

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

КОМПЛЕКСНЫЕ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПРОДОЛЬНЫХ СТЫКОВ ПЛИТ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ НА ОБОРУДОВАНИИ ФИРМЫ ЕСНО (ГЕРМАНИЯ)

Р.Т.АКБИЕВ, канд. техн. наук,
Т.В.МОРОЗОВА, главный специалист,
И.М.МОГУШКОВ, ведущий специалист,
А.А.ГАСИЕВ, инженер
(ЦНИИП градостроительства РААСН, Москва)

Приведены результаты комплексных расчетно-экспериментальных исследований сейсмостойкости продольных стыков плит перекрытий безопалубочного формования, выпускаемых на заводе ООО «МАГИС» (с. Майма, Республика Алтай). Полученные результаты свидетельствуют о высокой сейсмостойкости (конструктивной надежности) таких стыков, возможности регулирования их несущей способности и податливости за счет изменения класса бетона.

плиты перекрытий безопалубочного формования, сейсмостойкость продольных стыков, экспериментальные исследования

Плиты перекрытий железобетонные многопустотные предварительно напряжённые стенового безопалубочного формования находят все более широкое применение в строительстве зданий и сооружений на территории Западной Сибири и в России в целом.

К достоинствам данной продукции следует отнести ее высокое качество и приемлемые технико-экономические показатели.

Широкому применению плит безопалубочного формования до настоящего времени препятствовало отсутствие типовых, экономичных и проверенных экспериментальным путем решений по стыкам (узлам) их соединений.

Основным требованием современных норм по сейсмостойкости сооружений является необходимость создания «жесткого диска перекрытий». Применительно к продольным стыкам предполагается устройство в боковых гранях плит «шпоночных соединений», которые при строительстве зданий замоноличиваются [1].

В плитах, изготовленных на оборудовании ЕСНО заводом ООО «МАГИС» (с.Майма, Республика Алтай) традиционное решение шпоночного соединения, принятого для пустотных плит, произведенных в инвентарной опалубке, невозможно. В связи с этим, конструкторами-строителями разработаны стандартные решения [2], где исходя из технологических возможностей стенового оборудования, предложен стык, способный удовлетворить требования по сейсмобезопасности (рис.1).

В соответствии с принятыми в стандарте [2] решениями в построечных условиях возможна реализация следующих вариантов изготовления продольных стыков:

- применение бетона В20 — на два класса ниже класса бетона плит перекрытий (например, из-за возможных дефектов, связанных с несоблюдением технологии изготовления и низким качеством строительства);
- применение бетона В30 — на класс ниже клас-

са бетона плит перекрытий (принимается при соответствующем согласовании с проектировщиком);

- применение класса В40 — проектный класс бетона.

В настоящей статье приведены результаты испытаний указанных типов стыков, с целью оценки влияния класса бетона на их прочность и жесткость (несущую способность).

Предложена методология комплексной оценки сейсмостойкости продольных стыков, которая предусматривает:

1. Обоснование при выборе образцов для проведения испытаний.
2. Расчетный анализ несущей способности образцов в соответствии с действующими нормативными техническими документами и методиками.
3. Экспериментальные исследования — статические и динамические испытания.
4. Сравнение между собой данных, полученных расчетным и экспериментальным путем.
5. Получение выводов о сейсмостойкости стыков, с рекомендациями для практикующих проектировщиков.

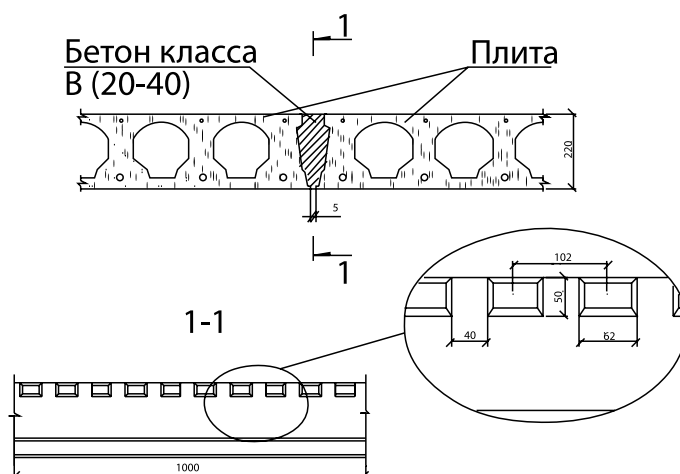


Рис.1. Техническое решение стыка

На основе предварительного анализа в качестве единого образца для изготовления продольных стыков соединений была использована плита ПБ 2.2-48-12-16 с рабочей длиной (стыка) не менее 1,0 м.

Расчетное моделирование работы образцов при воздействии нагрузок проводилось до испытаний и после их завершения, на основе действующих методов с применением сертифицированного программного комплекса «SCAD Office» (рис.2).

Испытания проводились на территории завода ООО «МАГИС» (с.Майма, Республика Алтай) на специально под-

готовленных стендах. Схема статических и динамических испытаний образцов приведена на рис.3, 4.

Статическое нагружение осуществлялось с помощью силовых домкратов ЦС200Г250. Для динамического нагружения использовалась модернизированная вибромашина ВИД-12/08М.

При статическом нагружении нагрузка прикладывалась поэтапно ступенями, каждая из которых не превышала 10% от контрольной нагрузки по прочности и образованию трещин. Значения нагрузок в процессе испытаний плит и стыков регистрировались по показаниям и отметкам

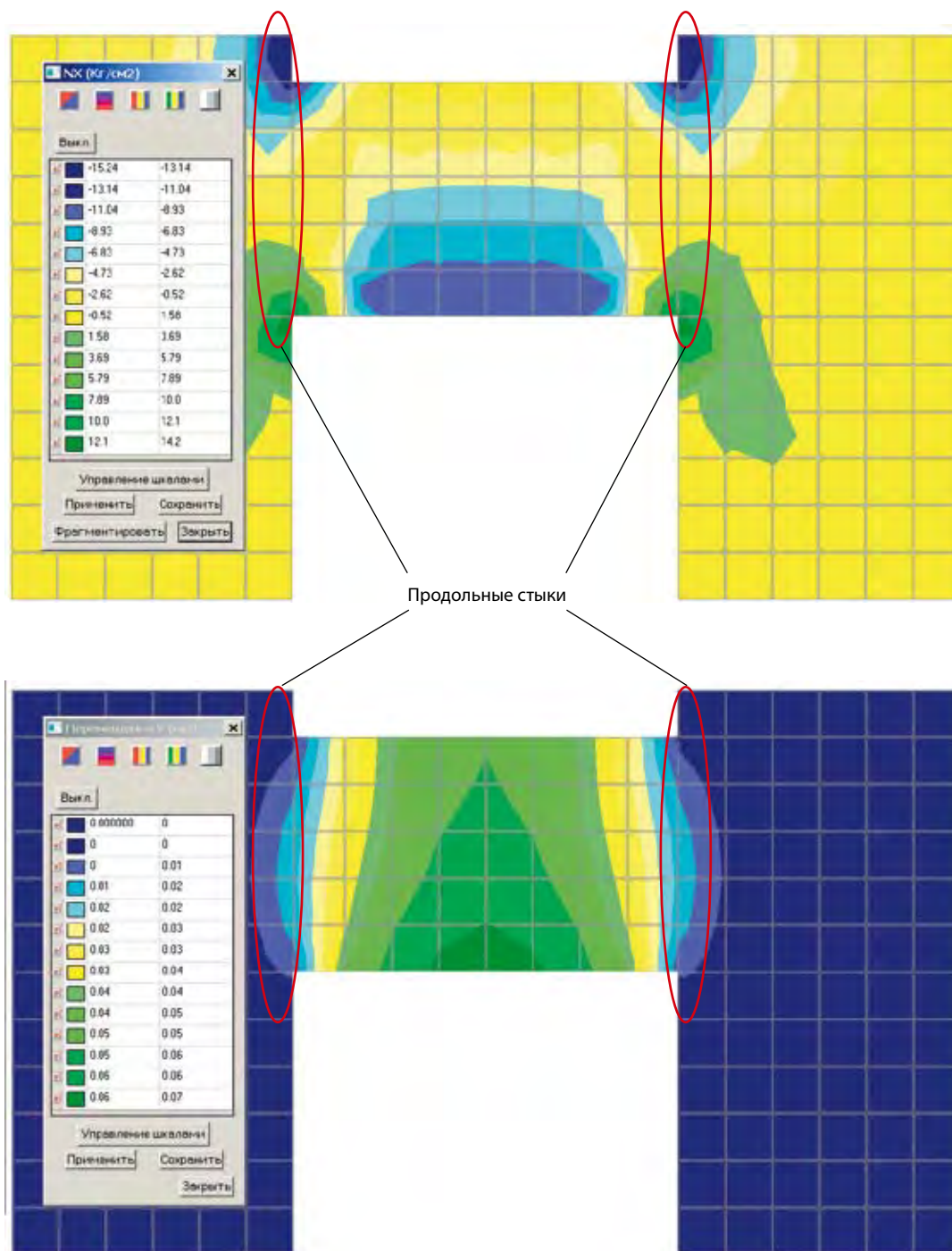


Рис.2. Расчетный анализ работы стыка под нагрузкой (поля напряжений)

Силовой домкрат
ЦС200Г250

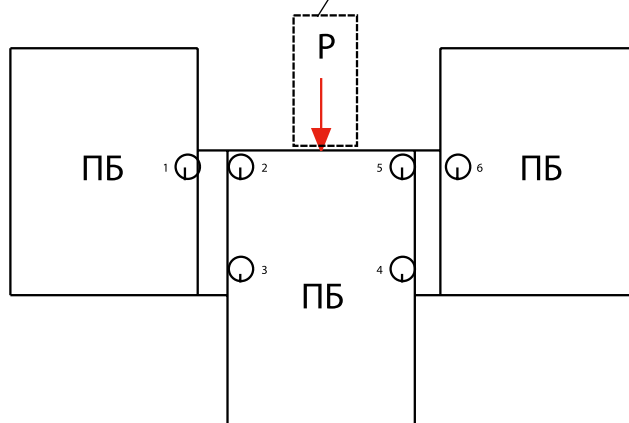


Рис.3. Схема и стенд для статических испытаний
продольных стыков

усилий, возникающих на силовом оборудовании (домкрате), с одновременной фиксацией приборами деформаций сдвига (ширины раскрытия (размера) трещин).

Для улучшения фиксации момента появления трещин в бетоне поверхности изделия перед испытанием покрывались жидким раствором мела или извести.

Динамические испытания конструкций проводились на завершающем этапе, после окончания статических испытаний, для выявления отличий в работе при статическом и динамическом нагружении.

Режим нагружения при динамическом воздействии выбирался исходя из следующих основных условий:

- продолжительность колебательного процесса (на максимальных нагрузках) в пределах от 10 до 50 с;
- частота колебаний при испытаниях — от 0,6 до 10 Гц, т.е. в режиме, наиболее опасном для существующих зданий и сооружений, где планируется использование плит.

Принятые параметры длительности колебательного процесса дают возможность определить границы изменения циклов колебаний, количество которых достигает $n = 7 \div 500$. Учитывая возможность повторения толчков и приближенность сделанных подсчетов, максимальная длительность воздействия (циклов) не будет превышать 1000 (характерны для большинства сильных и разрушительных землетрясений).

Как показано ниже, максимальная нагрузка при динамическом воздействии не превышала $0,6 \div 0,8$ от максимального значения разрушающей нагрузки, полученной расчетным путем и по результатам статических испытаний.

Результаты исследований

На рис.5 приведена диаграмма деформирования продольных стыков с различными показателями прочности и жесткости при воздействии статических нагрузок.

Характеристики работы стыков по результатам расчетов и испытаний на действие статической нагрузки представлены в табл.1-3.

Результаты сравнительного анализа работы стыков при статическом и динамическом нагружении приведены в табл.4.

На графиках и в таблицах приняты следующие обозначения:

P_0 — расчетная нагрузка на продольный стык, определенная с применением ПК SCAD для его конструирования;

$P_{bt} = R_{bt} \times A$ — нормативная величина нагрузки, по отношению к которой устанавливаются параметры предельных состояний продольного стыка (характеризуется как возможная максимальная нагрузка на стык, соответствующая его прочности на растяжение);

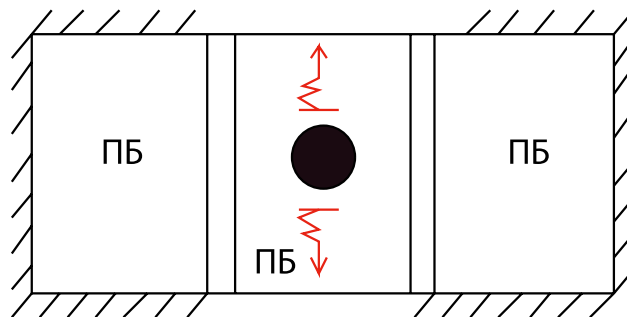


Рис.4. Схема и стенд для динамических испытаний
продольных стыков

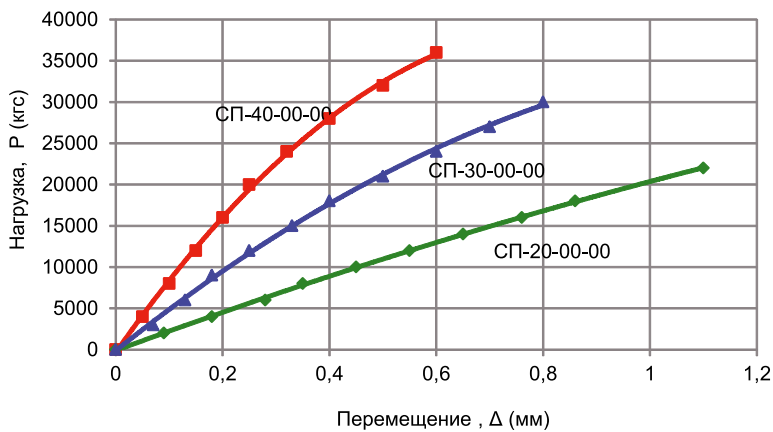


Рис.5. Обобщенные графики деформирования продольных стыков (статическое нагружение)

R_{bt} — расчетное сопротивление бетона продольного стыка по прочности на растяжение;

A_b — площадь среза бетона, которая равна произведению длины шпонки продольного стыка на его ширину;

$P_{срс}^3$ — максимальное значение нагрузки, при которой в продольном стыке образуется первая трещина;

P_{max}^3 — максимальное значение нагрузки, при которой происходит разрушение продольного стыка (его несущая способность);

$\alpha = P_{bt}/P_o$ — коэффициент приведения расчетной нагрузки к нормативным значениям, определенным в зависимости от расчетного сопротивления бетона продольного стыка по прочности на растяжение;

$K_1 = P_{срс}^3/P_{bt}$ — коэффициент, полученный по результатам испытаний продольных стыков и соответствующий моменту образования трещин;

$K_2 = P_{max}^3/P_{bt}$ — коэффициент, полученный по результатам испытаний продольных стыков и соответствующий моменту его разрушения (его несущая способность);

$\beta = P_{max}^3/P_{срс}^3$ — коэффициент, полученный по результатам испытаний продольных стыков и характеризующий их податливость.

Анализ результатов исследований

В результате расчетных и экспериментальных исследований, при минимальных затратах материала, трудоемкости и стоимости:

1. Выявлена действительная картина работы продольных стыков соединений плит безопалубочного формования, изготавливаемых на оборудовании фирмы ECHO заводом ООО «МАГИС» (с.Майма, Республика Алтай) при статических и динамических нагрузках.

Таблица 1.

Расчетные характеристики продольных стыков

Тип стыка	Расчетные показатели						
	Класс бетона	Прочность бетона R_{bt} (МПа)	Площадь среза бетона A_b (см ²)	Расчетная нагрузка P_o (кгс)	Условная нагрузка P_{bt} (кгс)	$\alpha = P_{bt}/P_o$	Среднее значение α
СП-20-00-00	B20	0,9	2200	10500	19800	1,88	1,86
СП-30-00-00	B30	1,2		14000	26400	1,88	
СП-40-00-00	B40	1,4		17000	30800	1,81	

Таблица 2.

Характеристики прочности продольных стыков (P , кгс)

Тип стыка	Характеристики прочности							
	P_o	P_{bt}	α	$P_{срс}^3$	P_{max}^3	K_1	K_2	β
СП 20-00-00	10500	19800	1,88	11000	22000	0,55	1,11	2,00
СП 30-00-00	14000	26400	1,88	14500	30000	0,54	1,14	2,07
СП 40-00-00	17000	30800	1,81	17500	36000	0,57	1,17	2,06
Среднее значение	-	-	1,88	-	-	0,55	1,14	2,04

Таблица 3.

Параметры деформирования продольных стыков (Δ , мм)

Тип стыка	Характеристики деформации							
	Δ_o	Δ_{bt}	α_Δ	$\Delta_{срс}^3$	Δ_{max}^3	$K_{1\Delta}$	$K_{2\Delta}$	β_Δ
СП 20-00-00	0,50	0,98	1,96	0,50	1,1	0,51	1,12	2,2
СП 30-00-00	0,30	0,67	2,23	0,30	0,8	0,45	1,19	2,64
СП 40-00-00	0,21	0,45	2,14	0,21	0,6	0,47	1,33	2,83
Среднее значение	-	-	2,11	-	-	0,48	1,21	2,56

Таблица 4.

Сравнительный анализ работы стыков при статическом и динамическом нагружении (P , кгс)

Тип стыка	$P_{ст}^3 = P_A^3$	$\Delta_{ст}^3$, мм	$\Delta_{д}^3$, мм	$\Delta_{ст}^3 / \Delta_{д}^3$	$\Delta_{ср}$
СП 20-00-00	12000	0,46	0,58	0,79	0,66
СП 30-00-00	11500	0,23	0,36	0,64	
СП 40-00-00	16500	0,20	0,36	0,56	

2. При статическом нагружении получены близкие к линейным деформации конструкции, характер развития которых практически не зависит от класса бетона заполнения шпонки.

3. Установлено, что несущая способность продольных стыков зависит от прочности бетона заполнения шпонки и характеризуется значением $P_{bt} = R_{bt} \times A$ (где R_{bt} — расчетное сопротивление бетона продольного стыка по прочности на растяжение; A_b — площадь среза бетона, которая равна произведению длины шпонки продольного стыка на его ширину). При этом, момент образования трещины соответствует нагрузке, составляющей не более $0,5P_{bt}$ для всех типов стыков.

4. В ходе испытаний:

— подтверждена конструктивная надежность узлов соединений плит между собой и с несущими вертикальными конструкциями, при соблюдении требований СТО 93295028-0001-2009;

— определена максимальная несущая способность продольных стыков, которая зависит от класса заполнения шпонки.

5. При динамическом воздействии податливость (жесткость) стыков возрастает (снижается) примерно на 20÷30%. Сравнительно меньшим снижением жесткости характеризуются стыки с заполнением бетоном, близким к классу бетона для сборных плит перекрытий.

Очевидно, что пространственная жесткость перекрытия, при равных нагрузках, является более обеспеченной для стыков, имеющих такой же класс бетона (или выше),

чем бетон, из которого изготовлены плиты перекрытий.

Заключение.

Проведены комплексные расчетно-экспериментальные исследования сейсмостойкости продольных стыков плит перекрытий безопалубочного формования, выпускаемых на заводе ООО «МАГИС» (с.Майма, Республика Алтай).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой сейсмостойкости (конструктивной надежности) таких стыков, возможности регулирования их несущей способности и податливости за счет изменения класса бетона.

Полученные результаты следует использовать при практическом проектировании, а также с целью оптимизации конструктивных решений стыков, принятых в СТО 93295028-0001-2009.

Литература

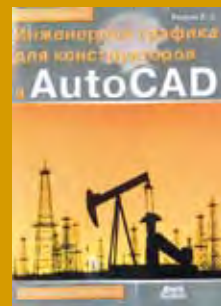
1. ГОСТ 9561-91. Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений.
2. СТО 93295028-0001-2009. Плиты железобетонные многопустотные стендового безопалубочного формования для объектов капитального строительства расположенных в сейсмических районах Российской Федерации. Часть II. Альбом технических решений.
3. Отчет по НИР. Комплексные расчетно-экспериментальные исследования перекрытий и узлов соединений плит безопалубочного формования при высоких уровнях статического и динамического нагружения./Акбиев Р.Т. и др. — М.: ЦНИИП градостроительства РААСН, 2010.

Материалы хранятся по адресу:
E-mail: akbiev@bk.ru. Тел.: +7 (495) 922-3717.

А.С.УВАРОВ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА ДЛЯ КОНСТРУКТОРОВ В AUTOCAD

Издательство: ДМК Пресс, 2010 г.
Мягкая обложка, 400 стр.
ISBN 978-5-9706-0046-7
Тираж: 500 экз.
Формат: 70x100/16 (~167x236 мм)

Книга является практическим курсом изучения системы AutoCAD - фактического стандарта автоматизированного проектирования в мире, и ориентирована на широкий круг лиц, связанных с разработкой и выпуском конструкторской документации для различных отраслей техники. Издание рассчитано в первую очередь на конструкторов, впервые пытающихся использовать автоматизированные средства конструирования в своей работе, но она может быть полезна и тем, кто работает с этой программой и хочет освоить новую версию или расширить арсенал приемов работы. Данная книга может использоваться как самоучитель, в ней дается описание различных стадий работы с программой, а на простейших примерах читатель может самостоятельно изучить и освоить основные приемы создания чертежей, способы их рисования и корректировки, а также оформления документации для передачи на хранение в архив. Книга также может быть использована студентам при оформлении различных заданий, курсовых и дипломных работ.



КНИЖНЫЕ НОВИНКИ