

УДК 691.328.34

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНА В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕКРЫТИЙ ЖИЛЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

А. А. КОЛТУНОВ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. И. КОЛТУНОВ)

Пенобетон завоевывает рынок строительных материалов. И происходит это вполне закономерно, во многом благодаря удивительным свойствам этого материала. Данная работа выполнена в соответствии с концепцией внедрения перспективных материалов в жилищное строительство, уменьшения собственного веса конструкций, снижения расхода связующего материала и его стоимости, повышения качества и сокращения сроков строительства. Научная значимость результатов проведенных исследований состоит в том, что они открыли резервы снижения стоимости и расхода материалов при изготовлении пенобетона по сравнению с железобетоном.

Объектом исследования являются пенобетонные плиты с армированием гибкими арматурными стержнями класса S500.

Цель - определение возможности использования плит из пенобетона объёмным весом 600 кг/м^3 выполненных с применением пенообразователя на основе гидроизолята протеина, для перекрытий жилых зданий, в соответствии с действующей для такого типа нагрузкой. Сопоставить экспериментальные и теоретические результаты исследования прочности изгибаемых армированных элементов из пенобетона.

В соответствии с поставленными задачами запроектированы и изготовлены опытные образцы в виде плит прямоугольного сечения в количестве двух штук с размерами сечения $262 \times 600 \text{ мм}$ и $279 \times 601 \text{ мм}$, длиной 3000 мм , армированные продольными стержнями диаметром 10 мм из стали класса S500.

Для исключения продёргивания (нарушения анкеровки) к концевым участкам продольной арматуры были приварены уголки «№63».

Опытные образцы были изготовлены в учебном корпусе кафедры «Строительные конструкции» Полоцкого государственного университета. Формование образцов произведено из бетона одного замеса в опалубке из деревянных щитов с металлической обшивкой. Характеристики образцов представлены в табл. 1.

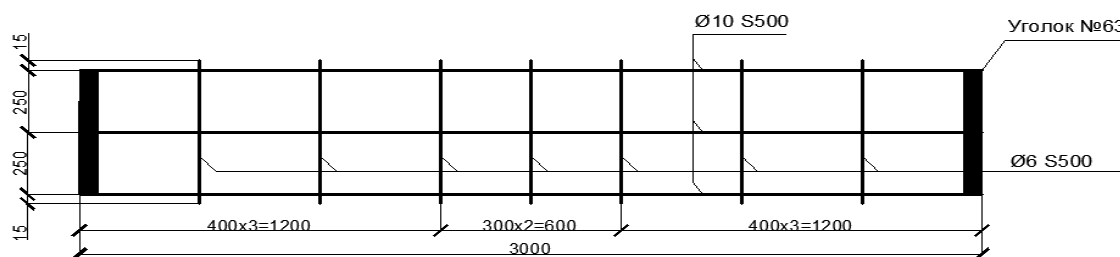


Рисунок 1. – Арматурная сетка

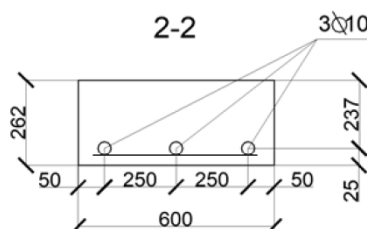


Рисунок 2. – Армирование ПИТ

Для определения физико-механических характеристик материала, одновременно с изготовлением основных образцов, изготавливались контрольные образцы пенобетона в виде кубов с размером ребра 100 мм (8 штук) и призм размерами $100 \times 100 \times 400 \text{ мм}$ (3 штуки).



Рисунок 3. – Арматурная сетка, уложенная в опалубку

Испытание на сжатие бетонных призм производилось на прессе с измерением деформаций на каждой из граней. Призменная прочность бетона f_{ck} определялась отношением разрушающей нагрузки к фактической площади поперечного сечения призмы. Начальный модуль упругости бетона при сжатии определялся на основании измерения деформаций призм. Аналогично определялась кубиковая прочность бетона $f_{c,cube}$.

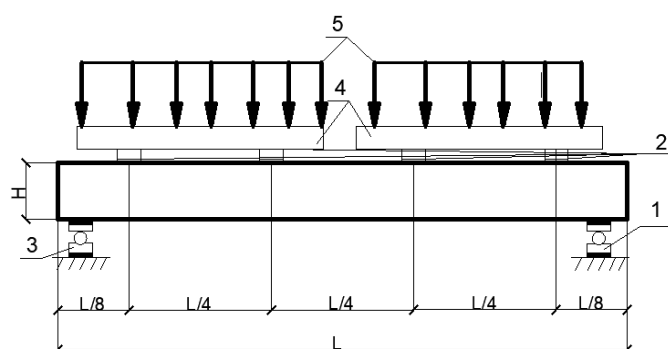
Таблица 1. – Физико-механические характеристики бетона опытных плит

Кубиковая прочность бетона $f_{c,cube}$, МПа	Призменная прочность бетона f_{ck} , МПа	Модуль упругости бетона E_c , МПа
0.781	0.625	11.27

Методика проведения экспериментальных исследований. Испытания опытных образцов на изгиб проводились с помощью нагружения штучными грузами в виде кубов весом 95кг. Нагрузка на балки передавалась в виде четырёх сосредоточенных, симметрично расположенных относительно опор сил. Расстояние между точками приложения сил принято постоянным, равным 750мм. В процессе испытаний конструкций проводились измерения: усилий образования и раскрытия трещин; ширины раскрытия и длины трещин; прогибов в середине пролета плит.

Ширина раскрытия наклонных трещин измерялась в местах пересечения ими стержней продольной арматуры при помощи микроскопа МПБ-2 с точностью 0.05мм.

В середине пролета плит проводились измерения перемещения точек с точностью 0.01мм прогибомером 6ПАО, также проводились измерения перемещений над опорами плит, чтобы определить и исключить осадку опор конструкции и получать непосредственно значение прогибов.



- 1-неподвижная опора
2-распределяющие пластины в виде металлических пластин
3-неподвижная опора
4-распределяющие элементы
5-испытательная нагрузка

Рисунок 4. – Схема испытания опытных образцов

Анализ результатов испытаний. При начальных стадиях загрузки образовывались преимущественно нормальные трещины, как в середине плит, так и на участках совместного действия изгибающего момента и поперечной силы в приопорных зонах. Появление трещин наблюдалось на четвёртом этапе нагружения, нагрузка при этом составляла 370кгс(3.7кН).Ширина раскрытия составляла <math><0,05\text{мм}</math>.Затем в ходе испытания при дальнейшем нагружении трещины раскрывались по девятый этап нагружения-704кгс(7.04кН), ширина раскрытия составляла от 0.1мм до 0.25мм. после прохождения данного этапа нагружения скорость раскрытия замедлилась либо прекратилась, при этом наблюдалось появление и раскрытие новых трещин.

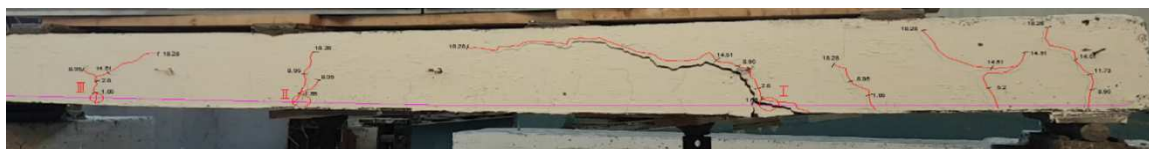


Рисунок 5. – Фото ПТМ-1 после испытания

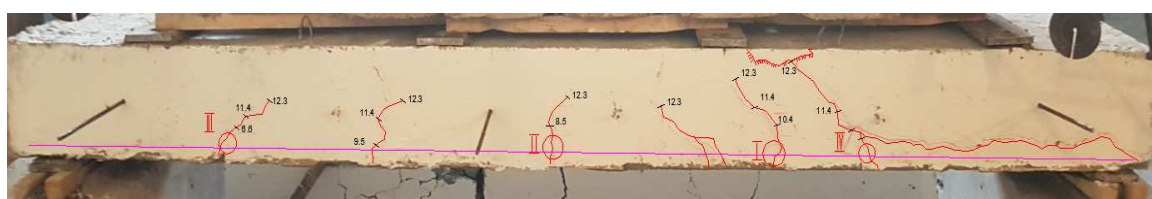


Рисунок 6. – Фото ПТМ-2 после испытания



Рисунок 7. – Фото смятия бетона анкерочным уголком в приопорной зоне

Таблица 2. – Прочность и трещиностойкость плит

Шифр балок	Геометрические размеры, мм					Опытные поперечные силы, кН			P_{cr}/P_u	$P_{0.4}/P_u$	Тип разрушения
	b	d	h	L/4	Lэф	P_{cr}	$P_{0.4}$	P_u			
ПТМ-1	600	237	262	750	3010	1.65	13.58	15.43	0,09	0,84	2
ПТМ-2	601	254	279	750	3011	3.7	10.45	11,4	0,271	0,857	1

Примечание. Типы разрушения: 1 – раздробление бетона над вершиной наклонной трещины; 2 – смятие бетона в приопорной зоне.

Таблица 3. – Соотношение опытных и расчётных значений плит

Шифр балок	Максимальная нагрузка, кН (опытные данные)	V_{RDCT}	V_{SD}	M_{Rd}	M_{Sd}
ПТМ-1	18,28	1,551	0,914	15,43	9,63
ПТМ-2	13,3	1,592	0,65	11,4	11,04

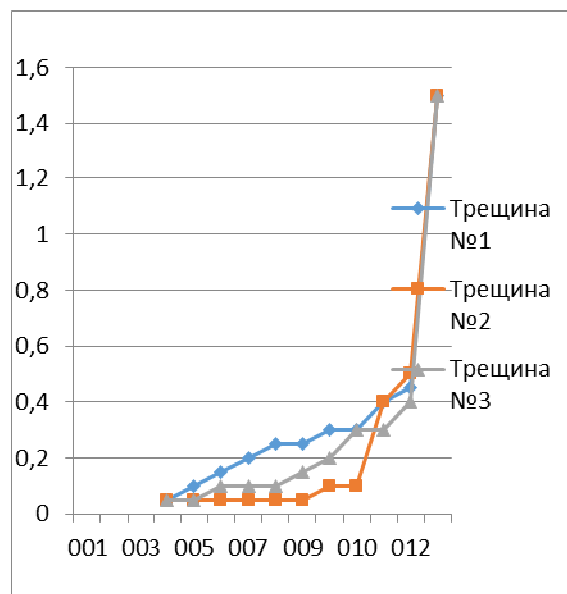


Рисунок 8. – Зависимость ширины от нагрузки плиты ПТМ-2 раскрытия трещин от нагрузки плиты ПТМ-2

Исходя из проведенного расчёта, на действие поперечных сил, по методике, используемой для расчёта тяжёлых бетонов, было выявлено, что поперечная сила возникающая в сечении обоих образцов не даёт полной сходимости с теоретическими данными, практические результаты испытаний несущей способности оказались выше теоретических данных на 10-55%, за критерий разрушения было принято раскрытие трещины более 1.5мм. Требуется проработка нормативной базы и методик расчёта лёгких (ячеистых) бетонов.

1. Плиты, изготовленные из пенобетона, могут быть использованы в качестве перекрытий малоэтажных жилых зданий.
2. Методы, используемые для расчётов тяжёлых бетонов, дают плохую сходимость результатов при расчёте конструкций из лёгких бетонов и пенобетона.
3. Фактическая несущая способность превысила теоретическую в 1.1 – 1,6 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гениев Г.А Прочность лёгких и ячеистых бетонов при сложных напряжённых состояниях.- М., 1978. – 165т с.
2. Портик А. А. Все о пенобетоне. – СПб.: 2003. – 224 с.
3. Г.А. Бужевич Лёгкие бетоны на пористых заполнителях , -Москва 1969.-273с.
4. ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ БЕТОНЫ Классификация и общие технические требования Concretes. Classification and general technical requirements
5. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия
6. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. /Министерство архитектуры и строительства. – Минск, 2003. – 140с.
7. ГОСТ 24452-80. Бетон. – М., Изд-во стандартов, 1980. – 18с.
8. Залесов А.С., Попов Г.И., Усенбаев Б.У. Расчет прочности приопорных участков балок на основе двухблочной модели// Бетон и железобетон. – 1986, №2 – с.34-35.
9. Изотов Ю.Л. Прочность железобетонных балок. – Киев: Будзивельник, 1978. 158с.
10. Мордич А.И. Наклонные трещины в железобетонных балках при действии поперечных сил// Строительные конструкции, Минск. ИСИА., 1979 – с.15-54.
11. Пецольд Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории, расчета и конструирования. / Издательство БГТУ. – Минск, 2003. – 380с.