

**ИЗДЕЛИЯ НА СОНОВЕ ВСПЕНЕННЫХ ПЛАСТМАСС В СИСТЕМАХ  
ИЗОЛЯЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**  
PRODUCTS BASED ON FIRED PLASTICS IN THE SYSTEMS OF INSULA-  
TION OF AGRICULTURAL OBJECTS



УДК 691.175

DOI:10.24411/2588-0209-2019-10075

**Алексей Жуков,**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы и материаловедение» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), член-корреспондент Российской инженерной академии (РИА)*

**Карапет Тер-Закарян,**

*Генеральный директор ООО «ТЕПОФОЛ»*

**Александр Чернов,**

*студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)*

**Екатерина Безверхова,**

*студентка магистратуры Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)*

**Кращенко Владислав,**

*студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)*

**Aleksey Zhukov,**

*Cand.Tech.Sci., Associate Professor at the Department of Building materials and materials science of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE), Corresponding Member of the Russian Academy of Engineering (RAE)*

**Karapet Ter-Zakaryan,**

*Managing Director of TEPOFOL Ltd.*

**Alexander Chernov,**

*student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE)*

**Ekaterina Bezverkhova,**

*graduate student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE)*

**Krashchenko Vladislav,**

*student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE)*

#### **Аннотация**

В статье рассматривается ряд систем изоляции, основанных на применении изделий из вспененного газонаполненных пластмасс. Отмечается, что в конструкциях строительной и промышленной теплоизоляции газонаполненные полимерные материалы на основе пенополистирола, пенополиуретана и пенополиэтилена занимают ведущее место в большинстве развитых стран мира. Это обусловлено их низкой плотностью, паропроницаемостью и теплопроводностью, стойкостью к воздействию воды. Основными областями применения этих материалов являются системы изоляции каркасных конструкций малоэтажных зданий, системы изоляции периметра зданий, контактирующего с грунтом, системы изоляции дорог и др.

Задача формирования бесшовного стыка отдельных элементов изоляционного покрытия успешно может быть реализована в результате использованием рулонного пенополиэтилена (с металлизированным покрытием или без покрытия) механически закрепляемого на конструкции, соединяемого в замок с последующей сваркой горячим воздухом. Эти системы используются при строительстве сельских домов и коттеджей, хозяйственных и складских построек, помещений для содержания животных.

#### **Summary**

Variety of insulation systems based on the application of products made of gas-filled cellular plastics are presented in the article. The remarkable fact is that gas-filled polymer materials based on polystyrene foam, polyurethane foam and polyethylene foam used within the structures of constructional and industrial thermal insulation take the lead in most countries of the world. Their low density, vapor permeability, thermal conductivity as well as resistance to water effects are responsible for that. Major fields of application of these materials are insulation systems of framed constructions of low-rise buildings, insulation systems of buildings perimeter that contacts with the foundation, insulation systems of the roads and others.

The intention to create a seamless juncture of separate elements of insulating covering can be successfully accomplished owing to the application of rolled polyethylene foam (with metallized coating or without it) that is mechanically fixed on the construction and connected in a locking joint with subsequent hot air welding. These systems are used within the scope of construction of farmhouses and cottages, household and storage facilities, livestock housing.

**Ключевые слова:** вспененные пластмассы, пенополиуретан, пенополистирол, пенполиэтилен, бесшовное соединение, каркасный коттедж, сельскохозяйственный объект.

**Keywords:** foamed plastics, polyurethane foam, polystyrene foam, polyethylene foam, seamless joint, frame cottage, agricultural facility.

Вопросам разработки систем изоляции, и, в том числе, теплоизоляции постоянно уделялось и уделяется особо пристальное внимание. С одной стороны, грамотно выполненные изоляционные работы обеспечивают реализацию технологических циклов и выпуск качественной продукции, а с другой стороны, являются фактором тепло-сбережения, а в конечном итоге и энергосбережения. В-третьих, обеспечивают комфортные климатические условия в помещениях и соответствие требованиям охраны труда [1–3].

В конструкциях строительной и промышленной теплоизоляции газонаполненных полимерных материалов занимает ведущее место в большинстве развитых стран мира. Требуемый уровень сохранения тепла может быть обеспечен только с помощью высокоэффективных теплоизоляционных материалов, в том числе пенопластов и пенополиуретанов. Эти материалы имеют очень низкую теплопроводность, водопоглощение, паропроницаемость и плотность и одну общую особенность – горючесть.

Пенополистирол занимает одно из ведущих мест среди газонаполненных пластмасс, используемых в строительстве. Пенополистирольные плиты, изготовленные по экструзионной технологии, обладают однородной мелкоячеистой структурой и, как следствие этого, высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями, что расширяет область их применения в строительстве. В первую очередь экструзионный пенополистирол может быть использован в конструкциях трехслойных железобетонных панелей и кровельных покрытий, в практике дорожного строительства, а так же при изоляции периметра здания, контактирующего с грунтом и при изоляции цокольной части зданий и сооружений [4–6].

Для всех плитных изоляционных изделий характерна проблема потерь тепла через стыки между теплоизоляционными плитами и в местах примыкания к несущим конструкциям. Проблема изоляции стыков решается следующими способами: дополнительной проклейкой изоляционными лентами, применением напыляемых полиуретанов и использованием технологии низкотемпературной сварки стыка.

Напыляемые пенополиуретаны, успешно применяются для тепловой изоляции металлических кровель, трубопроводов, минеральных поверхностей и др. Получаемые напылением теплоизоляционные поверхности характеризуются отсутствием коррозионного воздействия на строительные материалы. Напыляемый пенополиуретан в конструкции может

служить, одновременно, теплоизоляцией и защитой металла от коррозии. При этом упрощается устройство стыков в ограждениях из трехслойных панелей. При этом адгезия к основанию может быть неравномерной, нанесение напыляемых систем ограничивается температурными и атмосферными факторами, а также требует дополнительных мер по охране труда.

Практикой и исследованиями ведущих научно-исследовательских центров доказано, что наибольшей эффективностью обладают бесшовные изоляционные оболочки, формирующиеся за счет сварного стыка изоляционных рулонных материалов на основе вспененного полиэтилена.

Изделия из пенополиэтилена применяются в системах изоляции каркасных и бескаркасных сооружений, используемых в качестве хозяйственных объектов, а также каркасных коттеджей [7, 8].

Несмотря на различное функциональное назначение объектов, система изоляции их основывается на общих принципах, их два. Тепло- паро- воздухоизоляционная оболочка создается за счет механического закрепления рулонного пенополиэтилена на несущей конструкции с последующим соединением отдельных листов в замок и их сваркой горячим воздухом посредством строительного фена (рис. 1). В бескаркасных системах изоляционный материал монтируют с внутренней стороны металлического оцинкованного прифиллированного листа; в каркасных системах изоляционную оболочку устанавливают с внешней стороны несущего каркаса [9, 10].

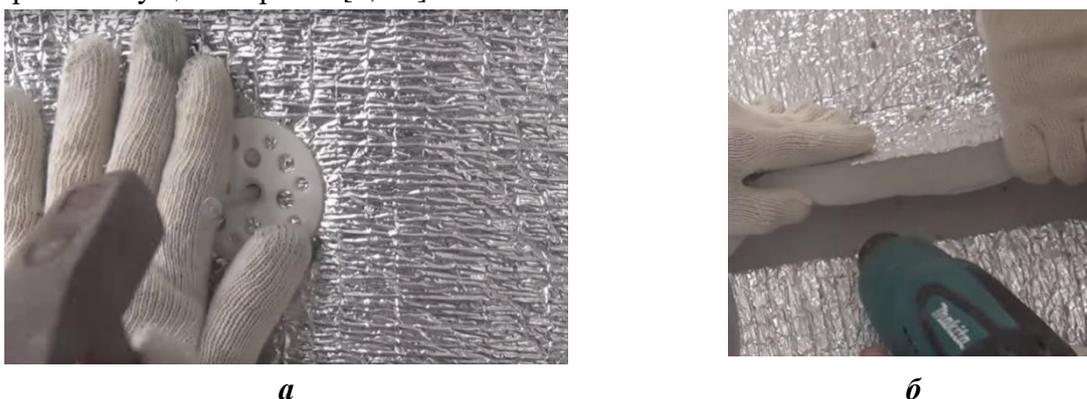


Рис. 1. Монтаж теплоизоляции: а – механическое закрепление листа утеплителя; б – сварка стыков рулонного пенополиэтилена

Температура применения вспененного полиэтилена составляет от  $-60$  до  $+80$  °С, что создаёт все необходимые условия для проведения всесезонного монтажа. Работы по теплоизоляции хранилища не зависят от внешней температуры воздуха и могут проводиться 365 дней в году. Более того, сам рулонный полиэтилен не подвержен разрушению под влиянием сезонных температурных колебаний, что делает его всепригодным и подходящим для регионов с экстремальными температурными режимами, включая суровые климатические условия использования.



Применение замкового сварного соединения рулонов пенополиэтилена позволяет получить изоляционную оболочку скатной кровли без применения дополнительной ветрозащиты и пароизоляции. При этом для надежной бесшовной сварки мест стыков обрешётку для крепления изоляционного полотна следует располагать непосредственно под замковой системой утеплителя.

Различные аспекты применения пенополиэтилена в системах изоляции сельских домов и коттедже изучались в процессе реализации договоров с НИУ МГСУ (кафедра «СМиМ»), а также НИИСФ РААСН (лаборатория «Стройфизика-ТЕСТ»). Исследования касались типовых проектных решений, определения эксплуатационных характеристики материала, а также проведения натурного обследования сельских домов, утепленных вспененным полиэтиленом.

Ангары, складские помещения, животноводческие объекты как каркасного, так и бескаркасного типа успешно используются в качестве сельскохозяйственных сооружений различного функционального назначения [11–13]. Существенный недостаток любых быстровозводимых конструкций – теплопотери в период холодов – решается эффективной системой изоляции, способной круглогодично поддерживать необходимый микроклимат внутри помещения без привязки к региону локации. В РФ уже десятки жилых коттеджей

построены или реконструированы (дополнительно утеплены) с применением технологии ТЕПОФОЛ, реализуется строительство или утепление объектов в Заполярье.

### Список литературы

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Тучаев Д.У., Петровский Е.С. Энергоэффективное утепление продовольственных складов и овощехранилищ // Международный сельскохозяйственный журнал, 2018. №1 (361), С. 65–67.
2. Gimenez I., Faroog M.-K., El Mahi A., Kondrotas A., Assarar M. Experimental analysis of mechanical behaviour and damage development mechanisms of PVC foams in static tests // *Materials Science (Mediagotyra)*. 2004. № 10 (1). pp. 34–39.
3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Симонов В.А. Тенденции развития норм по тепловой защите зданий в России // *Вестник инженерной школы ДВФУ*. 2012. № 2 (11). С. 39–44.
4. Умнякова Н.П., Цыганков В.М., Кузьмин В.А. Экспериментальные теплотехнические исследования для рационального проектирования стеновых конструкций с отражающей теплоизоляцией // *Жилищное строительство*. 2018. № 1-2. С. 38-42
5. Гнип И.Я., Керчулис В.И., Вайткус С.Я. Доверительные интервалы, прогнозирующие деформацию ползучести пенополистирола // *Строительные материалы*. 2012. № 12. С. 40–44.
6. Gnip I.J., Keršulis V.J., Vaitkus S.J. Analytical description of the creep of expanded polystyrene under compressive loading. *Mechanics of Composite materials*. 2005; 41(4): 357–364.
7. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // *Экология и промышленность России*. 2018. № 4. С. 52–57.
8. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В. Системы строительной изоляции с применением пенополиэтилена // *Строительные материалы*. 2018. № 9, С. 58–61.
9. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В. Системы изоляции каркасных коттеджей // *ACADEMIA*. 2019. №1. С. 122–127
10. Патент РФ № 2645190 «Замковая технология теплоизоляционного материала для бесшовной сварки соединительных замков» зарегистрирован 16 февраля 2018 г.
11. Zhukov Aleksey, Dovydenko Timofey, Kozlov Sergey, Ter-Zakaryan Karapet and Bobrova Ekaterina. Innovative technologies for low-rise construction. 02032 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102032>
12. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Боброва Е.Ю. Инновационные технологии сельского строительства // *Московский экономический журнал (QJE.SU)* № 5/2018.
13. Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton and Zhukov Alexey. Insulating sheath system and energy efficiency of buildings. 02019 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>

### Spisok literatury

1. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Tuchaev D.U., Petrovskij E.S. Energoeffektivnoe uteplenie prodovol'stvennyh skladov i ovoshchekhranilishch // *Mezhdunarodnyj sel'skoho-zyajstvennyj zhurnal*, 2018. №1 (361), S. 65–67.

2. Gimenez I., Faroog M.-K., El Mahi A., Kondrotas A., Assarar M. Experimental analysis of mechanical behaviour and damage development mechanisms of PVC foams in static tests // *Materials Science (Mediagotyra)*. 2004. № 10 (1). pp. 34–39.
3. Fedjuk R.S., Mochalov A.V., Simonov V.A. Tendencii razvitiya norm po teplovoj zashchite zdaniy v Rossii // *Vestnik inzhenernyj shkoly DVFU*. 2012. № 2 (11). S. 39–44.
4. Umnyakova N.P., Cygankov V.M., Kuz'min V.A. Eksperimental'nye teplotekhnicheskie issledovaniya dlya racional'nogo proektirovaniya stenovykh konstrukcij s otrazha-tel'noj teploizolyaciej // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2018. № 1-2. S. 38-42
5. Gnip I.YA., Kerchulis V.I., Vajtkus S.YA. Doveritel'nye intervaly, prognoziruyushchie deformatsiyu polzuchesti penopolistirola // *Stroitel'nye materialy*. 2012. № 12. C. 40–44.
6. Gnip I.J., Keršulis V.J., Vaitkus S.J. Analytical description of the creep of expanded polystyrene under compressive loading. *Mechanics of Composite materials*. 2005; 41(4): 357–364.
7. Zhuk P.M., Zhukov A.D. Normativnaya pravovaya baza ekologicheskoy ocenki stroitel'nykh materialov: perspektivy sovershenstvovaniya // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. № 4. S. 52–57.
8. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Si-stemy stroitel'noj izolyacii s primeneniem penopolietilena // *Stroitel'nye materialy*. 2018. № 9, S. 58–61.
9. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Si-stemy izolyacii karkasnykh kottedzhej // *ACADEMIA*. 2019. №1. S. 122–127
10. Patent RF № 2645190 «Zamkovaya tekhnologiya teploizolyacionnogo materiala dlya besshovnoj svarki soedinitel'nykh zamkov» zaregistrirovana 16 fevralya 2018 g.
11. Zhukov Aleksey, Dovydenko Timofey, Kozlov Sergey, Ter-Zakaryan Karapet and Bobrova Ekaterina. Innovative technologies for low-rise construction. 02032 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102032>
12. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bobrova E.YU. Innovacionnyye tekhnologii sel'skogo stroitel'stva // *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal (QJE.SU)* № 5/2018.
13. Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton and Zhukov Alexey. Insulating sheath system and energy efficiency of buildings. 02019 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>