



УДК 624.07+721.25+652.52(045/046)



**М.К. АБДЫБАЛИЕВ**  
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,  
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА  
E-MAIL: [PROMPROEKT.KG@GMAIL.COM](mailto:PROMPROEKT.KG@GMAIL.COM)

**М.К. ABDYBALIEV**  
KSUCTA N.A. N.ISANOV,  
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

**Ы.Т. БОСУМБЕКОВА**  
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,  
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА  
E-MAIL: [BOSUMBEKOVAYRYSAI@GMAIL.COM](mailto:BOSUMBEKOVAYRYSAI@GMAIL.COM)

**Y.T. BOSUMBEKOVA**  
KSUCTA N.A. N.ISANOV,  
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

**Т.А. МАМЫРАЛИЕВ**  
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,  
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА  
E-MAIL: [TYNCHTYKMAMYRALIEV7@GMAIL.COM](mailto:TYNCHTYKMAMYRALIEV7@GMAIL.COM)

**T.A. MAMYRALIEV**  
KSUCTA N.A. N.ISANOV,  
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

**А.А. МЕЩЕРЯКОВ**  
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,  
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА  
E-MAIL: [REDFOX12432@GMAIL.COM](mailto:REDFOX12432@GMAIL.COM)

**A.A. MESHERYAKOV**  
KSUCTA N.A. N.ISANOV,  
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

*E.mail. [ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)*

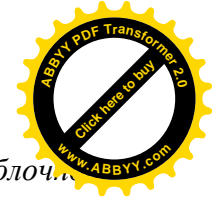
## СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОБЕТОНА

### STATIC TESTS OF FOAM CONCRETE PRODUCTS

*Бул иште бир катар аркактоо менен, калыңдыгы  $\delta=90$  мм тосмолор жана эки катар аркактоо менен, калыңдыгы  $\delta=120$  мм рамдуу толтуруучулар түрүндө пенобетондон жасалган буюмдарды статикалык сыноо методикасы жана жыйынтыктары келтирилет.*

**Чечүүчүсөздөр:** статикалык сыноолор, пенобетон, ири-блоктун курулуш, тосмолор, рамдуу толтуруучулар.

*В данной работе приводится методика и результаты статических испытаний изделий из пенобетона в виде перегородок с одиночным армированием толщиной  $\delta=90$ мм и рамных заполнителей с двойным армированием толщиной  $\delta=120$ мм.*



**Ключевые слова:** статические испытания, пенобетон, крупноблочное строительство, перегородки, рамные заполнители.

*In this paper, giving method and results static tests of products as partitions with single armature thickness  $\delta=90\text{mm}$  and frame filler thickness  $\delta=120\text{mm}$  with double armature.*

**Key words:** static tests, foam concrete, large-block building, partitions.

В течении всей истории строители стремились сократить время постройки зданий и сооружений, а также максимально оптимизировать процесс строительства. Самым простым и явным способом было увеличение размеров элементов возводимого объекта. Крупноблочное строительство позволяет уменьшить человеческие трудозатраты и максимально ускорить возведение, исходя именно из этих соображений совместно с «Бишкеккурулуш» были разработаны изделия из пенобетона в виде самонесущих перегородок и рамных заполнителей.

Железобетонные (без предварительного напряжения арматуры) изделия из ячеистого бетона (пенобетон) в виде самонесущих перегородок с одиночным армированием толщиной  $\delta=90\text{mm}$  и рамных заполнителей с двойным армированием толщиной  $\delta=120\text{mm}$  для многоэтажного, каркасно-монолитного строительства, являются разработкой компании ОАО ПСФ «Бишкеккурулуш» и на данный момент не имеют аналогов на территории Кыргызской Республики. Указанные изделия имеют высоту от 2500 мм, ширину 600 мм, толщину 90мм и 120мм. В изделиях толщиной 90мм устанавливается одиночная плоская арматурная сетка из арматурной проволоки класса Вр-1  $\varnothing 4$ , с ячейкой 100x200мм по середине толщины сечения. В изделиях толщиной 120мм устанавливаются две плоские арматурные сетки из арматурной проволоки класса Вр-1  $\varnothing 4$ , с ячейкой 100x200мм на расстоянии 10 мм от внешних поверхностей.

Для определения физико-механических характеристик пеноблоков, было испытано 15 образцов-кубиков в лаборатории сейсмостойкого строительства КГУСТА [4]. В таблицах 1-5 приведены результаты испытаний образцов из пеноблоков. Дисперсия  $\sigma^2$ -образца вычислили по формуле [5].

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(R_{cp} - R_i)^2}{n}, \quad (1)$$

где  $R_{cp}$  - среднее значение прочности образцов из пеноблоков на сжатие (МПа),  $R_i$ - прочность образцов из пеноблоков на сжатие (МПа),  $n$  - количество испытанных образцов из пеноблоков.

$$\sigma^2 = \frac{(R_{cp} - R_1)^2 + (R_{cp} - R_2)^2 + (R_{cp} - R_3)^2}{n} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}, \quad (3)$$

$\sigma$ -среднее квадратичное отклонение;

$$\nu = \frac{\sigma}{R_{cp}}, \quad (4)$$



$\nu$  – коэффициент вариации.

Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$  (МПа) образца вычислили по формуле:

$$R_{сж} = P_{раз} / F, \quad (5)$$

где  $P_{раз}$  - наибольшая нагрузка, зафиксированная при испытании образца (МПа);  $F$  - площадь поперечного сечения образца ( $м^2$ ).

Таблица 1 – Испытание образцов пенобетона на отрыв

№ п.п.	Усилие отрыва, Р, кг	Площадь образца F, кг	Площадь отрыва, S, $см^2$	Прочность сцепления , R, кг/ $см^2$	$R_{ср}$ , кг/ $см^2$
1	99	300	241	0,410	0,385
2	106	300	260	0,407	
3	75	300	220	0,340	

Таблица 2 – Прочность кубов из пенобетона при сжатии (партия №1)

№ п.п.	Возраст образцов, сут.	Размеры сечения, см	Площадь сечения F, $см^2$	Разруш. нагрузка Р, кг	Прочность сцепления, $R_{сж}$ , кг/ $см^2$	$R_{ср}$ , кг/ $см^2$
1	>30	10.0*10.0	100.0	2780	27,8	28,9
2		10.0*9.9	99.0	2890	29,19	
3		10.0*9.8	98.0	2930	29,84	

$N=3$ ;  $R_{ср}=28,9$  кг/ $см^2$ ;  $\sigma=0,851$ ;  $\nu=0,0294$ ;  $B=27,6$  кг/ $см^2$ .

Таблица 3 – Прочность образцов из пенобетона при растяжении

№ п.п.	Возраст образцов, сут.	Размеры сечения, см	Площадь сечения F, $см^2$	Разруш. нагрузка Р, кг	Прочность сцепления, R, кг/ $см^2$	$R_{ср}$ , кг/ $см^2$
1	>30	5,6*4,5	25,2	62	2,46	2,36
2		6,0*5,3	31,8	72	2,26	
3		5,8*5,1	29,58	70	2,36	

$N=3$ ;  $R_{ср}=2,36$  кг/ $см^2$ ;  $\sigma=0,0816$ ;  $\nu=0,034$ ;  $B=2,23$ кг/ $см^2$ .

Таблица 4 – Прочность кубов из пенобетона при сжатии (партия №2)

№ п.п.	Возраст образцов, сут.	Размеры сечения, см	Площадь сечения F, $см^2$	Разруш. нагрузка Р, кг	Прочность сцепления, R, кг/ $см^2$	$R_{ср}$ , кг/ $см^2$
1	>30	10.2*10.3	105,6	2900	27,46	26,37
2		10.3*10.5	108,15	2800	25,80	
3		10.5*10.5	110,25	2850	25,85	

$N=3$ ;  $R_{ср}=26.87$  кг/ $см^2$ ;  $\sigma=0,768$ ;  $\nu=0,0291$ ;  $B=25,8$  кг/ $см^2$ .

Таблица 5 – Испытание образцов пенобетона на отрыв

№ п.п.	Вид образц а	Возраст образцов, сут.	Размеры сечения, см	Площадь сечения F, $см^2$	Разруш. нагрузка Р, кг	Прочность сцепления, R, кг/ $см^2$	$R_{ср}$ , кг/ $см^2$
1			10,2*10,2	104,04	62	0,593	

2		>30	11,1*10,7	118,77	77	0,648	0,622
3			10,3*10,4	107,12	67	0,625	

$N=3$ ;  $R_{cp}=0,622 \text{ кг/см}^2$ ;  $\sigma=0,0224$ ;  $v=0,0360$ ;  $B=0,562 \text{ кг/см}^2$

Средняя прочность на сжатие пеноблоков, применяемых в строительстве, составила  $28,9 \text{ кг/см}^2$ , а прочность сцепления кладки осевому растяжению по неперевязанным швам  $0,622 \text{ кг/см}^2$ .

В тоже время, радикальное повышение требований к теплозащитным свойствам наружных ограждающих конструкций зданий, регламентируемые современными нормами (например, СНиП КР 23-01:2013 «Строительная теплотехника»), сделало экономически нецелесообразным дальнейшее применение в сейсмостойком строительстве сплошных кирпичных кладок и потребовало пересмотра сложившихся взглядов на целесообразные области применения пенобетонных блоков [6].

Изделия в виде перегородок и рамных заполнителей между собой стыкуются шпоночным соединением по типу «папа-мама» (рис. 1).



Рис. 1. Соединение типа «папа-мама»

Натурные испытания изделий на статические воздействия проводились в соответствии с ГОСТ 8829-94. Цель испытания - определение фактических значений разрушающих нагрузок по прочности (первая группа предельных состояний) и фактических значений прогибов и ширины раскрытия трещин при испытаниях по жесткости и трещиностойкости (вторая группа предельных состояний) и сопоставление их с максимальными значениями внешних нагрузок возникающих в процессе монтажа и транспортирования.

Схема испытания изделий на статические нагрузки приведена на рисунке 2. Шарнирно подвижная линейная опора была организована с помощью катка свободно уложенного по верх испытательного стенда, шарнирно-неподвижная опора создавалась аналогичным образом путем ограничения катка от свободного перемещения в горизонтальном направлении.

Перед испытанием каждое изделие подвергалось тщательному визуальному осмотру, с помощью стальной рулетки устанавливались его фактические геометрические размеры, посредством динамометра устанавливался фактический вес.

Фактические физико-механические характеристики рабочей арматуры (механические свойства) изделий, необходимые для расчета прочности и трещиностойкости нормального сечения, определялись по ГОСТ 12004-81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение» и по ТУ6727-80 «Проволока



низкоуглеродистая, холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций, путем испытания на растяжение арматурных образцов длиной  $10 d$  из рабочей арматуры класса Вр-1  $\varnothing 4$ .

Статические испытания нагружением осуществлялось с помощью гидравлического домкрата, установленного на испытательном стенде рис 2.



Рис. 2. Схема расположения панели из пенобетона при статических испытаниях

**Результаты испытаний.** В результате проведения испытаний на статические воздействия было установлено, что стадия образования трещин и стадия разрушения почти совпали, это обстоятельство произошло в результате армирования панели одиночной сеткой, расположенной в средней части сечения изделия. Общая величина нагрузки трещинообразования и разрушения с учетом собственного веса панели составила 200 кгс или  $65 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ . Характер трещинообразования и разрушения испытываемой панели на статические воздействия показан на рисунке 3 (а-в).

Откуда видно, что нормальные трещины с шириной раскрытия до 5 мм располагались в средней части панели, расстояние между нормальными трещинами составило в среднем около 150 мм. Наклонные трещины образовались на расстоянии 750 мм от опор, ширина их раскрытия не превысила 2 мм.



a)



б)



в)





Рис. 3. Характер трещинообразования и разрушения испытываемой панели

### Список литературы

1. ГОСТ 8829-94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний загрузением.»
2. ГОСТ 12004-81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение»
3. ТУ6727-80 «Проволока низкоуглеродистая, холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций.»
4. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. -С.10-15.
5. Смирнов Н.В. Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятности и математической статистики. Для технических приложений [Текст] / Н.В. Смирнов,И.В.Дунин-Барковский. - М.: 1969. -С.85-90
6. СНиП Кыргызской Республики 23-01:2013 «Строительная теплотехника».