

Технические науки

УДК 658.512: 692.23:69.032.2

**Несевря Павел Иванович**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры технология строительного производства  
Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры*

**Nesevrya Pavel**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Senior Lecturer of Faculty Technology of Building Manufacture  
Pridneprovskaya State Academy Construction and Architecture*

**Дмитренко Игорь Сергеевич**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры технология строительного производства  
Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры*

**Dmitrenko Igor**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Senior Lecturer of Faculty Technology of Building Manufacture  
Pridneprovskaya State Academy Construction and Architecture*

**Конопляник Александр Юлианович**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры*

**Konoplianyk Aleksandr**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of*

*Reinforced Concrete and Stone Structures  
Pridneprovskaya State Academy Construction and Architecture*

**Долотий Марина Анатольевна**  
*ассистент кафедры технология строительного производства  
Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры*

**Doloti Marina**  
*Assistant of the Department of Building Technology Structures  
Pridneprovskaya State Academy Construction and Architecture*

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПЛОТНЕНИЯ  
АРБОЛИТОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ  
SELECTION OF OPTIMAL TECHNOLOGY FOR COMPACTION OF  
ARBOLITE MIXTURES WHEN THE FRAME THERMAL  
INSULATION OF PROTECTING CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS  
IS BEING PRODUCED**

***Аннотация.** Предложена и апробирована рациональная технология уплотнения арболитовых теплоизоляционных смесей. Предложенная технология ручного уплотнения смесей не оказывает влияние на надежность крепления конструктивных элементов каркасной теплоизоляции.*

***Ключевые слова:** теплоизоляция, арболитовая бетонная смесь, технология уплотнения смеси, ручное уплотнение, конструктивные элементы.*

***Summary.** The rational technology of compaction of arbolit thermal insulation mixtures was proposed and tested. The proposed technology of*

*manual compaction of mixtures does not affect at the reliability of the fastening of structural elements of the frame insulation.*

***Key words:** thermal insulation, arbolit concrete mix, technology of mixture compaction, manual compaction, structural elements.*

**Текст статьи.** Ранее была предложена рациональная технология устройства наружных ограждающих стен каркасных зданий, включающая устройство внутрикаркасной теплоизоляции из арболитовых смесей [1].

При устройстве такой теплоизоляции необходимо подобрать рациональную технологию уплотнения бетонных смесей. Вместе с тем необходимо оценить степень влияния уплотнения на несущую способность конструктивных элементов каркасной теплоизоляции.

В настоящее время существуют следующие методы уплотнения бетонных смесей, такие как литье, виброуплотнение, трамбование, прокатка и ручное уплотнение. Учитывая конструктивные особенности устройства внутрикаркасной теплоизоляции [1, рис. 1] можно констатировать то, что метод литья смесей в нашем случае неприемлем из-за увеличения объемного веса смесей вследствие повышенного расхода вяжущего, а метод виброуплотнения арболитовых смесей неприменим из-за расслоения и нарушения связи между зернами арболитового заполнителя. Методы трамбования и прокатки оказываются не эффективными из-за работы арболитового заполнителя под нагрузкой в упругой стадии. В этом случае после приложения данных нагрузок происходит сжатие смеси с уменьшением высоты уплотняемого слоя, а после снятия нагрузки происходит возврат смеси в исходное положение.

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее рациональным методом уплотнения арболитовых смесей является метод послойного ручного уплотнения, когда каждый слой укладываемой смеси формируется вручную с помощью деревянной или металлической трамбовки.

Именно таким образом уплотняют также арболитовую смесь при возведении стен при строительстве индивидуальных домов в США [2].

Особенно актуален метод ручного уплотнения арболитовой смеси при использовании в ее составе в качестве вяжущего жидкого стекла. В этом случае приложение относительно небольших усилий ведет к сближению между собой арболитового заполнителя, а за счет «коллоидного склеивания» жидким стеклом заполнителя происходит формирование структуры теплоизоляционного бетона.

Таким образом каждый слой теплоизоляционной арболитовой разравнивается и уплотняется прихлопыванием деревянной трамбовкой за 3 – 4 удара на одном месте. Сила удара трамбовки весом до 3-х килограмм с опорной площадкой размерами 10 х 20 сантиметров будет вполне достаточной, если она эквивалентна ее свободному падению с высоты 10 сантиметров.

При такой технологии уплотнения смеси возникает опасность повреждения крепления прогонов со стороны стены, где уже выполнена внешняя теплоизоляция.

Были проведены экспериментальные исследования надежности крепления прогона ПП 60 пролетом 1 метр, зафиксированного к стойке в каждом соединении двумя винтами - саморезами. Отметим, что два винта были выбраны только для эксперимента, хотя проектное крепление рекомендуется выполнять четырьмя саморезами.

В ходе эксперимента на закрепленный прогон по центру пролета сбрасывался груз весом 5 килограмм с высоты 20 сантиметров. Удар производился перпендикулярно длине прогона и параллельно продольной оси винтов. Было выполнено 10 серий по 10 ударов. Для оценки энергии удара замерялось максимальное отклонение прогона от продольной оси в момент удара, которое колебалось в пределах 8,6 – 10,1 мм. Во всех десяти случаях крепление выдержало серию из десяти ударов.

Был сделан вывод, что конструкция соединения прогонов со стойками не разрушится если не превысится энергия удара направленная перпендикулярно оси прогона, во время уплотнения утеплителя.

Согласно рекомендуемой технологии уплотнения утеплителя энергия удара будет существенно меньше, поскольку меньше сила ударов, меньше количество ударов и направление удара перпендикулярно продольной оси саморезов. Возникающие горизонтальные усилия в этом случае можно рассматривать по аналогии с усилием распора опалубки при уплотнении жесткой бетонной смеси, хотя упругость слоя утеплителя существенно снижает горизонтальные усилия при вертикальном ударе. Это подтверждается экспериментальными измерениями при уплотнении смеси слоя утеплителя сбрасыванием груза весом 3 килограмма с высоты 10 сантиметров с опорной поверхностью трамбовки. Очевидно, что чем ближе удар к грани прогона, тем большее усилие будет возникать и тем большее будет отклонение прогона от продольной оси.

Как отмечалось ранее, в качестве критерия энергии удара было выбрано отклонение прогона от продольной оси, которое замерялось при каждом ударе. Чтобы исключить снижение энергии удара, вызванное высотой слоя утеплителя над уровнем прогона, испытания проводились для самого неблагоприятного случая, когда уплотнение утеплителя выполняется на уровне верха прогона. Было выполнено по 10 серий из 10 ударов на разном расстоянии от бровки прогона ( от 0 до 4 сантиметров), соответственно замерялось отклонение прогона от продольной оси. Была установлена корреляционно-регрессионная зависимость критерия энергии удара от расстояния до кромки прогона при сбросе экспериментального груза (1).

$$Y = 4,21 - 1,18 \cdot x + 0,08x^2 \quad (1)$$

где: Y – отклонение прогона от продольной оси;

$x$  – расстояние до кромки прогона. Коэффициент корреляции  $R = 0,91$ .

Очевидно, что наиболее неблагоприятный случай при ударе трамбовки, находящейся непосредственно возле прогона, т. е. при  $x = 0$ . Для этого случая был выполнен анализ экспериментальных наблюдений. Было установлено, что разброс значений критерия энергии удара, как случайной величины, подчиняющейся нормальному закону распределения, находится в пределах 4,21 – 3,63 мм, с математическим ожиданием  $M = 4,01$  мм и среднеквадратическим отклонением  $\sigma_x^2 = 0,0144$ .

Согласно свойств закона нормального распределения случайной величины с вероятностью 99% ее значение не превысит  $M + 3 \cdot \sigma_x = 4,01 + 3 \cdot 0,12 = 4,37$  мм, что значительно меньше значений при которых испытывалась конструкция крепления прогона. Таким образом, можно утверждать, что предложенная технология устройства внутрикаркасной теплоизоляции с утепляющим слоем из арболитовой смеси [1] технически и технологически выполнима.

**Выводы.** Экспериментально установлено, что при устройстве внутрикаркасной теплоизоляции уплотнение арболитовых смесей на жидком стекле рационально осуществлять послойно ручной трамбовкой размерами 10 x 20 см, весом до 3кг за 3-4 удара по каждому уплотняемому слою. Предложенная технология ручного уплотнения арболитовых смесей не оказывает влияние на надежность крепления конструктивных элементов каркасной теплоизоляции.

### Литература

1. Совершенствование технологии устройства ограждающих конструкций многоэтажных жилых и гражданских зданий с железобетонным каркасом / Несевря П.И., Дмитренко И.С., Конопляник А.Ю., Демидова А.В. // Міжнародний науковий журнал

«Интернаука». – 2018. – № 17(57). – т. 1. – С. 57-61. DOI:  
10.25313/2520-2057-2018-17- 4228.

2. Использование костробетона в США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [tru.org.ua/news/536](http://tru.org.ua/news/536)