

УДК 691.175.746:699.86

*Ю. А. Щепочкина*

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

UDC 691.175.746:699.86

*Y. A. Shchepochkina*

## ON THE USE OF INSULATION STYROFOAM

### Аннотация

Рассмотрена эффективность выполнения теплоизоляции из плит пенополистирола. Приведена кинетика распространения теплового потока по толщине плиты пенополистирола, для расчетов которой использована компьютерная программа, функционирующая в среде Windows. Отмечена недолговечность изоляции из пенополистирола, затронута проблема утилизации этого материала. Применение плит беспрессового пенополистирола для теплоизоляции зданий и сооружений не может быть признано целесообразным без серьезной проработки этого вопроса с разных точек зрения.

### Ключевые слова:

теплоизоляция, пенополистирол, утилизация.

### Abstract

The paper examines the effectiveness of polystyrene foam board insulation and describes the kinetics of heat transfer through polystyrene foam boards calculated using Windows software. It is pointed out that polystyrene insulation material is non-durable. The paper also brings up the problem of its disposal. The use of foam polystyrene plates for thermal insulation of buildings and structures cannot be considered expedient; in any case, a serious study of this issue from different points of view is required.

### Key words:

thermal insulation, polystyrene foam, disposal.

### Введение

В Российской Федерации более 40 % общего объема вырабатываемой тепловой энергии тратится на отопление жилых и промышленных зданий [2]; в Республике Беларусь этот показатель составляет около 35...40 % [6]. Сократить потери тепловой энергии через наружные стены зданий возможно, например, применяя теплоизоляционные материалы [7, 11, 15, 17–19], из которых наиболее широко используется минеральная вата, реже – пеностекло, фибролит. Почти повсеместно применяется теплоизоляция из пено-

пластов [8, 13, 20].

Свойства пенопластов во многом зависят от полимерной основы, объема и характера распределения пор. У промышленных пенопластов количество, форма и размер пор, толщина межпоровых перегородок существенно различаются. Пенопласты с мелкими закрытыми порами обладают лучшими эксплуатационными свойствами, чем материалы с крупными сообщающимися порами. Наиболее равномерная мелкопористая структура наблюдается у материалов на основе термопластов. Из термопластичных полимеров для изготовления пенопластов находят наибольшее



применение полистирол, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид. На основе этих полимеров можно получать пенопласты как при обычном (беспрессовые методы), так и при повышенном (прессовые методы) давлении. Выбор того или иного метода и режимные параметры получения пенопластов зависят главным образом от свойств используемого полимера. В большинстве случаев вспенивание полимеров проводится в высокоэластичном состоянии (путем нагрева до температуры разложения

газообразователя).

Наиболее востребованы плиты из беспрессового пенополистирола. Например, более чем в 85 % возведенных в 1995–2011 гг. в Республике Беларусь жилых зданий в целях снижения их стоимости в качестве тепловой изоляции использован именно беспрессовый пенополистирольный пенопласт [10]. Во многом широкое применение этого материала (рис. 1) объясняется его невысокой стоимостью, удобством транспортировки и монтажа.



Рис. 1. Плиты беспрессового пенополистирола, уложенные между стенами зданий

### **Оценка целесообразности устройства теплоизоляции с применением плит беспрессового пенополистирола**

Возможны следующие варианты устройства теплоизоляции стен жилых, общественных зданий, промышленных зданий и сооружений: размещение плит пенополистирола с внутренней стороны стены; внутри стены; с наружной стороны стены [16]. В процессе эксплуатации здания при размещении плит пенополистирола с внутренней стороны стены возможно ее увлажнение. Так как пенополистирол отличается значитель-

но меньшей плотностью и теплопроводностью, чем стеновой материал, то слой теплоизоляции хорошо проницаем для находящихся в воздухе водяных паров, что может способствовать появлению влаги между стеновым и теплоизоляционным материалами. Увеличение влажности стены при снижении ее температуры может приводить к образованию конденсата, что, естественно, ухудшает теплозащитные свойства стены в целом. В случае, когда плиты пенополистирола расположены внутри стены, обеспечивается достаточно качественная теплоизоляция, но появляется

необходимость создания для удаления избыточной влаги воздушного зазора. При расположении плит пенополистирола с наружной стороны стены слой теплоизоляции не накапливает влагу и остается сухим. В этом случае стена здания будет надежно изолирована от холодного наружного воздуха и не образует конденсата. Такой вариант размещения плит пенополистирола, на взгляд автора, является наиболее предпочтительным.

Насколько эффективным является устройство теплоизоляции из плит пенополистирола? Рассмотрим распространение теплового потока по толщине

плиты пенополистирола. Для расчета кинетики нагрева холодной ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) плиты до комнатной температуры ( $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) использована программа [9], функционирующая в среде Windows 9.x/NT. Программа функционирует и в более современных версиях ОС Windows, таких как XP, 7, дает возможность определения температуры на различной глубине от поверхности материала и допускает изменение начальных и граничных условий в зависимости от поставленной задачи. Результаты расчета приведены на рис. 2.

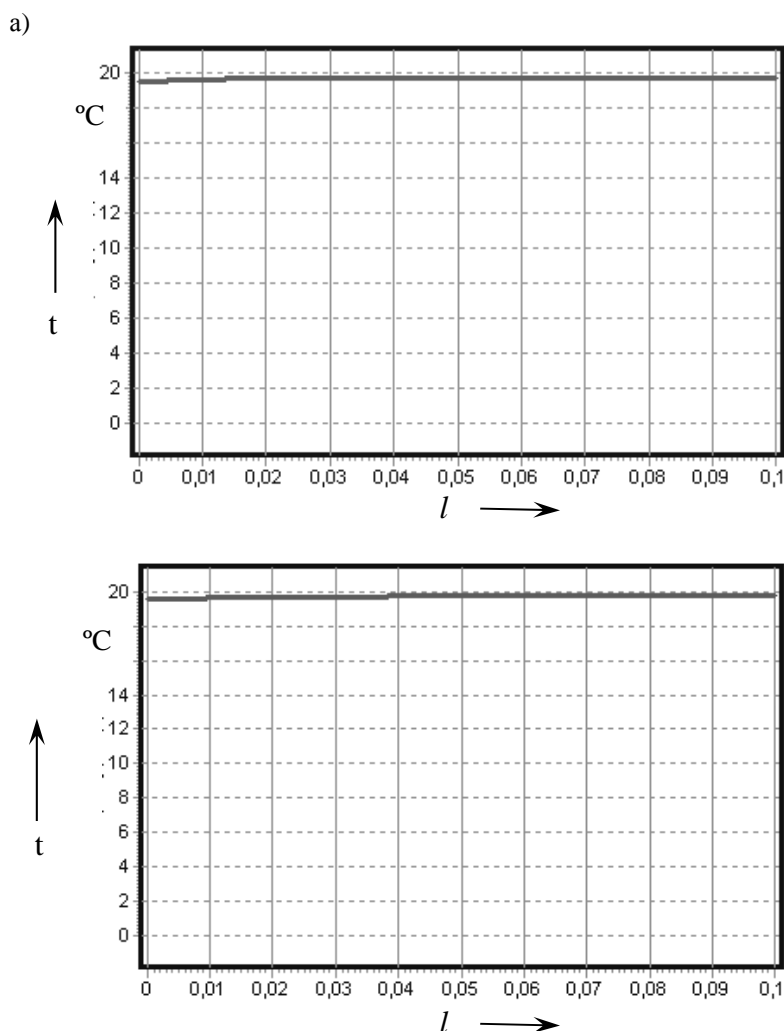


Рис. 2. Распределение температуры по толщине плиты 0,1 м за 12 ч: а – беспрессового пенополистирола (плотность –  $40\text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности –  $0,04\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ); б – экструзионного пенополистирола (плотность –  $35\text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности –  $0,028\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ )

Как видно из почти одинаковых графиков (см. рис. 2), через 12 ч произойдет полный прогрев плит как из беспрессового, так и из экструзионного пенополистирола, что указывает на их невысокие теплозащитные свойства. Отметим, что более эффективным, но

реже применяемым теплоизоляционным материалом, считается экструзионный пенополистирол («Пеноплэкс», аналоги «Экстрапен», «Экстрол», «Dерпон»). Основные характеристики (ГОСТ 15588) беспрессового и экструзионного пенополистирола приведены в табл. 1.

Табл. 1. Основные характеристики пенополистирола

Характеристика	Пенополистирол	
	беспрессовый	экструзионный
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	15...50	35...50
Прочность на сжатие при 10 % деформации, МПа, не менее	0,04...0,16	0,25...0,7
Прочность при изгибе, МПа, не менее	0,06...0,3	0,4...0,7
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,04...0,043	0,028...0,032
Водопоглощение (по объему), %	2...4	0,1...0,2
Температура применения, °С	-40...+65	-50...+75

### ***Затраты на устройства теплоизоляции из пенополистирола***

Насколько дешевым является устройство теплоизоляции из плит пенополистирола? Сами плиты пенополистирола (толщина 0,12 м) составляют 15 % общей стоимости устройства теплоизоляции, клей для изоляции – 6 %, сетка – 6 %, клей для сетки – 6 %, клей для изоляции – 6 %, грунтующие препараты – 4 %, акриловая штукатурка – 20 %, работа – 43 % [14]. Таким образом, наибольшая статья расходов – это работа по закреплению плит пенополистирола на утепляемой поверхности. Заметим, что пенополистирол – это весьма недолговечный материал (срок службы беспрессового пенополистирола около 10 лет [2]) и по истечении этого срока потребуются замена теплоизоляции. В строительстве для зданий и сооружений, например, из бетона срок службы устанавливается не менее 50 лет [1], т. е. в течение их эксплуатации требуется, по меньшей мере, 5 раз выполнить теплоизоляцию здания плитами

беспрессового пенополистирола.

Таким образом, экономия от теплоизоляции здания беспрессовым пенополистиролом может оказаться существенно преувеличенной, если к стоимости материала 370...600 рос. р. за плиту размером 2 × 1 × 0,1 м (по состоянию на апрель 2017 г.) добавить стоимость монтажных работ и «отложенные» по времени материальные затраты. К этому нужно приплюсовать стоимость работ по демонтажу плит, очистке стен. Кроме того, возникает проблема с утилизацией отслужившей свой срок теплоизоляции. Сжигать пенополистирол недопустимо [5, 12], поскольку его горение сопровождается выделением большого количества едкого черного дыма, угарного газа, свободного стирола и других токсичных веществ (класс опасности 3). Вывоз пенополистирола, подвергшегося деструкции [4] за период эксплуатации, в отвалы будет способствовать серьезному загрязнению почвы, водоемов, оказывая вредное влияние на соответствующие экосистемы.



### Выводы

1. Беспрепессовый пенополистирол – недолговечный материал с невысокими теплозащитными свойствами, а наибольшая статья расходов при его применении – это работа по закреплению плит на утепляемой поверхности.
2. Необходимо рассматривать «отложенные» по времени материальные затраты по демонтажу плит, очистке

стен, утилизации отслужившей свой срок теплоизоляции как из беспрепессового, так и экструзионного пенополистирола.

3. Применение плит беспрепессового пенополистирола для теплоизоляции зданий и сооружений не может быть признано целесообразным без серьезной проработки этого вопроса с разных точек зрения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Агаджанов, В. И.** Установление сроков службы зданий и сооружений при их проектировании / В. И. Агаджанов // Промышленное и гражданское строительство. – 2001. – № 12. – С. 23–24.
2. **Воронцов, В. М.** Полимерные, изоляционные и лакокрасочные материалы для архитекторов / В. М. Воронцов. – Белгород : БГТУ, 2011. – 121 с.
3. **Грушман, Р. П.** Справочник теплоизолировщика / Р. П. Грушман. – Ленинград : Стройиздат, 1980. – 184 с.
4. **Гуюмджян, П. П.** Влияние температуры, влажности, ультрафиолетового и инфракрасного облучений на старение пенополистирола / П. П. Гуюмджян, С. В. Коканин // Строительство и реконструкция. – 2010. – № 6. – С. 77–83.
5. **Гуюмджян, П. П.** О пожарной опасности полистирольных пенопластов строительного назначения / П. П. Гуюмджян, С. В. Коканин, А. А. Пискунов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – № 8. – С. 4–8.
6. ОАО «Завод керамзитового гравия» : в решении проблем энергоэффективности необходим комплексный подход // Мастерская. Современное строительство. – 2015. – № 4. – С. 14.
7. **Попов, Л. Н.** Производство строительных материалов и изделий на пороге третьего тысячелетия / Л. Н. Попов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2000. – № 9. – С. 6–7.
8. **Семенов, В. С.** Перспективы применения вторичных полиэфирных волокон для производства тепло- и звукоизоляционных материалов / В. С. Семенов, Т. А. Розовская, А. Ю. Губский // Строительные материалы. – 2016. – № 6. – С. 21–24.
9. Программа расчета температурных полей в образце бетона, покрытом смесью для глазурования («Глазурь») / С. В. Федосов [и др.]. – № ОФАП 1910, № гос. регистрации 50200200168. – 2002.
10. К оценке эксплуатационной эффективности многослойной кирпичной кладки несущих стен с плитным утеплителем / В. Н. Черноиван [и др.] // Строительная наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 27–31.
11. **Cieślewicz, P.** Ekonomiczne aspekty stosowania nowoczesnych termoizolacji / P. Cieślewicz // Izolacje. – 2013. – № 1. – S. 60.
12. **Dreger, M.** Praktyczne o bezpieczeństwie pożarowym ociepleń / M. Dreger // Izolacje. – 2016. – № 6. – S. 92.
13. **Felks, M.** Czy każdy styropian jest taki sam? / M. Felks // Izolacje. – 2016. – № 1. – S. 66–67.
14. **Krzemien, K.** Ocieplanie bez błędów / K. Krzemien // Murator. – 2015. – № 10. – S. 130–134.
15. **Laskowski, L.** Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku / L. Laskowski. – Warszawa : Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008. – 173 s.
16. **Murat, R.** Styropian czy wełna mineralna? / R. Murat // Murator. – 2015. – № 9. – S. 23–50.
17. **Nowak-Dzieszko, K.** Analiza wpływu termomodernizacji na straty ciepła przez przenikanie i komfort cieplny budynku / K. Nowak-Dzieszko, M. Rojewska-Warchał // Przegląd budowlany. – 2015. – № 6. – S. 70–74.
18. **Pawłowski, K.** Ściany zewnętrzne budynków w świetle nowych wymagań cieplnych / K. Pawłowski // Izolacje. – 2013. – № 2. – S. 50–54.
19. **Steidl, T.** Docieplanie przegród zewnętrznych od wewnątrz – materiały, technologie i projektowanie / T. Steidl, B. Orlik-Koźdoń // Izolacje. – 2013. – № 4. – S. 43–45.



20. **Tartakowski, Z.** Materiały izolacyjne z recyklatów XPVC / Z. Tartakowski, A. Jarlaczyńska // Przetwórstwo tworzyw. – 2013. – № 3. – S. 262–265.

*Статья сдана в редакцию 29 июня 2017 года*

**Юлия Алексеевна Щепочкина**, д-р техн. наук, проф., Ивановский государственный политехнический университет. Тел.: +791-58-27-31-20.

**Yulia Alexeyevna Shchepochkina**, DSc (Engineering), Prof., Ivanovo State Polytechnical University. Phone: +791-58-27-31-20.

