

Контроль качества и оценка надежности сборных железобетонных конструкций со сложным напряженным состоянием

Г.В. Коваленко^a, С.А. Жердева^b, И.В. Дудина^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^ask@brstu.ru, ^biva21041977@yandex.ru, ^cisf@brstu.ru

Статья поступила 25.06.2014, принята 28.08.2014

Приводится анализ напряженно-деформированного состояния несущих стеновых панелей, испытывающих сложное напряженное состояние, по разным расчетным моделям. Приведены численное моделирование и практическое использование нелинейно-деформационной модели, изложены рекомендации по контролю качества несущих стеновых панелей на основе интегральной оценки их надежности. Приведена методика натурных испытаний сборных железобетонных конструкций согласно ГОСТ 8829-94. В процессе нагружения при испытаниях оценивались следующие параметры работы конструкции: перемещения опор, прогибы конструкции в сечениях, подлежащих анализу, от вертикальной и горизонтальной нагрузок – линейные деформации. Для проведения численного эксперимента и для практического использования дискретной модели была написана программа для ЭВМ по оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных стеновых панелей при сложном напряженном состоянии с учетом физической нелинейности материалов DIASTEN. Программа позволяет получить распределение напряжений по сечению на каждом этапе нагружения с учетом влияния эксцентриситетов, а также оценить несущую способность и эксплуатационную пригодность стеновых панелей. Внедрение на заводах ЖБИ автоматизированной системы неразрушающего контроля позволит получить достаточную статистическую информацию о действительной эксплуатационной пригодности и надежности конструкций.

Ключевые слова: сборные железобетонные конструкции, сложное напряженное состояние, контроль качества, оценка надежности, нелинейно-деформационная модель, приемочный контроль.

Quality control and evaluation of reliability of precast concrete structures with combined stress state

G.V. Kovalenko^a, S.A. Zherdeva^b, I.V. Dudina^c

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^ask@brstu.ru, ^biva21041977@yandex.ru, ^cisf@brstu.ru

Received 25.06.2014, accepted 28.08.2014

The article deals with the stress strain behavior of the load-bearing wall panels experiencing combined stress state, on various design models. Numerical modelling and practical use of nonlinear and deformation model has been given, some recommendations about quality control of load-bearing wall panels have been presented on the basis of an integrated assessment of their reliability. According to All-Union State Standard 8829-94 a technique of natural tests of precast concrete structures has been given. When loading during tests some assessments were made such as displacement of the supports, structural deflections in the sections under analysis because of the vertical and horizontal loads, i.e. linear deformations. To carry out a numerical study and to use a discrete model practically a computer program was written. It is aimed at assessing the stress strain behavior of the concrete wall panels under combined stress state taking into account physical nonlinearity of the materials DIASTEN. The program allows getting distribution of stresses over the section at each loading stage taking into account concentricity influence. It also allows assessing load-bearing ability and operational suitability of the wall panels. If automated system of nondestructive control is put into practice on concrete product plants, it will allow getting sufficient statistical information about valid operational suitability and reliability of structures.

Keywords: precast concrete structures, combined stress state, quality control, reliability assessment, nonlinear and deformation model, acceptance inspection.

Введение. При производстве сборных железобетонных конструкций основной задачей является обеспечение эксплуатационной пригодности выпускаемой продукции с минимальными затратами. Одним из решений этой задачи является создание системы заводского приемочного контроля качества железобетонных конструкций, обеспечивающей управление основными этапами технологического процесса изготовления деталей и конструкций. С этой целью на заводах

ЖБИ в соответствии с действующими стандартами ведется текущий контроль отдельных показателей качества (геометрические параметры конструкции, характеристики прочности и деформативности материалов, идущих на изготовление конструкций, и т. д.), однако по результатам текущего контроля отдельных показателей вывода о надежности конструкций в целом не делается. Поэтому на заводах ЖБИ с целью проверки эксплуатационной пригодности проводят периоди-

ческие контрольные испытания натуральных конструкций на контрольную нагрузку, превышающую расчетную (ГОСТ 8829-94). Но действующая система контроля недостаточно учитывает технологическую изменчивость конкретного производства, а поэтому не обеспечивает выпуск продукции с заданными потребительскими свойствами, т. е. не гарантирует надежности всей партии выпускаемых изделий [1, 2, 3].

В связи с этим актуальна задача интегральной оценки надежности конструкций по результатам дифференцированного контроля отдельных показателей качества. Эта задача может быть выполнена только с использованием вероятностных методов расчета, которые позволяют ежемесячно обобщать влияние технологических параметров и их изменчивость на потребительские свойства выпускаемой продукции [1, 3, 9].

Учитывая вышеизложенное, для оценки эксплуатационной пригодности конструкций и контроля их качества на стадии изготовления на комбинате «Братскжелезобетон» и на кафедре строительных конструкций ФГБОУ ВПО «БрГУ» был предложен способ автоматизированной оценки начальной надежности железобетонных конструкций, таких, как балки, фермы, плиты, покрытия и перекрытия. Контроль качества отмеченных конструкций может выполняться с помощью программ для ЭВМ, который обобщает ежемесячные результаты технического контроля, заменяя испытания нагружением расчетом на вероятностной основе. Получаемая ежемесячно интегральная оценка эксплуатационной пригодности должна являться основанием для приемки и паспортизации изделий [1, 3, 5].

Наиболее актуальной эта задача является для контроля качества конструкций со сложным напряженным состоянием, которые испытывают косо-внецентренное сжатие и косо-изгиб. Также следует отметить, что такие виды напряженного состояния, как плоское внецентренное и центральное сжатие, косо-изгиб, также являются частными случаями косо-внецентренного сжатия. В результате расчетная модель для таких железобетонных элементов должна отличаться единством подхода и методики, которая может быть распространена как на сложные, так и на обычные случаи расчета [2, 4, 8]. Примером конструкций, испытывающих сложное напряженное состояние, в частности косо-изгиб, являются несущие стеновые панели, работающие на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Для железобетонных конструкций, работающих на косо-изгиб, целесообразно разработать методику расчета на основе нелинейно-деформационной модели, согласно которой рассматривается поперечное сечение конструкции в дискретном виде [2, 4, 6], при этом поперечное сечение любой формы разбивается на n -ое число элементарных участков бетона и k -ое число участков арматуры, равное количеству продольных стержней арматуры. Количество дискретных участков бетона целесообразно назначать не более 100. Координатные

оси предпочтительнее совмещать с осями симметрии, если они имеются, с целью упрощения разбивки сечения на дискретные участки. Выбранное начало и направление осей координат не влияет на поведение элемента под нагрузкой, в том числе и на конечный результат расчета.

Для анализа результатов численного моделирования поведения под нагрузкой конструкций со сложным напряженным состоянием на кафедре строительных конструкций были разработаны два программных комплекса по оценке эксплуатационной пригодности стеновых панелей (STENA) и внецентренно сжатых железобетонных колонн (Concrete-Column). Адекватность разработанных вероятностных алгоритмов установлена сопоставлением результатов вычислительного и натурального экспериментов по оценке надежности стеновых панелей [2, 4, 6, 7].

Натурные испытания стеновых панелей проводились на комбинате «Братскжелезобетон» согласно ГОСТ 8829-94. Загружение вертикальной нагрузкой осуществлялось штучными грузами, горизонтальной – гидродомкратами. Перед испытаниями панели подвергались внешнему осмотру и замеру их геометрических характеристик с целью выявления отклонений от проектных размеров, наличия усадочных трещин и повреждений [2, 6, 10]. В процессе нагружения при испытаниях оценивались следующие параметры работы конструкции: перемещения опор, прогибы конструкции в сечениях, подлежащих анализу, от вертикальной и горизонтальной нагрузок – линейные деформации [5, 10]. Замер прогиба осуществлялся прогибомером Аистова с ценой деления 0,01 мм в середине пролета, отдельно в плоскости панели (от вертикальной нагрузки) и из плоскости панели (от горизонтальной нагрузки) (рис. 1). Ширина раскрытия трещин определялась микроскопом Бриннеля. Линейные деформации определялись в 4...5 уровнях по высоте и трех сечениях по длине конструкции. Первый уровень соответствовал фибровым деформациям бетона сжатой зоны, второй – на расстоянии 30...50 мм, следующие – с интервалом 100...150 мм. Деформации замеряли индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 300 мм, с использованием удлинителей. Такое расположение приборов позволило определить высоту сжатой зоны бетона и характер распределения деформаций по высоте сечения.

Для проведения численного эксперимента и практического использования данной дискретной модели была написана программа для ЭВМ по оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных стеновых панелей при сложном напряженном состоянии с учетом физической нелинейности материалов DIASTEN [7, 8]. Программа позволяет получить распределение напряжений по сечению на каждом этапе нагружения с учетом влияния эксцентриситетов, а также оценить несущую способность и эксплуатационную пригодность стеновых панелей.

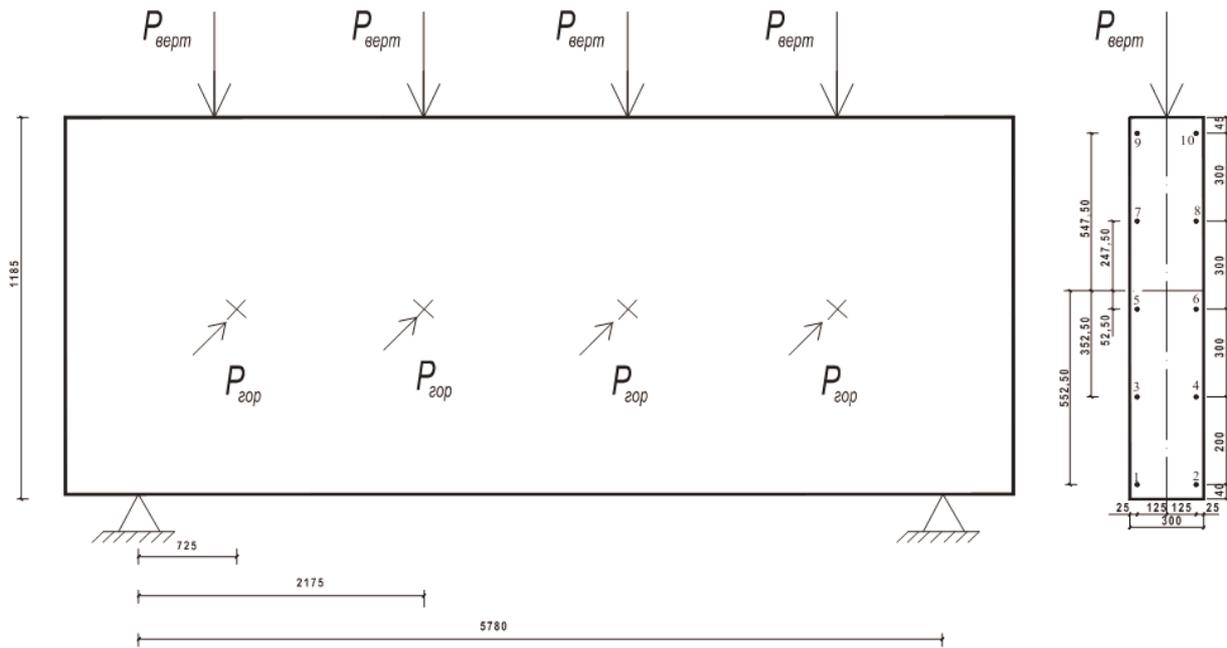


Рис. 1. Схема испытания однослойной стеновой панели на совместное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок ПС 600.12.30 (армирование панели класса А400 10 Ø 6 мм)

Программа реализована с помощью алгоритмического языка Visual Basic 5.0 (Copyright © 1987-1999 Microsoft Corp.). Для ее отладки выполнен тестовый проверочный расчет стеновой панели по серии 1.432-14 марки ПС 600.12.30, при этом учитываются фактические характеристики бетона и стали, полученные при испытании натуральных образцов бетона и арматуры, выполнен статический расчет и определены усилия.

Использование вычислительной техники позволяет организовать файлы по каждому контролируруемому расчетному параметру, к числу которых относятся физико-механические свойства сварных соединений и рабочей арматуры, ее положение и уровень предварительного напряжения, прочность бетона после тепловой обработки, геометрические характеристики сечения. Автоматизированная ежемесячная оценка эксплуатационной пригодности конструкций осуществляется путем введения в ЭВМ характеристик контролируемых параметров [3, 5, 10] (рис. 2).

Основным критерием проверки эксплуатационной пригодности несущих железобетонных конструкций служит условие:

$$H \geq [H_i],$$

где H – фактический показатель надежности; $[H_i]$ – нормативное значение показателя надежности, принимаемое в соответствии с рассматриваемым предельным состоянием.

Важным вопросом является назначение величин $[H_i]$, определяющих материалоемкость исследуемых конструкций. На основании расчетных прочностных характеристик материалов, приведенных в нормах проектирования железобетонных конструкций, определены уровни надежности по каждому предельному состоянию, которые можно принять за требуемые [4, 9, 10]:

– по прочности $[H_1] = 0,9986$;

– по жесткости $[H_2] = 0,90$;

– по трещиностойкости $[H_3] = 0,90$.

Вся сменная продукция маркируется в соответствии с фактической надежностью [1, 2, 3, 4]. Приемка конструкций осуществляется после оценки начальной безотказности и проверки положения закладных деталей, плоскостности, диагональности, ширины трещин несилового происхождения, категории бетонной поверхности.

Для всех типов исследуемых стеновых панелей имеются экспериментальные данные, полученные при натуральных испытаниях на комбинате «Братскжелезобетон». Адекватность модели связана с возможностью ее практического использования, поэтому выходные параметры модели должны согласоваться с экспериментальными данными. Проверка адекватности разработанных моделей в настоящей работе осуществлялась сопоставлением результатов натуральных испытаний конструкций с учетом их изменчивости и границ доверительного интервала, построенного для каждого параметра на основе вероятностного алгоритма [2, 3, 4, 9]. Испытания конструкций нагружением выполнялись с целью комплексной проверки обеспечения их эксплуатационной пригодности на стадии изготовления.

В результате испытаний определялись фактические значения разрушающих нагрузок при испытании изделий по прочности (первая группа предельных состояний) и фактические значения прогибов и ширины раскрытия трещин при контрольной нагрузке по жесткости и трещиностойкости (вторая группа предельных состояний).

Выходными данными компьютерной программы, реализующей вероятностную математическую модель, являются значения предельного усилия, воспринимаемого конструкцией, прогибы и ширина раскрытия трещин при контрольной нагрузке с учетом их статисти-

ческой изменчивости. Для каждого из расчетных параметров строится доверительный интервал с обеспеченностью 0,98 [2, 6, 8].

Сопоставление экспериментальных и расчетных данных по оценке эксплуатационной пригодности приведены в табл. 1 – 3.

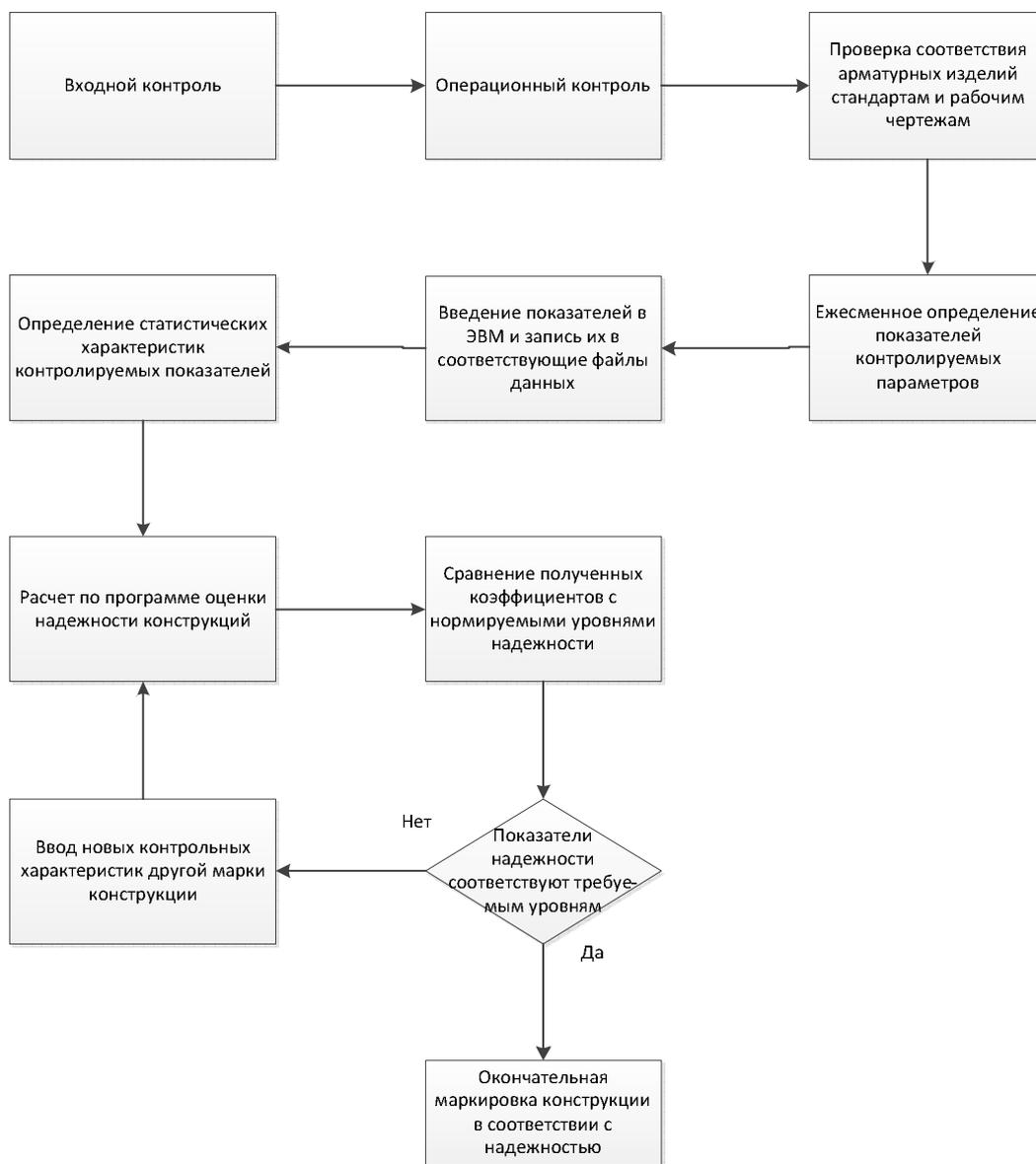


Рис. 2. Блок-схема автоматизированной оценки надежности конструкций

Таблица 1

Данные по оценке несущей способности панелей

Марка панели	Нагрузка, кН							
	контрольная по прочности		фактическая разрушающая		разрушающая по СНиП		разрушающая по деформационной модели	
	верт.	гориз.	верт.	гориз.	верт.	гориз.	верт.	гориз.
ПС 600.12.30	26,36	7,58	26,36	7,58	26,28	7,56	25,01	5,33
ПС 600.12.25	22,0	7,30	22,0	7,58	19,44	8,55	20,75	6,55
ПС 60.12.25-5Л-31Ф1	27,80	19,74	33,80	23,44	19,93	12,90	29,0	20,0
ПС 60.12.30-3Л-31Ф1	21,80	7,80	32,59	13,82	27,54	7,24	30,91	13,39
ПС 60.18.25-6Л-44Ф1	29,90	29,90	29,90	29,88	18,99	17,67	24,08	19,57

Таблица 2

Параметры при оценке горизонтальных прогибов

Марка панели	Прогиб, мм			
	контрольный прогиб	фактический прогиб	расчетное значение	
			по СНиП	по деформационной модели
ПС 600.12.30	2,20	1,11	0,52	1,63
ПС 600.12.25	6,50	1,71	1,34	2,57
ПС 60.12.25-5Л-31Ф1	18,70	20,40	19,18	17,87
ПС 60.12.30-3Л-31Ф1	2,50	2,10	1,37	3,17
ПС 60.18.25-6Л-44Ф1	18,30	8,02	20,16	7,57

Таблица 3

Данные ширины раскрытия трещин в горизонтальном сечении

Марка панели	Ширина раскрытия трещин, мм			
	контрольная ширина раскрытия	фактическая ширина раскрытия	расчетное значение	
			по СНиП	по деформационной модели
ПС 600.12.30	0,25	0,20	0,0	0,0
ПС 600.12.25	0,25	0,12	0,0	0,0
ПС 60.12.25-5Л-31Ф1	0,25	0,19	0,23	0,15
ПС 60.12.30-3Л-31Ф1	0,25	0,15	0,0	0,0
ПС 60.18.25-6Л-44Ф1	0,25	0,20	0,21	0,0

На рис. 3 показана динамика развития прогибов и трещин для исследуемой конструкции. На график нанесены экспериментальные и расчетные значения прогибов и ширины раскрытия трещин, вычисленные по разным моделям: по нормативной – на основе метода

предельных состояний; по нелинейно-деформационной модели на основе реальных диаграмм деформирования материалов (DIASTEN). На графиках показаны границы доверительного интервала изменения контролируемых параметров с учетом обеспеченности 0,98 [2, 6, 7].

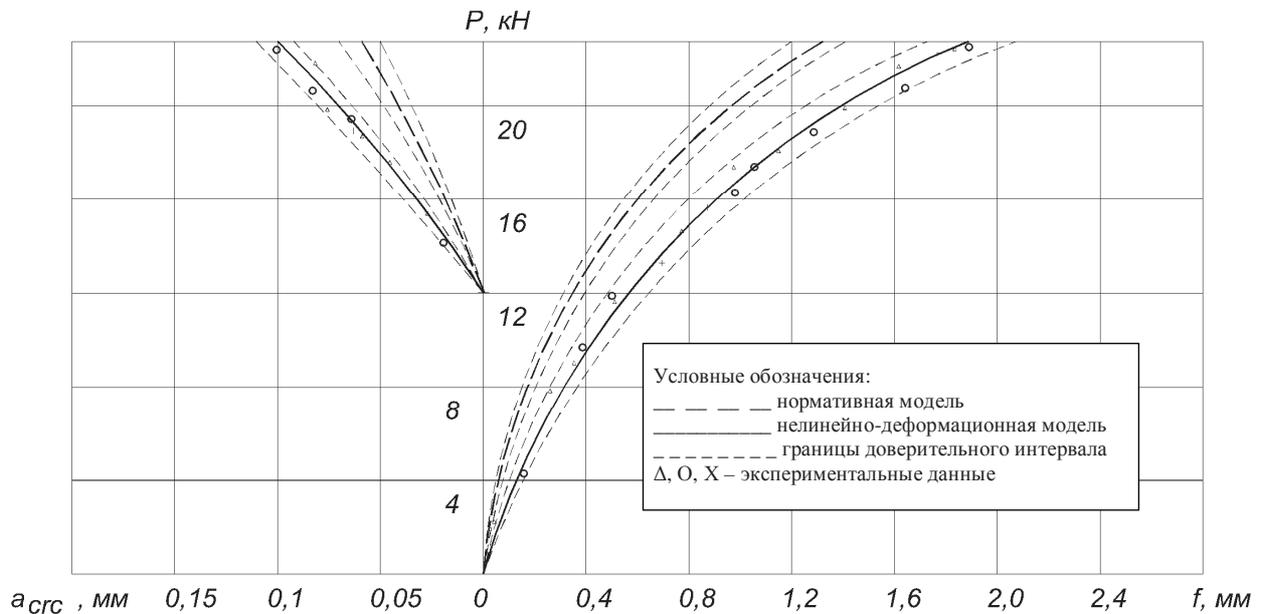


Рис. 3. График развития прогибов и трещин от вертикальной нагрузки для панели ПС 600.12.30

Анализируя рис. 3, можно выделить два участка деформирования конструкций при кратковременном нагружении:

– участок до образования трещин, на котором наблюдается практически линейное развитие прогибов;

– участок после образования трещин, характеризующийся значительным развитием пластических деформаций и резким нарастанием прогибов и трещин.

На первом этапе деформирования обе расчетные модели (нормативная и нелинейно-деформационная) удовлетворительно описывают напряженно-деформированное состояние всех исследуемых конструкций при кратковременном нагружении.

Экспериментальные значения прогибов попадают в доверительный интервал обеих расчетных моделей. Начало второго этапа соответствует нагрузке, контрольной по жесткости и трещиностойкости, что примерно совпадает с нормативной нагрузкой.

Следовательно, для оценки начальной надежности конструкций заводского изготовления будут пригодны обе модели, тем более что оценка прочности по этим моделям также практически совпадает с экспериментальным значением разрушающей нагрузки (расхождение составляет 3-8 %) [2, 4, 8].

На втором этапе деформирования, характеризующимся значительным проявлением нелинейных свойств железобетона, нелинейно-деформационная модель более адекватна фактическому напряженно-деформированному состоянию испытанных конструкций: экспериментальные значения прогибов и трещин попадают в доверительный интервал, полученный на основании вероятностного расчета по нелинейной модели. Расчет по нормативной модели занижает величину прогибов и ширину раскрытия трещин в предельном состоянии в 1,5-2 раза [2, 4, 8]. Нелинейно-деформационная модель удовлетворительно описывает развитие прогибов и трещин на всех этапах кратковременного нагружения.

Поскольку адекватность нелинейно-деформационной модели по описанию напряженно-деформированного состояния конструкций, испытывающих сложное напряженное состояние, установлена сравнением экспериментальных и расчетных параметров на примере стеновых панелей, она может быть со столь же высокой степенью достоверности применима и к внецентренно сжатым колоннам.

Выводы

В заключение следует отметить, что внедрение на заводах ЖБИ автоматизированной системы неразрушающего контроля конструкций позволит получить достаточную статистическую информацию о действительной эксплуатационной пригодности конструкций и о ее надежности. При применении метода аналитического прогнозирования надежности возможно по значениям показателей изменчивости отдельных физико-механических и геометрических характеристик подобрать оптимальный для заданного уровня надежности и существующей на заводе технологии расход материалов.

Литература

1. Дудина И.В., Дудина И.В., Тамразян А.Г. Обеспечение качества сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления // Жилищное строительство. 2001. № 3. С. 8-10.
2. Коваленко Г.В., Чевская Е.А., Жердева С.А. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния стено-

новых панелей по разным расчетным моделям // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 2. С. 91-96.

3. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Автоматизированный контроль качества конструкций заводского изготовления на основе интегральной оценки их надежности // Информационные системы контроля и управления в промышленности и на транспорте: сб. науч. тр. Иркутск, 2010. Вып. 17. 216 с.

4. Коваленко Г.В., Жердева С.А. Анализ напряженно-деформированного состояния стеновых панелей при кратковременном действии вертикальной и горизонтальной нагрузок // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2010. Т.2. 346 с.

5. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Автоматизированный контроль качества конструкций заводского изготовления на основе интегральной оценки их надежности // Информационные системы контроля и управления в промышленности и на транспорте: сб. науч. тр. Иркутск: ИрГУПС, 2010. Вып. 17. 216 с.

6. Коваленко Г.В., Жердева С.А. Анализ напряженно-деформированного состояния стеновых панелей при кратковременном действии вертикальной и горизонтальной нагрузок // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 2 й междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2010. Т. 2. 346 с.

7. Жердева С.А., Дудина И.В., Сорока М.Д. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния несущих стеновых панелей // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2011. Т. 2. 252 с.

8. Дудина И.В., Жердева С.А., Мартынов С.В. Анализ результатов численного моделирования поведения под нагрузкой конструкций со сложным напряженным состоянием // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2012. Т. 1. С. 203.

9. Коваленко Г.В., Корда Я.В. Применение вероятностных методов в строительном проектировании // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2012. Т. 1. С. 230.

10. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Практические методы оценки надежности сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления монография. Братск, 2013. 123 с. Рус. Деп. в ВИНТИ 24.06.2013 № 179 – В 2013.

Reference

1. Dudina I.V., Dudina I.V., Tamrazyan A.G. Obespechenie kachestva sbornykh zhelezobetonnykh konstruktssii na stadii izgotovleniya // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2001. № 3. P. 8-10.
2. Kovalenko G.V., Chevskaya E.A., Zherdeva S.A. Rezul'taty issledovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya stenovykh panelei po raznym raschetnym modelyam // Vestn. Tom. gos. arkh.-stroit. un-ta. 2009. № 2. P. 91-96.
3. Kovalenko G.V., Dudina I.V., Zherdeva S.A. Automated quality control of factory made constructions on the basis of an integrated assessment of their reliability // Informatsionnye sistemy kontrolya i upravleniya v promyshlennosti i na transporte: sb. nauch. tr. Irkutsk: IrGUPS, 2010. Vyp. 17. 216 p.
4. Kovalenko G.V., Zherdeva S.A. Analysis of stress-strain state of wall panels under the short action of vertical and horizontal loads // Problemy innovatsionnogo biosferno-sovmestimogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya v stroitel'nom, zhilishchno-

kommunal'nom i dorozhnom kompleksakh: materialy 2-i mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Bryansk, 2010. T.2. 346 p.

5. Kovalenko G.V., Dudina I.V., Zherdeva S.A. Avtomatizirovannyi kontrol' kachestva konstruksii zavodskogo izgotovleniya na osnove integral'noi otsenki ikh nadezhnosti // Informatsionnye sistemy kontrolya i upravleniya v promyshlennosti i na transporte: sb. nauch. tr. Irkutsk: IrGUPS, 2010. Vyp. 17. 216 p.

6. Kovalenko G.V., Zherdeva S.A. Analiz napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya stenovykh panelei pri kratkovremennom deistvii vertikal'noi i gorizonta'noi nagruzok // Problemy innovatsionnogo biosferno-sovmestimogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya v stroitel'nom, zhilishchno-kommunal'nom i dorozhnom kompleksakh: materialy 2-i mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Bryansk, 2010. T.2. 346 p.

7. Zherdeva S.A., Dudina I.V., Soroka M.D. Komp'yuternoe modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya nesushchikh stenovykh panelei // Trudy Bratskogo gosudarstven-

nogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2011. T. 2. 252 p.

8. Dudina I.V., Zherdeva S.A., Martynov S.V. Analiz rezul'tatov chislennogo modelirovaniya povedeniya pod nagruzkoi konstruksii so slozhnym napryazhennym sostoyaniem // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. Yubil. vyp. k 55-letiyu Brat. gos. un-ta, 2012. T. 1. P. 203.

9. Kovalenko G.V., Korda Ya.V. Primenenie veroyatnostnykh metodov v stroitel'nom proektirovanii // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. Yubil. vyp. k 55-letiyu Brat. gos. un-ta, 2012. T. 1. P. 230.

10. Kovalenko G.V., Dudina I.V., Zherdeva S.A. Prakticheskie metody otsenki nadezhnosti sbornykh zhelezobetonnykh konstruksii na stadii izgotovleniya monogr. Bratsk, 2013. 123 s. Rus. Dep. v VINITI 24.06.2013 № 179 – V 2013.

УДК 674.093

Определение оптимальных размеров бруса и досок при раскросе пиловочника средних и больших размеров брусом-развальным способом

А.И. Агапов

Вятский государственный университет, ул. Московская 36, Киров, Россия
kaf_mtd@vyatsu.ru

Статья поступила 10.05.2014, принята 15.08.2014

Математическая модель оптимизационной задачи раскроса пиловочника составлена для раскроса пиловочника с получением одного бруса и трех пар боковых досок. Математическая модель включает в себя целевую функцию и четыре уравнения связи. Для решения математической модели использовался метод множителей Лагранжа. Алгоритм решения задачи представлен в относительных единицах. Расчет оптимальных размеров по полученному алгоритму решения задачи производился численным методом. Подтверждается ранее принятая гипотеза о том, что с увеличением толщины бруса и, следовательно, его объема, размеры и объем боковых досок уменьшаются, и наоборот. Очевидно, имеется такое соотношение размеров бруса и боковых досок, при котором целевая функция принимает максимальное значение. Для данной схемы раскроса пиловочника оптимальная толщина бруса составляет 0,359 от диаметра бревна в вершинном торце.

Ключевые слова: пиловочник, брусом-развальным способ, брус и доски, математическая модель, критерий оптимальности, целевая функция, уравнение связи, функция Лагранжа, алгоритм задачи, численный метод, оптимальные размеры.

Setting optimal sizing of the square-sawn timber and boards when cutting medium and large sawn timber with side log way of sawing

A.I. Agapov

Vyatka State University, 36 Moskovskaya St., Kirov, Russia
kaf_mtd@vyatsu.ru

Received 10.05.2014, accepted 15.08.2014

To breakdown sawn timber with getting square-sawn timber and three pairs of side boards a mathematical model of optimization task for sawing process has been formulated. The model includes an objective function and four constraint equations. To solve the mathematical model Lagrange multiplier method has been used. Solution algorithm has been presented in relative units. Optimal sizing was calculated with numerical method and by using solution algorithm. Hypothesis, accepted earlier, has been confirmed that the thicker square-sawn timber is, hence the more its volume and sizing are, the less the volume and sizing of the side boards are, and vice versa.