

УДК 69:685.51.073.9

А.Д. ЖУКОВ¹, канд. техн. наук (lj211@yandex.ru); К.А. ТЕР-ЗАКАРЯН², управляющий директор;
С.Д. КОЗЛОВ¹, магистрант, А.Ю. ЖУКОВ¹, магистрант¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)
² ООО «ТЕПОФОЛ» (140301, Московская обл., г. Егорьевск, ул. Профсоюзная, 34)

Бесшовная изоляция в системах «плавающего пола»

Рассматривается концепция формирования бесшовного стыка между отдельными изоляционными изделиями. Получение бесшовного изоляционного полотна, герметичного как по отношению к прохождению тепла, паров воды и структурных шумов, позволяет проектировать перекрытия, максимально обеспечивающие комфорт в жилых помещениях. В изоляционных системах пола или перекрытий пенополиэтилен (рулонный или маты) выполняет функцию тепло- и звукоизоляции, а также пароизоляционной мембраны. Рассмотрены два типа конструкций: на металлических саморезах, используемых в качестве опор, и конструкция «плавающего пола». Для оценки деформируемости пенополиэтилена под нагрузкой был проведен эксперимент, подтвердивший возможность его применения в системах «плавающего пола». Чем больше площадь образца (отношение площади образца к его толщине), тем большая его площадь работает при сжатии, и тем выше его сопротивляемость этому сжатию под нагрузкой P . Этот эффект проявляется в той степени больше, чем более отношение S/h , а это в свою очередь предопределяет применение полотен, соединенных в замок с последующей сваркой горячим воздухом, из НПЭ в качестве изоляционной основы плавающего пола.

Ключевые слова: пенополиэтилен, сварка феном, бесшовное соединение, звукоизоляция, теплоизоляция, «плавающий пол».

Для цитирования: Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Козлов С.Д., Жуков А.Ю. Бесшовная изоляция в системах плавающего пола // *Жилищное строительство*. 2018. № 9. С. 48–51.

A.D. ZHUKOV¹, Candidate of Sciences (Engineering) (lj211@yandex.ru); K.A. TER-ZAKARYAN², Managing Director;
S.D. KOZLOV¹, Graduate Student, A.Yu. ZHUKOV¹, Graduate Student¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation)
² ООО «ТЕПОФОЛ» (34, Profsoyuznaya Street, Egor'evsk, Moscow Region, 140301, Russian Federation)

Seamless Insulation in Floating Floor Systems

The concept of formation of a seamless joint between separate insulating products is considered. Obtaining a seamless insulating fabric, hermetic as in relation to the passage of heat, water vapor and structural noises makes it possible to design the ceilings, providing the maximum comfort in the living rooms. In insulation systems of floor or ceilings, foam polyethylene (rolled or mats) performs the function of heat and sound insulation, as well as vapor barrier membrane. Two types of structures are considered: on metal screws used as supports, and the «floating floor» design. To assess the deformability of foam polyethylene under load, an experiment was conducted, which confirmed the possibility of its use in «floating floor» systems. Than larger the area of the sample (the ratio of the sample area to its thickness), the greater its area works under compression, and the higher its resistance to this compression under load P . This effect manifests itself to a greater extent than greater the S/h ratio, and this in turn predetermines the application of cloths locked connected with subsequent welding by hot air, from the NPE as the insulating base of the floating floor.

Keywords: foam polyethylene, welding by hot air un, seamless joint, sound insulation, heat insulation, «floating floor».

For citation: Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Kozlov S.D., Zhukov A.Yu. Seamless insulation in floating floor systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 9, pp. 48–51. (In Russian).

Изоляционные элементы пола, как и междуэтажных перекрытий, выполняют две основные функции: защиту от передачи структурного шума; предотвращение движения паровоздушной смеси из нижележащих помещений и ограничение теплопередачи через перекрытие. Последнее свойство становится особо актуальным, если перекрытие располагается над аркой уличного прохода. Основные требования к подобным конструкциям отражены в СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003» и СП 29.13330.2011 «Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88» [1–4].

Пенополиолефины (пенополиэтилены) характеризуются низкой теплопроводностью, звукоизолирующей способностью, эластичностью и гидроизоляционными свойствами. В строительстве используются пенополиэтилены плотностью в диапазоне 20–80 кг/м³. Материал применяют для борьбы с кровель-

ным конденсатом, в качестве гидро- и теплоизоляции тоннелей и фундаментов, тепло- и звукоизоляции воздуховодов и трубопроводов, уплотнения оконных рам и стыков строительных конструкций; в качестве тепло-, гидро-, звукоизолирующего слоя в бетонных стяжках; в виде амортизирующего слоя под паркетом, «плавающим полом», лестничными ступенями и др. К преимуществам этой группы материалов относится также возможность формирования бесшовного стыка [5, 6].

Концепция формирования бесшовного стыка с применением рулонного пенополиэтилена (с отражающим слоем или без него) основана на следующих положениях:

– изделия из несшитого пенополиэтилена (НПЭ) имеют не только низкую теплопроводность, не превышающую 0,039 Вт/(м·К) даже для условий эксплуатации по группе В, но и низкую паропроницаемость – не более 0,001 мг/(Па·м·с), и водопоглощение не более 2 мас. %;



Рис. 1. Пол по лагам с фиксацией наклонными саморезами



Рис. 2. Система утепления деревянного пола

– формирование непроницаемого покрытия достигается за счет реализации соединения отдельных листов НПЭ (матов, рулонов) внахлест с последующей сваркой поверхностей контакта листов горячим воздухом с помощью строительного фена. **Данная технология замкового соединения разработана и запатентована компанией ООО «ТЕПОФол» (патент № 2645190);**

– создание бесшовного покрытия (по глади стены или пола) минимизирует количество мостиков холода, а также неплотностей между отдельными теплоизоляционными элементами, через которые возможна миграция тепла и паровоздушной смеси из помещения наружу;

– низкая паропроницаемость бесшовной изоляционной оболочки и низкое водопоглощение пенополиэтилена позволяют исключить применение дополнительной паро- и гидроизоляции.

Учитывая, что вспененный полиэтилен является горючим материалом, во всех системах его применения должны быть предусмотрены конструктивные способы защиты от контакта с внешней средой.

Другой не менее интересной областью применения НПЭ являются конструкции «плавающего пола», в которых пенополиэтилен выполняет функцию тепло- и звукоизоляции [7, 8]. Полученное единое изоляционное полотно является герметичным, т. е. в нем отсутствуют щели и стыки, что препятствует выходу теплового потока наружу. Такой подход к утеплению обеспечивает сохранение тепла внутри и существенно повышает теплосберегающие свойства системы изоляции, препятствует прохождению пара и формированию акустических мостиков [9, 10].

При утеплении деревянного пола укладку рулонной теплоизоляции Тепофол рекомендуется производить по всей площади пола на лаги (рис. 1). Замковые системы на стыке двух полотен привариваются друг другу таким образом,

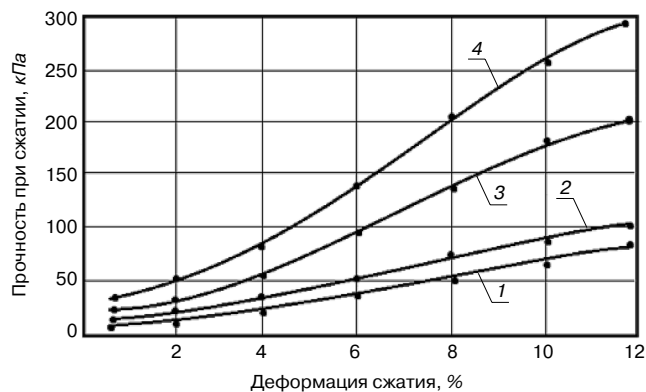


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии образцов НПЭ от деформации при величине их геометрического фактора (S/h): 1 – 0,1 м²/м; 2 – 0,2 м²/м; 3 – 0,4 м²/м; 4 – 0,8 м²/м

чтобы получилось герметичное теплоизоляционное полотно. При этом по всему периметру теплоизоляция фиксируется к основанию.

Сверху на слой утеплителя укладываются деревянные бруски, которые крепятся к лагам непосредственно через теплоизоляционный слой по особой схеме посредством специальных саморезов из нержавеющей стали диаметром 8 мм и длиной 300–320 мм (рис. 2). Схемой размещения саморезов предусматривается, что они крепятся попарно под углом 45° друг к другу так, чтобы расстояние между шляпками саморезов не превышало 100 мм. Расстояние между каждой такой парой саморезов, фиксирующей бруски через теплоизоляционную оболочку к лагам по указанной схеме, составляет не менее 500 мм.

В результате примененного особого способа крепления утеплителя к лагам образуется ферма, посредством которой нагрузка пола равномерно перераспределяется с утеплителя на бруски и болты. Далее на бруски собирается финишное покрытие из половой доски. За счет брусков между половой доской и теплоизоляционным слоем остается воздушная прослойка (зазор), которая повышает теплозащитные свойства конструкции и способствует снижению теплопотерь объекта в целом. Следовательно, воздушная подушка функционирует как теплоизолятор.

Строительная практика показывает, что как с точки зрения тепло- и пароизоляции, так и акустических свойств требуемые результаты можно получить при применении плавающего пола. Основа концепции плавающего пола заключается в создании конструкции с изолированной от перекрытия и стен несущего покрытия финишного пола. При этом основание может быть любое: железобетонная плита перекрытия, деревянный черновой пол и др., а изоляционная оболочка должна обладать минимальной проницаемостью. В качестве покрытия могут использоваться заливаемая армированная бетонная стяжка или элементы сухой сборки: гипсокартонные листы, древесно-волоконные или ориентированно-стружечные плиты [11, 12].

Пенополиэтилен является эластичным материалом (деформирующимся под нагрузкой), поэтому для оценки возможности его применения в системах плавающего пола был осуществлен эксперимент.

Прочность при сжатии образцов вспененного полиэтилена определялась в интервале деформаций от 0 до 12%. Испытывались изделия из вспененного полиэтилена (с отрывающим слоем или без него) размером 100×100×100;

100×100×50 и 200×200×50 мм с отношением площади и толщины (геометрический фактор S/h , м²/м) соответственно 0,1; 0,2; 0,4 и 0,75 м.

По результатам испытаний установлено, что металлизирование изделий и климатическое воздействие влияния на механические свойства образцов пенополиэтилена практически не оказывает. Повышение прочности за счет металлизирования не превышает 2,1%, что является меньшим, чем статистическая ошибка эксперимента, равная 4,9%.

Влияние геометрического фактора (отношения площади образца материала к его толщине S/h) очень велико (рис. 1). Это объясняется условиями деформации образца при сжатии и структурой материала. Пенополиэтилен является эластичным материалом с высокой прочностью при растяжении. Поры вспененного полиэтилена заполнены газом, а мембраны, разделяющие ячейки, практически газонепроницаемы.

На ранних стадиях нагружения, когда напряжения в мембранах еще не превысили критическое, ячейки материала центральной области работают на сжатие, а расширение образца происходит в тангенциальном направлении (рис. 4). Упругая деформация растяжения пропорциональна тангенциальным напряжениям (σ_t) в образце. А сопротивляемость сжатию пропорциональна нормальным напряжениям (σ_n) и определяется упругостью газа в ячейках полиэтилена и прочностными характеристиками полимера.

Чем больше площадь образца (отношение площади образца к его толщине), тем большая его площадь работает при сжатии и тем выше его сопротивляемость этому сжатию под нагрузкой P . Этот эффект проявляется в той степени больше, чем более отношение S/h , а это в свою очередь предопределяет применение полотен (рулоном, соединенных в замок с последующей сваркой горячим воздухом) из НПЭ в качестве изоляционной основы плавающего пола.

Рекомендуемая конструкция плавающего пола (рис. 5) включает: сплошное основание 1, уложенное по лагам 2. В качестве основания рекомендуется обрезная доска толщиной не менее 25 мм. Все деревянные части конструкции пола, включая сплошное основание, которые будут покрыты слоем утеплителя, рекомендуется обработать специальными средствами. По сплошному основанию укладывается теплоизоляционный слой из рулонного НПЭ «Тепофол®» 3 толщиной 100 мм.

Утеплитель плотно прижимается к стене несущей конструкции в распор и на расстоянии до 150 мм от стен несущей конструкции по всему периметру крепится к сплошному основанию пола. Для надежной и долговременной фиксации материала размещать саморезы по всему периметру поверхности следует достаточно часто, в среднем на расстоянии 100–150 мм друг от друга. После укладки слоя теплоизоляции замковые системы, расположенные на стыках полотен, свариваются между собой горячим воздухом таким образом, чтобы получилось единое герметичное теплоизоляционное полотно. Затем края теплоизоляционного полотна, фактически замковые части утеплителя толщиной 30 мм, заводят на поверхность стен и по всему периметру через брусок или деревянную рейку фиксируют самореза-

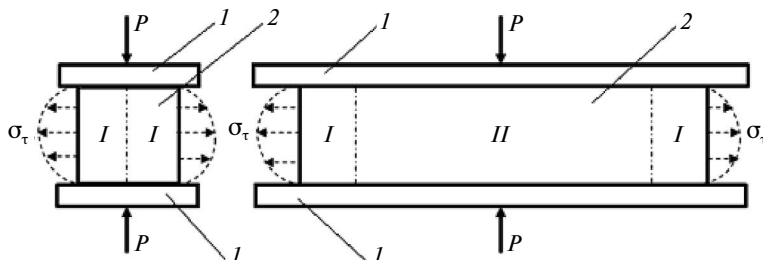


Рис. 4. Схема деформации образцов пенополиэтилена (НПЭ) под нагрузкой P . σ_t – тангенциальные напряжения; I – области образца, работающие на растяжение; II – области образца, работающие на сжатие; 1 – поверхности пресса; 2 – образец НПЭ

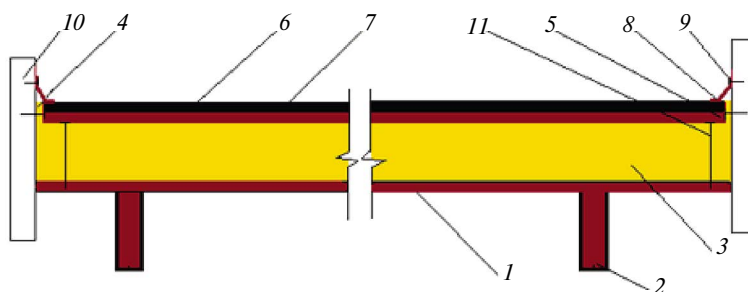


Рис. 5. Схема «плавающего» пола по лагам: 1 – сплошное основание; 2 – лаги; 3 – теплоизоляционный слой из рулонного НПЭ; 4 – участок единого теплоизоляционного полотна, примыкающего к стенам; 5 – крепление теплоизоляции к основанию; 6 – несущее покрытие пола (сборная стяжка, основание); 7 – финишное покрытие пола; 8 – плинтус; 9 – крепление плинтуса; 10 – стена; 11 – крепление теплоизоляции к основанию

ми к стенам так, чтобы слой материала вплотную примыкал к участку стены. При этом высота теплоизоляции, край которой заводится на стены, равна высоте пола до финишного покрытия. Таким образом, по линии «пол-стена» не образуется зазор и обеспечивается надежное утепление самого уязвимого участка пола – всего периметра и углов. Далее на теплоизоляцию укладывают защитное покрытие: два слоя ОСБ-плит и финишное покрытие пола. В качестве финишного покрытия рекомендуется использовать половую доску, паркет, паркетную доску, ламинат, линолеум. Плинтус по периметру помещения прикрепляют к стене (рис. 5).

Пенополиэтиленовые рулоны заводят на стену (рис. 6) и надежно фиксируют саморезами с шайбами к основанию. Этим полностью обеспечивается основная задача плавающего пола – создание изоляционной оболочки с минимальным количеством стыков и теплопроводящих элементов при отделении конструкции покрытия пола от его несущих элементов.

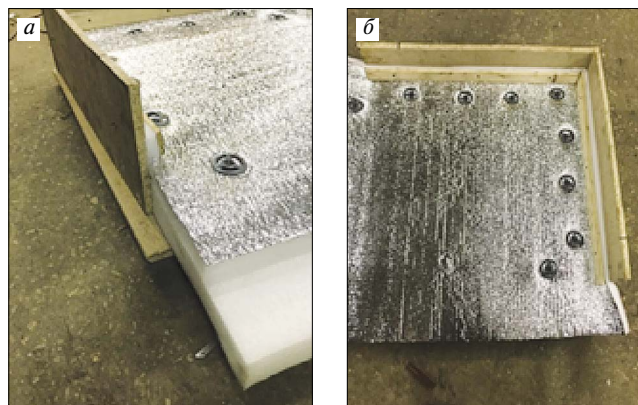


Рис. 6. Пример выполнения узла примыкания «плавающего пола» к стене (а) и фиксации теплоизоляционного рулона к основанию (б)

Оценка деформативных свойств пенополиэтилена, а также возможности его применения в системах «плавающего пола» была проведена в рамках реализации договоров между ООО «ТЕПОФОЛ» и НИУ МГСУ «Разработка расчетной схемы конструкции для применения несшитого вспененного полиэтилена «Тепофол®», а звукоизоляция проверялась в соответствии с договором НИИСФ РААСН (лаборатория «Стройфизика-ТЕСТ»): «Определение эксплуатационных характеристик теплоизоляционного материала из вспененного полиэтилена марки Тепофол®». Исследования касались типовых проектных решений, определения эксплуатационных характеристик материала, а также проведения натурного обследования жилого частного дома, утепленного вспененным полиэтиленом.

Список литературы

1. Орлович Р.Б., Гиль З., Дмитриев П.А. Тенденции в развитии соединений деревянных конструкций в строительстве за рубежом // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2004. № 11 (551). С. 4–9.
2. Крышов С.И. Проблемы звукоизоляции строящихся зданий // *Жилищное строительство*. 2017. № 6. С. 8–10.
3. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // *Экология и промышленность России*. 2018. № 4. С. 52–57.
4. Ярцев В.П., Бучнева Е.М., Долженкова М.В., Блюм А.В. Влияние пропитки на эксплуатационные характеристики деревянных изделий и конструкций // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. 2016. Т. 22. № 1. С. 150–157.
5. Семенов В.С., Розовская Т.А., Губский А.Ю. Перспективы применения вторичных полиэфирных волокон для производства тепло- и звукоизоляционных материалов // *Строительные материалы*. 2016. № 6. С. 21–24.
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. No. 41 (4), pp. 357–364.
7. Анджелов В.Л., Анджелов Л.В. Звукоизоляция междуэтажных перекрытий современных крупнопанельных зданий. *Материалы международной научно-практической конференции «Энергосбережение и экология в строительстве и ЖКХ, транспортная и промышленная экология»*. Москва–Будва. 2010. С. 195–197.
8. Герасимов А.И., Никонова Е.В. Звукоизоляция акустически однородным перекрытием с покрытием из рулонных материалов. *Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы экологической безопасности и энергосбережения в строительстве и ЖКХ»*. Москва–Кавала. 2014. С. 173–177.
9. Патент РФ № 2645190. *Замковая технология теплоизоляционного материала для бесшовной сварки соединительных замков* / Тер-Закарян К.А. Заявл. 26.09.2016. Опубл. 16.02.2018. Бюл. № 5.
10. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Тучаев Д.У., Петровский Е.С. Энергоэффективное утепление продовольственных складов и овощехранилищ // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 1. С. 65–67.
11. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Заяфаров А.В., Петровский Е.С., Тучаев Д.У. Системы изоляции скатных крыш // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2017. № 6. С. 27–29.
12. Семенов В.С., Тер-Закарян К.А., Жуков А.Д., Сазонова Ю.В. Особенности реализации изоляционных систем в условиях Крайнего Севера // *Строительные материалы*. 2018. № 4. С. 65–69.

References

1. Orlovich R.B., Gil Z., Dmitriev P.A. Trends in the development of joints of wooden structures in construction abroad. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Stroitel'stvo*. 2004. No. 11 (551), pp. 4–9. (In Russian).
2. Kryshov S.I. Problems of soundproofing of buildings under construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction]. 2017. No. 6, pp. 8–10. (In Russian).
3. Zhuk P.M., Zhukov A.D. Normative legal base of environmental assessment of building materials: prospects for improvement. *Ecology and industry of Russia*. 2018. No. 4, pp. 52–57. (In Russian).
4. Yartsev V.P., Buchneva E.M., Dolzhenkova M.V., Blum A.V. Influence of Impregnation on the Performance Characteristics of Wooden Products and Structures. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2016. Vol. 22. No. 1, pp. 150–157. (In Russian).
5. Semenov V.S., Rozovskaya T.A., Gubsky A.Yu. Prospects of Using Recycled Polyester Fibers for Manufacturing Heat- and Sound Insulation Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 6, pp. 21–24. (In Russian).
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. No. 41 (4), pp. 357–364.
7. Andzhelov V.L., Andzhelov L.V. Sound insulation between the floors of modern large-panel buildings. *Materials of the international scientific and practical conference «Energy saving and ecology in construction and housing and communal services, transport and industrial ecology»*. Moscow-Budva. 2010, pp. 195–197.
8. Gerasimov A.I., Nikonova E.V. Sound insulation with acoustically homogeneous overlapping with a coating of rolled materials. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Problems of Ecological Safety and Energy Saving in Construction and Housing and Communal Services»*. Moscow-Kavala. 2014, pp. 173–177.
9. Patent RF 2645190. *Zamkovaya tekhnologiya teploizolyatsionnogo materiala dlya besshovnoi svarki soedinitel'nykh zamkov* [Lock technology of heat-insulating material for seamless welding of connecting locks]. Ter-Zakaryan K.A. Declared 26.09.2016. Published 16.02.2018. Bulletin No. 5. (In Russian).
10. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Tuchaev D.U., Petrovsky E.S. Energy-efficient warming of food stores and vegetable stores. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2018. No. 1, pp. 65–67. (In Russian).
11. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Zayafarov A.V., Petrovsky E.S., Tuchaev D.U. Rattan roof insulation systems. *Krovel'nye i izolyatsionnye materialy*. 2017. No. 6, pp. 27–29. (In Russian).
12. Semenov V.S., Ter-Zakaryan K.A., Zhukov A.D., Sazonova Yu.V. Features of realization of insulation systems under conditions of the Far North. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 4, pp. 65–69. (In Russian).