



# РАБОТА МНОГОСЛОЙНЫХ БАЛОК ПРИ ДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

УДК 624.07

## АВТОР

**ШЕХОВЦОВ И.В.**, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина

**ПЕТРАШ С.В.**, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина

**ОВСАК И.И.**, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина

## АНОТАЦІЯ

*Рассмотрены вопросы работы многослойных балок, выполненных с применением несъемной опалубки, при их статическом нагружении.*

*The questions of work of the multi-layered beams executed with the use of the unremovable planking are considered at their static linking.*

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

многослойные балки, статическая нагрузка, несъемная опалубка, VELOX

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из возможных направлений дальнейшего совершенствования теории и практики применения железобетона в строительстве является переход от традиционных сплошных конструкций зданий и сооружений к их составным аналогам в виде комплексных и комбинированных элементов. Последнее относится к сечениям стержневых

и плоских конструкций, имеющих в своём составе один или несколько элементов из керамзитобетона, сталежелезобетона, полистиролбетона, стеклофибробетона, полимербетона и других новых материалов. Сюда же можно отнести балки и плиты, которые в процессе реконструкции зданий и сооружений усиливаются наращиванием или подрачиванием сечения. Существующие методы расчета такого класса конструкций не имеют пока надежного нормативного обеспечения, что существенно ограничивает возможности их рационального проектирования и использования. Статические и конструктивные расчёты составных балок основаны, как правило, на двух упрощенных подходах: различных способах приведения к квазисплошному сечению и рассмотрению составных конструкций с использованием линейно-упругих или простейших нелинейных законов деформирования материалов. Это далеко не в полной мере отражает реальное поведение железобетонного составного элемента под нагрузкой.

Основными материалами для строительства домов в течение долгой истории развития человека служили (и служат) камень и дерево. Использование натуральных стройматериалов не наносит вреда природе, они комфортны для человека. Дерево воспроизводится природой практически в готовом для строительства виде. Вместе с тем, высокая горючесть древесины, быстрое гниение и невысокая прочность заставляли людей искать комбинацию дерева с минеральными веществами и камнем для повышения огнестойкости, прочности и стойкости к гниению. Американскими учеными были обнаружены в Чили остатки домов, построенных более 12 000 лет назад из комбинации дерева, камней и песчано-известкового раствора в виде древней «несъемной опалубки».

VELOX – древесно-цементно-бетонные композиции в «несъемной опалубке» - великолепный синтез натуральных материалов - камня и дерева в современном виде. Технология монолитного домострое-



ния в несъемной опалубке VELOX пришла к нам из Австрии, где получила широкое распространение. Щепка древесины нетвердых пород, производимая из отходов деревообрабатывающей промышленности – исходный натуральный материал для изготовления щепо-цементных плит. Монолитное строительство по системе VELOX обеспечивает идеальное сочетание теплоизолирующих и теплоаккумулирующих свойств, она позволяет строить быстро и без применения тяжелой техники. Еще одно преимущество – многовариантность использования материалов и конструкции VELOX на зданиях различной этажности, легких дачных зданиях, хозяйственных постройках, реконструкции и ремонте зданий, мансардных этажах.

Многослойные комплексные конструкции могут применяться как в каркасных, так и в стеновых конструктивных системах зданий. В случае использования перекрытий с плитной несъемной опалубкой мы получаем своеобразную железобетонную скорлупу, предварительно укладываемую на какие-то опоры. Эта скорлупа имеет ориентированные вверх выпуски арматуры и на нее заливается бетон. Такие перекрытия, применяемые в гражданском и промышленном строительстве, объединяют преимущества сборной конструкции (ускоренный монтаж при использовании легкого грузоподъемного оборудования, очень гладкие потолки, не требующие дополнительной штукатурки) и монолитной конструкции (любая форма перекрытия в плане, скрытые балки и коммуникации).

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Проведенный анализ состояния и тенденций совершенствования строительства с применением такой технологии показывает необходимость его дальнейшего развития и совершенствования. С этой целью для оценки работы несущей способности многослойных балок, как элементов перекрытий, на действие изгибающего момента были проведены экспериментальные исследования по определению прочностных и деформативных характеристик изгибаемых железобетонных элементов и бетонных образцов с определением характера образования и развития трещин

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В лаборатории ОГАСА были выполнены железобетонные балки пяти серий (по 2 балки в каждой серии). Была использована следующая маркировка опытных образцов:

- серия А (балки А1, А2) – цельная балка высотой 150 мм, армированная каркасом К-1;
- серия Б (балки Б1, Б2) – балка с щепо-цементной плитой VELOX

толщиной 35 мм, установленной в нижней зоне балки, армированной каркасом К-2 и вкрученными шурупами на расстоянии 100 мм от края (по 2 шурупа с каждой стороны);

- серия В (балки В1, В2) – балка с щепо-цементной плитой VELOX толщиной 35 мм, установленной в нижней зоне балки и с шурупами, вкрученными в шахматном порядке по всей длине через каждые 100 мм;
- серия Г (балки Г1, Г2) – балка с щепо-цементной плитой VELOX толщиной 35 мм, установленной в нижней зоне балки и с прикрученным посередине металлическим профилем CD60/27 и шурупами, вкрученными в шахматном порядке через каждые 100 мм;
- серия Д (балки Д1, Д2) – цельная балка без щепо-цементной плиты высотой 115 мм, армированная каркасом К-2.

Металлический профиль CD60/27 и шурупы использовались как устройства для обеспечения совместной работы щепо-цементных плит VELOX с бетоном балок.

Прочностные и деформативные характеристики бетонной смеси, используемой при изготовлении плит, были получены по результатам испытаний образцов бетона (кубов и призм):  $f_{cm, cube} = 19.7$  МПа,  $E_{cm} = 20.1$  ГПа.

На рис.1 приведены поперечные сечения и армирование опытных образцов.

Схема испытания балок приведена на рис.2.

Нагружение проводилось ступенями с выдержкой на каждой ступени по 10 минут. Показания индикаторов и тензометров на каждой ступени снимались дважды: после приложения нагрузки и

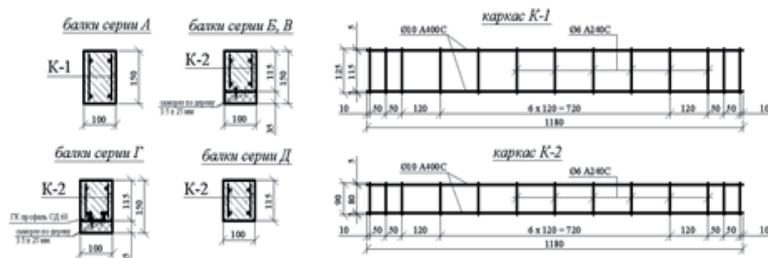


Рис. 1. Поперечные сечения и армирование опытных балок серий А-Д.

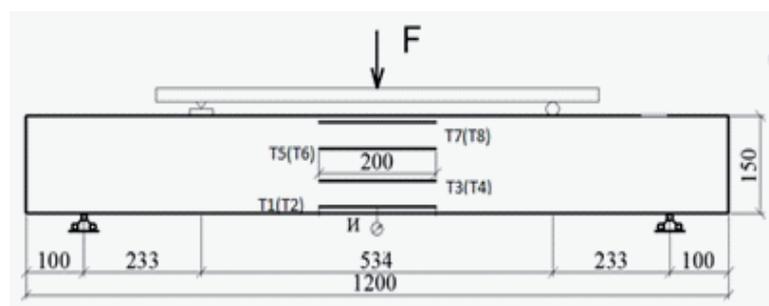


Рис. 2. Схема расположения приборов при испытании опытных образцов балок.



перед окончанием выдержки. Во время выдержки образца под нагрузкой вплоть до разрушения велось визуальное наблюдение за трещинами. За разрушающую принималась максимальная нагрузка, после достижения которой наблюдалось ее резкое снижение. В таблице 1 приведены значения разрушающих нагрузок для испытанных образцов и величины прогибов, измеренные в средней части пролета.

На рис. 3 приведены обобщенные эпюры развития относительных деформаций, построенные по высоте поперечного сечения испытываемых балок, при значениях нагрузки 0.3, 0.5 и 0.8 от разрушающей.

щей. Соответствующие значения относительных деформаций приведены в таблице 2.

## ВЫВОДЫ

Принимая за основу (за 100%) полученные экспериментальные данные значений нагрузок и деформаций для балок серии Д установлено, что увеличение несущей способности в образцах серий Б и В – 60%, в серии Г - 60-80%. Опытные данные сравнивались с теоретическими, рассчитанными в предположении работы балки в зоне чистого изгиба со

Таблица 1. Величины разрушающей нагрузки и прогибов

Маркировка балки	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
F <sub>u max</sub> , кН	65	55	40	40	40	40	45	40	25	25
f, мм	5.66	4.73	5.05	5.03	6.97	7.15	8.2	5.54	3.09	3.15

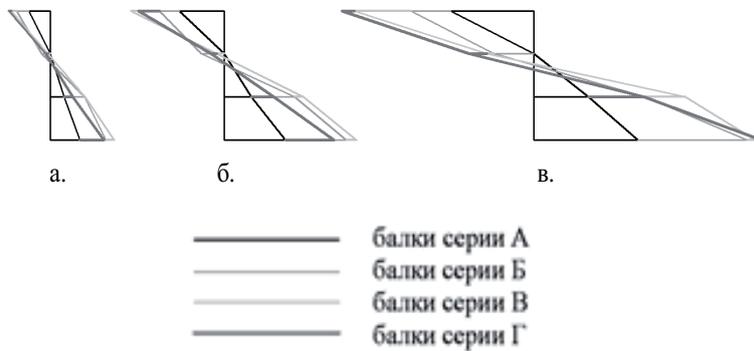


Рис. 3. Обобщенные эпюры развития относительных деформаций по высоте поперечного сечения для балок серий А-Г: а. при нагрузке 0.3F<sub>u max</sub>; б. при нагрузке 0.5F<sub>u max</sub>; в. при нагрузке 0.8F<sub>u max</sub>.

сплошным железобетонным поперечным сечением. Так для балки сечением 100×150 мм (балки серии А) величина теоретической разрушающей нагрузки составила F<sub>u max</sub>=41 кН, а значение теоретического прогиба f = 2.36 мм. Аналогичные значения для балки сечением 100×115 мм (балка серии Д) соответственно равны F<sub>u max</sub> = 28.5 кН, f = 3.31 мм.

Следует также отметить наличие экономического эффекта от применения многослойных конструкций такого типа. Это связано с фактическим уменьшением расхода материала (в данном случае бетона) для изготовления образцов серий Б-Д по сравнению с серией А в среднем на 33%.

Применение на практике многослойных комплексных конструкций требует дальнейшего проведения экспериментальных исследований в этом направлении, что позволит находить оптимальные конструктивные решения для сооружений с применением конструкций такого типа.

Таблица 1. Величины разрушающей нагрузки и прогибов

	$\epsilon_c \times 10^4$			
	T1(T2)	T3(T4)	T5(T6)	T7(T8)
<b>Нагрузка 0.3F<sub>u max</sub></b>				
балки серии А	3.84	1.79	0	-2.8
балки серии Б	7.18	4.39	1.165	-4.35
балки серии В	8.24	4.5	+0.33	-5.1
балки серии Г	6.92	2.87	-0.63	-5.35
<b>Нагрузка 0.5F<sub>u max</sub></b>				
балки серии А	7.9	3.54	0	-5.85
балки серии Б	15.74	9.12	-3	-8.4
балки серии В	17.12	10.24	-1.02	-12.1
балки серии Г	14.21	6.39	-1.75	-11.1
<b>Нагрузка 0.8F<sub>u max</sub></b>				
балки серии А	13.53	7.12	0	-10.75
балки серии Б	27.62	14.44	-5.12	-15.9
балки серии В	28.68	19.66	-6.05	-23.25
балки серии Г	29.5	14.29	-8.35	-24.8

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.
2. Шмуклер В. С. Каркасные системы облегченного типа / Шмуклер В. С., Климов Ю. А., Бурак Н. П. – Харьков: Золотые страницы, 2008. – 336 с.
3. Майборода В.М. Трёхслойные железобетонные конструкции / Майборода В.М., Карпюк В.Ф. - К.: Будівельник, 1990. - 144 с.