

**ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНАЯ ПЛИТА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ  
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ**

**POLYSTYRENE PLATES OF LOW DENSITY FOR MAKING OF  
THREE-LAYER BUILDING STRUCTURES**

УДК 691.175

**Мавлянов Абдырахман Субанкулович**

*доктор технических наук*

*профессор Университета Адам/БФЭА*

*e-mail: adike13@yahoo.com*

**Охунов Зафар Юнусович**

*кандидат технических наук*

*ООО “Тиннал”*

*Душанбе, Республика Таджикистан*

**Аннотация:** Представлены результаты исследования физико-механических свойств пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м<sup>3</sup>, полученные по усовершенствованной технологии и разработка состава торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемостью для изготовления трехслойных строительных конструкций.

**Abstract:** Results of research physics and mechanic properties of polystyrene foam are presented by 10 kg/of м3 got on the improved technology and development of composition concrete with high gas-, water- and steam-tightness for making of the three-layered building constructions.

**Ключевые слова:** пенополистирольные плиты, долговечность, торкретбетон, тепловая защита, плотность, энергоэффективность.

**Key words:** the polystyrene foam, durability, thermal protection, concrete, density, energy efficiency.

В Республике Таджикистан за последнее 20-лет был принят ряд мер по снижению расхода тепловой энергии на отопление зданий. Согласно новым требованиям значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{req}$  стеновых ограждающих конструкций с сентября 1995 г. было увеличено в среднем в 2 раза (1 этап) по сравнению с предыдущим требованием, а с января 2000 г. – на 75 % (2 этап). Позже нормативный документ СНиП РТ 23-02-2009 «Тепловая защита зданий» впервые стал регламентировать классы энергетической эффективности зданий в зависимости от значений расчетных комплексных показателей по расходу тепловой энергии на отопление  $q_h^{des}$ .

На практике до 30 % вырабатываемых энергоресурсов расходуется на обогрев зданий. В связи с этим повышение уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий является одним из основных факторов энергосбережения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов для отопления зданий и, соответственно, снижения техногенных нагрузок топливно-энергетических предприятий на окружающую среду.

## ЭКОНОМИКА

Рост стоимости топливно-энергетических ресурсов и введение новых норм по энергосбережению способствовали созданию и применению в строительстве строительных конструкций с гибкими связями и утеплителем из полимерных материалов. Одним из таких энергоэффективных ограждающих конструкций, в которых одновременно сочетаются несущие и теплозащитные свойства являются «Трехслойные строительные конструкции» (ТСК), состоящие из эффективного утеплителя и наружных оболочек из бетона. В настоящее время ТСК находят все более широкое применение в крупнопанельном строительстве [1].

Нами в работе [2] разработана технология производства и монтажа ТСК из пенополистирольной плиты низкой плотностью и наружных оболочек из торкретбетона, которые соединены между собой арматурными стержнями и армированы сварными сетками.

Современный анализ строительного рынка показывает [3], что наиболее широкое применение среди всех утеплителей получили теплоизоляционные плиты из минерального волокна и из пенополистирола (рис.1). Суммарная доля пенополистирольных материалов в Республике Таджикистан составляет более 30% от общего объема потребления теплоизоляционных материалов.

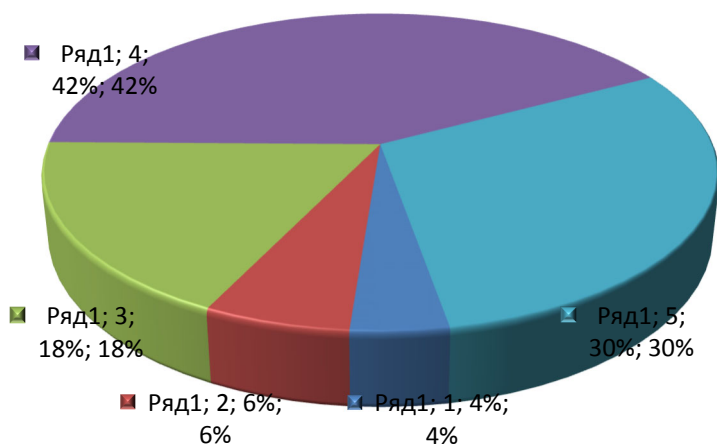


Рис.1. Сегментация объемов потребления теплоизоляционных материалов по их основным видам: 42% – минеральная вата; 30% – стекловата; 4% – пенополистирол экструзионный; 18% – пенополистирол вспененный; 6% – прочие.

Нами усовершенствована технологическая линия вспучивания пенополистирольных гранул, которая отличается от существующей технологии в двойном вспенивании пенополистирольных зерен. Плотность пенополистирольных плит полученная по разработанной технологической линии составляет  $10 \text{ кг/м}^3$ , что подтверждено проведенными испытаниями [2], в то время как на стандартном оборудовании можно получить пенополистирольные плиты плотностью  $15 \text{ кг/м}^3$  и выше.

Изготовление ТСК с теплоизоляционным слоем из пенополистирольной плиты плотностью  $10 \text{ кг/м}^3$  отсутствует, т.к. существующая технология изготовления ТСК предусматривает использование пенополистирольных плит плотностью от  $15 \text{ кг/м}^3$ . Кроме этого, на данный момент встает вопрос целесообразности использования пенополистирольного утеплителя в многослойных конструкциях, т.к. срок службы бетона и пенополистирола отличаются.

## ЭКОНОМИКА

Исходя из вышеизложенного, нами проведены работы [2, 4] по разработке пенополистирольных плит низкой плотностью, отвечающих требованиям по долговечности и разработка состава торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемостью, т.к. пенополистирольный утеплитель, расположенный между бетонными оболочками может разрушаться под действием жидких агрессивных сред, атмосферных воздействий и влажности.

При применении пенополистирольных плит в качестве среднего утепляющего слоя ТСК обеспечиваются следующие положительные качества:

- уменьшается нагрузка на фундамент;
- не требуется дополнительное утепление;
- снижается пожарная и экологическая опасность;
- обеспечивается минимизация действий жидких агрессивных сред и влажности к утеплителю;
- сокращается полезное сечение бетона за счет пенополистирольного утеплителя.

Как известно, недостатками ТСК при применении пенополистирольных плит являются естественная деструкция и недолговечность пенополистирольных утеплителей.

Реально оценить эффективность использования пенополистирольных утеплителей в строительстве можно только после определения безремонтного срока их эксплуатации, в течение которого будет обеспечиваться их работоспособность (долговечность). В связи с этим проведены исследования пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м<sup>3</sup> изготовленные ООО «Тиниал» (г. Душанбе) по разработанной технологической линии и находившихся в эксплуатации в течение нескольких лет в качестве наружной теплоизоляции жилых домов в г. Душанбе и холодильного склада с температурным режимом -20 °С для хранения шерстяных изделий в г. Ленинабад

Результаты исследования физико-механических свойств показали, что пенополистирольные плиты (10 кг/м<sup>3</sup>) изготовленные ООО «Тиниал», с течением времени не изменили плотность и теплоизоляционные свойства. Кроме этого, форма плиты не меняется и плита не крошится. Водопоглощение пенополистирольной плиты увеличилось незначительно, в связи с незначительными разрушениями наружной поверхности плиты. Физико-механические характеристики пенополистирольной плиты приведены в табл.1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики пенополистирольной плиты, изготовленной ООО «Тиниал» (г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Наименование	Показатели
Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	10
Время самостоятельного горения плит	не более 4
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, кг/см <sup>2</sup>	не менее 0,35
Теплопроводность в сухом состоянии при (25±5) °С, Вт/(м·К)	не более 0,036
Водопоглощение за 24 ч, % по объему	не более 4

Физико-механические свойства пенополистирольных плит определялись в соответствии с ГОСТ 15588-86 «Плиты пенополистирольные. Технические условия» и ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы

испытаний». Водопоглощение пенополистирольных образцов осуществлялось в соответствии с требованиями вышеуказанного стандарта. Теплопроводность пенополистирольных плит определялась с помощью прибора ИТП МГ4 «Зонд».

Расчет и подбор состава бетона для торкретирования ТСК, нормального твердения и с пластифицирующими добавками, осуществлялся в соответствии с п.7 «Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов» (к ГОСТ 27006-86). Испытания контрольных образцов производили по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Определение морозостойкости проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости». Определение водопоглощения производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 12730.3-78 «Бетоны. Метод определения водопоглощения» путем кипячения серии образцов в воде.

Для приготовления бетона добавляли СП-3 в количестве 0,5 % от массы вяжущего в пересчете на сухое вещество. В жидком виде добавка СП-3 вводилась вместе с водой затворения, добавку в сухом виде предварительно разводили в воде. После введения СП-3 в бетонную смесь обеспечивали достаточное время перемешивания с целью равномерности распределения добавки в соответствии с нормативными требованиями.

Для изучения возможности изготовления ТСК на основе торкретбетона повышенной непроницаемости применяли местные сырьевые материалы: портландцемент ПЦ 400-Д0 ГУП «Таджикцемент», отсев дробления гранитного щебня месторождения «Бободжон» (Гафуровский район Согдийской области, Республика Таджикистан), производимый Чайрухским заводом нерудных материалов; вода местных трубопроводов. В работе был использован суперпластификатор СП-3 для снижения водопотребности бетонной смеси при сохранении ее требуемой подвижности. СП-3.

Результаты проведенных исследований показали, что:

- пенополистирольные плиты плотностью 10 кг/м<sup>3</sup> обладают достаточной долговечностью;
- при добавлении добавки СП-3 в количестве от 0,3% до 0,8% от массы цемента способствует увеличению прочности и плотности торкретбетона;
- при увеличении содержания добавки СП-3 более 0,8% от массы цемента снижается прочность образцов бетона, т.к. при добавлении добавки СП-3 1,0% от массы цемента снижается прочность торкретбетона в 1,4 раза по сравнению с бетоном добавкой СП-3 в количестве 0,3%;
- повышается марка по водонепроницаемости с W4 (бетон без добавки СП-3) до W10 (бетон с добавкой СП-3 от 0,3% до 0,8% от массы цемента);
- снижается водопоглощение бетона с добавками СП-3 более чем на 30% относительно бетона без добавки и содержанием в бетоне добавки СП-3 более 0,8%;
- повышается марка по морозостойкости с добавлением добавки СП-3 в количестве 0,5% от массы цемента.

### Список использованной литературы

1. Шилов, Н. Н. Об экономии энергоресурсов и о материалах для утепления зданий // Н.Н. Шилов / Жилищное строительство. –2004. № 2. -С. 6–18.
2. Охунов З.Ю. Разработка технологии производства и монтажа трехслойных строительных изделий и конструкций. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Бишкек, 2018. -165с.

## ЭКОНОМИКА

3. Теплоизоляция на основе полистирола: тенденции развития рынка // Кровли. – 2007. № 4. – С.46–49.

4. Охунов З.Ю. Технология изготовления решетчатых ферм с бетонным кессоном [Текст] / А.С. Мавлянов, З.Ю. Охунов // Известия вузов Кыргызстана. -№ 7. – Бишкек, 2017. – С.42-44.