и к спектральным характеристикам сейсмического воздействия, таким, как ширина спектра, преобладающий период колебаний и продолжительность.

Спектральные параметры землетрясения, в свою очередь, зависят от параметров очага землетрясения, механизма его действия, расстояния от очага до рассматриваемой площадки и грунтово – геоморфологических условий территории.

Обсуждение результатов. Необходимость количественной оценки сейсмической опасности территорий и методика разработки карт количественного сейсмического микрорайонирования впервые были рассмотрены в работах Н.В. Шебалина [1], Ю.В. Ризниченко [2], В.В. Штейнберга [3] и П.И. Крамынина[4].

В работе [3] предлагается прогнозную сейсмическую опасность оценить в три стадии. На первой стадии выявляются контуры зон ВОЗ, на второй – зоны сейсмической опасности на поверхности, на третьей – ожидаемые параметры

сейсмических воздействий в виде дискретных значений параметров колебаний грунтов и амплитудно – частотных спектров.

На картах количественного сейсмического микрорайонирования отражают спектральные параметры прогнозируемых сейсмических воздействий, что необходимо для разработки синтезированных акселерограмм, используемых как для расчетов, так и для сценариев землетрясений.

Примером территории с ярко выраженной вторичной сейсмической опасностью является Республика Дагестан. По данным МЧС РД [5] 835 селений республики подвержены различным экзогенным процессам. Почти вся ее горная часть характеризуется оползнями, обвалами и селевыми потоками.

Что касается вторичных техногенных процессов, то на территории республики расположено 75 потенциально опасных объектов. Среди них особое место занимают химически опасные объекты в виде емкостей для хранения аммиака и хлора, взрывопожароопасные объекты, которыми, прежде всего, являются нефтебазы, а также объекты наводнения, в виде водохранилищ каскада Сулакской ГЭС.

Общая площадь зон возможного воздействия поражающих факторов техногенного и природного характера в результате сильных землетрясений в Дагестане составляет 2300 кв км с населением более 600 тыс. человек. В том числе в зонах химической опасности проживают более 450 тыс. человек, в зоне затоплений – 90 тыс. человек, в зоне пожаров – 60 тыс. человек.

Характеристики элементов риска на территории включает базу данных по всем элементам на территории, повреждение и (или) разрушение которых связано с социальными и (или) экономическими потерями, в том числе и косвенными. Их определяют на основании инженерного обследования объектов и соответствующими расчетами.

Основной задачей инженерного обследования существующих на территории объектов является оценка их технического состояния с точки зрения сейсмостойкости, включая оценку дефицита сейсмостойкости, вероятностные степени повреждения при прогнозируемых землетрясениях и возможные экономические и социальные потери при повреждениях и разрушениях[6]. Результаты технического обследования по каждому объекту заносятся в технический паспорт здания или сооружения, служащий документом для оценки сейсмического риска объекта и формирования плана превентивных мероприятий по снижению риска.

Сейсмическая уязвимость элементов риска включает информацию по уязвимости техногенной и социальной среды и природы при землетрясениях, которую представляют в виде матриц повреждений и соответствующих потерь. Основные составляющие сейсмической уязвимости показаны на рис.3.

Для принятия решения по снижению риска необходимо определиться с допустимым (приемлемым) риском. Допустимые риски следует определить исходя из трех оценок риска [7]:

1. Общая оценка риска для исследования масштаба проблемы и выработки политики и принципов снижения риска;
2. Относительная оценка риска для определения критериев и дальнейших условий по снижению риска;
3. Оценка риска на конкретной площадке или для конкретного объекта для принятия решения по его снижению.

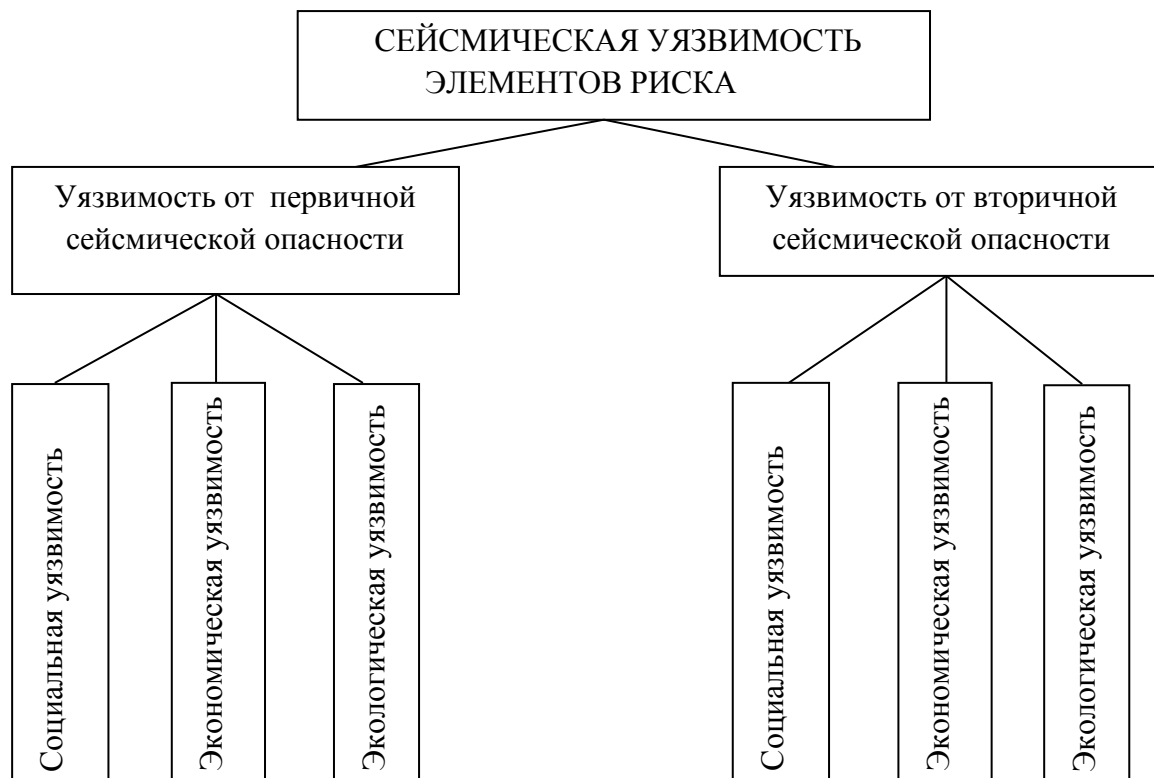


Рисунок 3 – Схема составляющих сейсмической уязвимости

При этом возможные социальные и экономические потери следует определить с учетом вероятностей проявления землетрясений.

Установление допустимого риска является сложной задачей, зависящей не только от сейсмической опасности, уязвимости и последствий отказа, но и экономических возможностей государства. Относительно легко эту задачу можно решить для объектов с чисто экономической ответственностью по критерию минимума суммарных средневероятностных потерь, связанных с сейсмической опасностью.

В этом случае получаем экономически оптимальный уровень надежности объекта и соответствующий ему вероятностный ущерб при отказе. Начальные затраты на обеспечение оптимальной сейсмостойкости при этом могут быть вполне приемлемыми.

Проблема снижения сейсмического риска предусматривает проведение комплекса мероприятий, основные из которых показаны на рис.4. На данном этапе особо важным является сейсмоусиление существующих зданий, сооружений и систем жизнеобеспечения с дефицитом сейсмостойкости. На сейсмоопас-

ных территориях России таких объектов, как было отмечено выше, составляет более 80%.

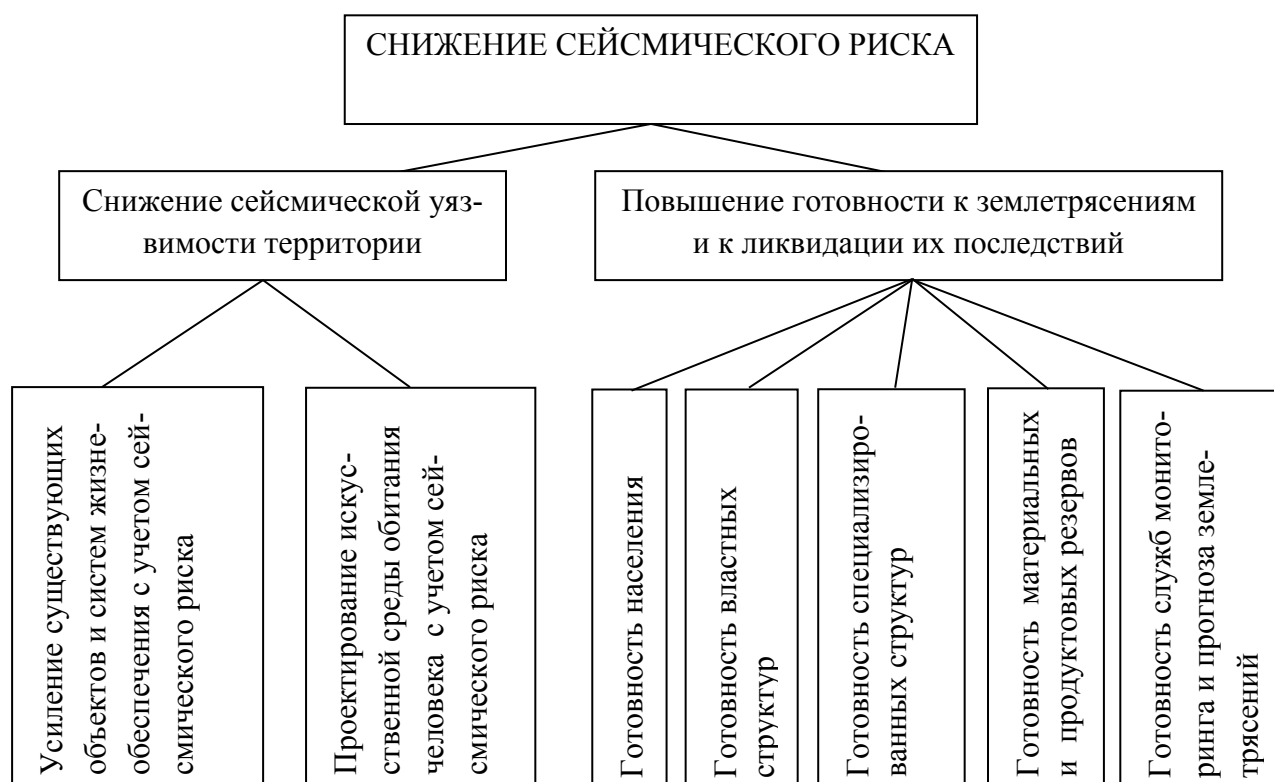


Рисунок 4 - Схема мероприятий по снижению сейсмического риска территории

Объекты, проектируемые для нового строительства, должны иметь сейсмостойкость, соответствующую допустимому риску для таких категорий зданий или соответствующую оптимальному риску.

Другими не менее важными составляющими снижения сейсмического риска являются мероприятия, включенные в блок «Повышение готовности к землетрясениям и к ликвидации их последствий». Сюда входят:

1. Обучение населения, в том числе студентов и школьников, к действиям при землетрясении;
2. Разработка и принятие законов и нормативных актов, обеспечивающих правовую основу снижения рисков;
3. Создание системы раннего оповещения населения;
4. Создание системы психологической реабилитации населения после землетрясения;
5. Создание региональных центров управления рисками;
6. Повышение готовности сил организации и проведения спасательных работ;
7. Повышение готовности медицинских и транспортных служб;
8. Повышение готовности объектов для временного размещения населения;
9. Создание необходимых материальных и продуктовых резервов для населения пострадавших от землетрясения.

Вывод. В мировой практике неоднократно после каждого сильного землетрясения было подсчитано, что стоимость превентивных мер по снижению сейсмического риска оказывается на порядок ниже, чем стоимость ликвидации последствий этого землетрясения, тогда как эффект от превентивных мер может быть гораздо выше осуществляемых затрат.

Предлагаемый методологический системный подход к оценке сейсмического риска, с целью снижения его последствий, охватывает все основные задачи обеспечения сейсмобезопасности территории. Методы решения поставленной задачи исследования могут быть реализованы в региональных целевых программах по сейсмобезопасности территорий.

Библиографический список:

1. Шебалин Н.В. Замечания о преобладающих периодах и очагах сильных землетрясений // В кн. «Сейсмическое исследование для строительства». – М.: Наука, 1971. – с.16-28.
2. Ризниченко Ю.В. Количественные методы оценки сейсмической опасности при новом сейсморайонировании в СССР // Вопросы количественной оценки сейсмической опасности. - М.: Наука, 1975. – с.149-155.
3. Штейнберг В.В. Колебание грунта при землетрясениях // Источники и воздействие разрушительных сейсмических колебаний. - М.: Наука, 1990. – с. 47-67.
4. Краминин П.Н., Штейнберг В.В. Параметры колебаний плотных грунтов при сильных землетрясениях // Инженерно – сейсмометрические проблемы. – (Вопр. инж. сейсмологии; Вып. 18). - М.: Наука, 1976. – с. 23-35.
5. Отчет «Сейсмический риск и возможные последствия прогнозируемых сильных землетрясений, вторичная сейсмическая опасность и готовность республики к их ликвидации». – Махачкала, МЧС Дагестана, 2001. -74 с.
6. Абакаров А.Д., Курбанов И.Б. Методика экспресс оценки технического состояния зданий в сейсмических районах// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2007, №2. –с.31-34.
7. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. - М.: Изд-во АСВ, 2007. – 256 с.

References:

1. Shebalin N. V. Remarks on prevailing frames and foci of strong earthquakes. In book «Seismic study for the construction». – M.: Science, 1971. – pp. 16-28.
2. Riznechenko Y. V. Quantitative methods of seismic hazard assessment in the new samoregulirovaniya in the USSR. Problems of quantitative seismic hazard assessment. - M.: Science, 1975. – pp. 149-155.
3. Shteinberg V. V. Fluctuation of soil during earthquakes. Sources and destructive impact of seismic vibrations. - M.: Science, 1990. – p. 47-67.
4. Kraminin P. I., Shteinberg, V. V. Parameters of vibrations of the dense soil during strong earthquakes. Engineering and seismic issues. – (Questions of engineering seismology; Vol. 18). - M.: Science, 1976. – pp. 23-35.

5. The report «Seismic risk and possible effects of the predicted strong earthquakes, secondary seismic hazards and the readiness of the Republic to eliminate them». – Makhachkala, MES of Dagestan, 2001. -74 p.
6. Abakarov A.D., Kurbanov I.B. Method for rapid assessment of technical condition of buildings in seismic areas. Earthquake engineering. Safety of structures. – 2007, №2. – pp. 31-34.
7. Perelmuter A. V. Selected problems of reliability and safety of building structures. - M.: Publishing house of the DIA, 2007. – 256 p.

УДК 624.74:624.075

Агапов В. П., Айдемиров К. Р.

РАСЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФЕРМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Agapov V.P., Aidemirov K.R.

CALCULATION OF PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE FARMS BY FINITE ELEMENT METHOD TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL NON-LINEARITY

Аннотация. Рассматривается методика расчета предварительно напряженных железобетонных ферм с учетом физической нелинейности. Предварительное напряжение моделируется за счет задания температурного воздействия на арматуру стержней. Приводятся расчетные формулы, позволяющие определить необходимое для достижения заданного уровня предварительного напряжения значение температуры. Используемый авторами алгоритм нелинейного расчета основан на разработанной ранее и внедренной в вычислительный комплекс ПРИНС методике физически нелинейного расчета железобетонных ферм без предварительного напряжения арматуры. В качестве примера рассматривается расчет предварительно напряженной фермы на двух опорах с полигональным очертанием верхнего пояса. Нагрузка прикладывается в виде сосредоточенных сил в узлах верхнего пояса. Для всех стержней принята одинаковая площадь поперечного сечения и одинаковый коэффициент армирования. Нагружение температурой осуществлялось за один шаг, а нагрузка прикладывалась частями, равными одной десятой части от номинального значения. Приводятся и анализируются результаты расчета.

Ключевые слова: железобетонные фермы, армирование, метод конечных элементов, физическая нелинейность.