

Около 40 докладчиков и 150 слушателей собрала 5-я Международная конференция «Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий, Passive House», которая состоялась в Москве 6–7 апреля 2011 г. в рамках крупнейшей строительной и интерьерной выставки «Mosbuild-2011».



Индивидуальный энергоэффективный дом, максимально приближенный по энергопотреблению к пассивному дому (построен летом 2011 г. в р-не Бутово г. Москвы по проекту ЗАО «Мосстрой-31») (фото: ООО «ИПД»)

## Полимерные материалы и энергоэффективное строительство

В конференции, организованной ООО «Институт пассивного дома» (ИПД) совместно с ООО «АйТиИ», приняли участие ведущие зарубежные и российские производители строительных материалов, изделий и конструкций, инженерного оборудования, представители проектных фирм, архитектурных бюро, строительномонтажных организаций, научно-исследовательских организаций (фото 1). Основными темами для обсуждения на конференции были:

- особенности развития и внедрения энергоэффективных технологий и инновационных решений в строительстве пилотных объектов на территории РФ на основе опыта стран Западной Европы;



Фото 1. Участники конференции (фото: ООО «ИПД»)

- применение в пассивных домах (ПД) современных теплоизоляционных материалов, включая специальные терморазъемы для балконов и консолей;

- энергосберегающие окна и конструирование узлов примыкания оконных конструкций;

- снижение негативного влияния тепловых мостов и важность воздухопроницаемой оболочки здания;

- вентиляционные системы с рекуперацией тепла и возвратом влаги;

- использование возобновляемых источников энергии и применение инновационного оборудования для систем жизнеобеспечения и контроля зданий.

Были также затронуты вопросы планирования и реализации пилотных проектов нового строительства жилых и общественных зданий, капитального ремонта старых строений, концепций энергоэффективных районов и поселков, путей снижения потребления энергетических ресурсов и улучшения экологической ситуации в стране.

### Справка № 1

Понятия «активный» и «пассивный» по отношению к дому отражают два разных подхода в энергосберегающем строительстве. «Пассивный» дом затрачивает минимум энергии на отопление зимой или охлаждение летом, что достигается за счет хорошей теплоизоляции. «Активный» же дом может расходовать значительно больше тепла и электричества, но при этом здание само вырабатывает энергию. Идеалом активного дома считается «нулевой» дом, под которым понимают здание, которое производит энергии столько же или даже больше, чем потребляет само. «Энергоэффективный» дом – понятие более широкое, подразумевающее здание с пониженным потреблением энергии. Таким зданием в принципе может быть и пассивный, и активный дом.

Редакция журнала

Конференция проходила по четырем секциям в течение двух дней. В ЦВК «Экспоцентр» 6 апреля работали секции № 1 («Теплоизоляционная оболочка пассивных домов и зданий с низким энергопотреблением, снижение влияния тепловых мостов. Саниация старых зданий») и № 2 («Мультикомфортный дом. Изовер») (см. фото 1), в МВЦ «Крокус Экспо» (7 апреля) – секции № 3 («Оконные и дверные конструкции для пассивных домов, монтаж и примыкание. Герметичная

оболочка») и № 4 («Инженерное оборудование, вентиляция. Примеры построенных объектов в Западной Европе, России и СНГ»).

Строительство является одной из основных сфер применения полимерных материалов (ПМ), и объемы их использования здесь продолжают только возрастать, что объясняется в первую очередь их высокой теплоизолирующей способностью. Поступательная в целом (несмотря на кризисы и дефолты) динамика развития возведения

### Справка № 2

В самом простом виде теплоизолирующую способность строительного элемента (стенки) и вклад в нее его конструкции и вида материала можно оценить с помощью коэффициента теплопередачи  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), через стенку, равного

$$k = \lambda / h,$$

или обратной ему величины – полного термического сопротивления стенки  $R$  (м<sup>2</sup>·К/Вт), равного

$$R = 1 / k = h / \lambda,$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·К);  $h$  – толщина стенки, м.

Поэтому уменьшение значения  $\lambda$ , например, при использовании пенополиуретана или пенополистирола взамен альтернативных строительных материалов, при постоянном перепаде температур  $\Delta T$  (К) по толщине стенки приводит к прямо пропорциональному уменьшению удельного теплового потока  $q$  (Вт/м<sup>2</sup>) изнутри помещения наружу зимой или в обратном

направлении жарким летом. Этот очевидный вывод вытекает из известного закона Фурье для стационарного процесса теплопередачи, который справедлив для условий эксплуатации зданий:

$$q = \Delta T (\lambda / h).$$

Кроме того, сочетание очень небольшого коэффициента теплопроводности (до 0,03 Вт/(м·К) и менее) и чрезвычайно низкой плотности полимерных пеноматериалов (до 35 кг/м<sup>3</sup> и менее) дает возможность добиваться одновременного улучшения теплоизолирующих свойств строительных элементов и уменьшения их толщины и соответственно массы, что в свою очередь позволяет экономить строительные материалы и увеличивать полезный объем помещений. Но это в тех редких случаях, когда теплоизолирующая стенка обладает еще и несущей способностью. Но чаще она используется в сочетании

со стенкой (или стенками, как, например, в сэндвич-панелях) конструкционного назначения, и тогда общее термическое сопротивление  $R_{\Sigma}$  многослойного строительного элемента равно сумме термических сопротивлений  $R_i$  отдельных его слоев:

$$R_{\Sigma} = \Sigma R_i,$$

Все эти рассуждения в целом справедливы и для так называемых тепловых мостов (иначе – мостиков тепла или мостиков холода), через которые наблюдается повышенная теплопередача из-за ненадлежащей или нарушенной теплоизоляции или наличия теплопроводных включений. Их теплопроводность характеризуют линейным коэффициентом теплопередачи  $\Psi$ , Вт/(м·К), представляющем собой количество теплоты, проходящее в единицу времени через тепловой мост длиной 1 м при перепаде температур по его сечению, равном 1 К.

Редакция журнала

новых и ремонта старых зданий в стране объективно сопряжена с увеличенными объемами потребления и традиционных, и новых строительных ПМ с улучшенными свойствами, в том числе для целей энергосбережения при строительстве пассивных и активных домов (см. также справки № 1 и 2. – *Прим. ред.*), что не могло не найти отражения в ряде докладов. С учетом тематики журнала «Полимерные материалы» именно этим докладам и было уделено наибольшее внимание в данном обзоре.

Работу конференции предварили вступительные обращения президента Союза проектных организаций строительного комплекса России, генерального директора ООО «ПИ-2» В. А. Новоселова, который охарактеризовал роль и задачи проектных организаций в реализации Государственной программы РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», и первого вице-президента Национального агентства малоэтажного и коттеджного строительства, заместителя координатора проекта Государственной Думы по реализации программы «Свой дом», академика МАИ Н. В. С. Казейкина, рассказавшего о практических аспектах реализации энергоэффективных технологий в национальной программе малоэтажного строительства «Свой дом».

Открывая работу конференции, установочный доклад на тему «Развитие энергоэффективного строительства в РФ и СНГ с использованием концепции пассивного дома. Деятельность ИПД в РФ» сделал директор ООО «Институт пассивного дома» А. Е. Елохов, который рассказал собравшимся о задачах и планах работы ИПД, о результатах сотрудничества с известным немецким Институтом пассивного дома РНИ (Passivhaus Institut) – основателем и «локомотивом» этого направления в строительстве, о новых требованиях, предъявляемых к пассивным домам (ПД), и привел примеры ПД из практики зарубежного и отече-

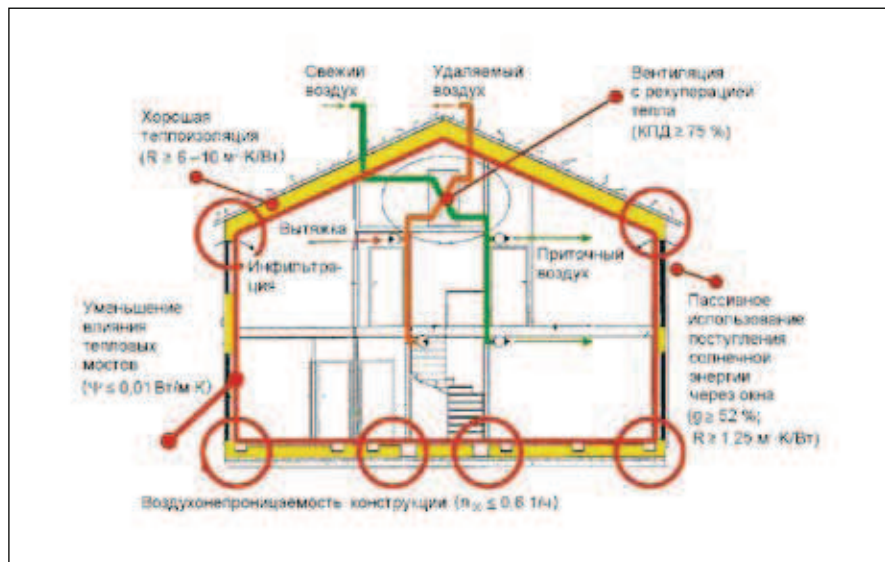


Рис. 1. Схема пассивного дома с указанием некоторых требований к его строительным элементам (источник: доклад А. Е. Елохова):  $R$  – полное термическое сопротивление;  $n_{50}$  – кратность воздухообмена при перепаде давления 50 Па;  $g$  – коэффициент общего пропускания солнечной энергии;  $\Psi$  – линейный коэффициент теплопередачи через тепловой мост

ственного строительства. Так, среди основных задач ИПД в России были выделены следующие:

- развитие и продвижение стандарта ПД в России и странах СНГ;
- проектирование ПД и оказание консультаций при проектировании, строительстве и мониторинге;
- распространение технической литературы и расчетных программ по проектированию пассивных домов и зданий с низким энергопотреблением;
- проведение обучающих семинаров, конференций и выставок по теме ПД.

Пассивный дом – это здание со столь низкой потребностью в тепловой энергии, что отдельная система отопления или не нужна, или используется, но очень компактная и маломощная, а необходимое тепло можно подвести благодаря имеющейся приточно-вытяжной системе вентиляции (рис. 1). Институтом РНИ разработана последняя версия расчетной программы с руководством «Пакет проектирования пассивного дома» (РНРР 2007), где сформулированы требования к стандарту ПД, в соответствии с которыми в России будут сертифицироваться многие пилотные проекты. Основными требованиями являются следующие:

1) удельный расход тепловой энергии на отопление пассивного дома не должен превышать 15 кВт·ч/(м²·год);

2) общее потребление первичной энергии для всех бытовых нужд (отопление, горячая вода и электрическая энергия) не должно превышать 120 кВт·ч/(м²·год).

Чтобы соответствовать столь жестким нормативам, ПД должен удовлетворять ряду частных, но обязательных требований:

- минимальные значения термического сопротивления должны составлять (м²·К/Вт): у наружных стен, кровли и полов первого этажа – 6,75 (для России более 8–10), у остекления – 1,4, у оконного профиля – 1,25, у окна (с учетом монтажа в стену) – 1,2;
- КПД рекуператора должен быть более 75 %, чтобы обеспечился эффективный возврат тепла;
- необходимо обеспечить герметичность наружной оболочки здания (кратность воздухообмена  $n_{50}$  при разности давлений 50 Па не должна превышать 0,6 1/ч);
- максимально возможное снижение негативного эффекта от тепловых мостов: их влияние можно не учитывать, если их линейный коэффициент теплопередачи  $\Psi$  не превышает 0,01 Вт/(м·К).

Для климатических условий России и стран СНГ необходим пересмотр и корректировка некоторых критериев проектирования





Фото 2. Примеры российских строительных проектов с использованием компонентов ПД (источник: доклад А. Е. Елохова):  
 а – экспериментальные энергоэкономичные жилые дома в Куркине, г. Москва (потребление тепловой энергии на отопление снижено в 4–5 раз от нормативного); б – офисное здание для Всемирного фонда дикой природы в Москве (по стандарту ПД); в – проект офисного здания в г. Белгороде с ультранизким энергопотреблением

ПД. В настоящее время в городах целесообразно строительство зданий с низким энергопотреблением с использованием сертифицированных компонентов для ПД. ПД или приближенные к ним здания с ультранизким энергопотреблением эффективнее всего строить при отсутствии центральных тепловых сетей. Данная тема наверняка будет востребована в малоэтажном строительстве, которое в последнее время начало

набирать обороты. На данном этапе начато проектирование пилотных зданий, на которых необходимо отработать различные конструктивные решения, оценить их стоимость и окупаемость.

В заключение А. Е. Елохов привел примеры российских строительных проектов, в которых в той или иной степени задействованы компоненты ПД, в том числе с использованием ПМ (фото 2 и у заголовка статьи).

Президент Некоммерческой организации «Ассоциация производителей и поставщиков пенополистирола», генеральный директор ЗАО «Мосстрой-31» Ш. Г. Хабелашвили, сделавший доклад на тему «Дом с малым энергопотреблением. Перспективы развития строительства энергоэффективных домов в России», рассказал о направлениях деятельности ассоциации (создана в 2006 г.), среди которых:

## ПОДПИШИСЬ и узнай больше о мире полимерных материалов

Подписка в редакции:  
 8-800-200-11-12  
[podpiska@vedomost.ru](mailto:podpiska@vedomost.ru)  
[www.polymerbranch.com](http://www.polymerbranch.com)



Подписка по каталогам:  
 «Пресса России» – 40871  
 «Роспечать» – 80885

- обеспечение потребителей достоверной и компетентной информацией о пенополистироле (ППС), популяризация ППС;
- разработка стандартов качества ППС и сырья для его производства, гармонизированных с международными стандартами;
- создание каталога технических решений в области продукции из ППС;
- утверждение правил применения ППС в различных конструкциях;
- консультирование и содействие процессу формирования нормотворческой базы для индустрии ППС, экспертиза соответствующих регулирующих российских регламентов и стандартов России.

Одним из основных направлений деятельности ЗАО «Мосстрой-31» является продвижение энергосберегающих строительных технологий на основе европейского опыта строительства энергоэффективных домов, и в частности домов с малым энергопотреблением по стандартам института РНИ (см. фото у заголовка статьи).

Руководитель программы «Эко Коммерческое строительство» по России и СНГ компании Bayer MaterialScience AG М. А. Гришин в докладе «Программа Эко Коммерческое строительство компании Bayer MaterialScience: энергоэффективность на основе планирования и инновационных решений» рассказал собравшимся о направлениях работы компании, включая как одно из основных разработку и реализацию концепции строительства энергосберегающих зданий, предла-

гаемой в качестве комплексного решения нескольких актуальных проблем. Далее он более подробно остановился на программе Bayer MaterialScience (BMS) «Эко Коммерческое строительство» (EcoCommercial Building), которая позволяет решить, как минимум, три важнейшие задачи: внести вклад в борьбу с глобальными изменениями климата (прежде всего с эмиссией парниковых газов, 20 % которой приходится на энергопотребление при эксплуа-

тации зданий), продемонстрировать приверженность принципам социальной ответственности и значительно повысить рентабельность бизнеса.

В качестве примеров он привел два инновационных здания, построенные в разных климатических зонах, которые отличаются специфическими местными условиями. Для их эксплуатации используется полученная из возобновляемых источников энергия – геотермальная, солнечная



Фото 3. Энергоэффективное здание в г. Грейтер-Нойда (Индия), построенное с широким использованием строительных ПМ (источник: доклад М. А. Гришина)

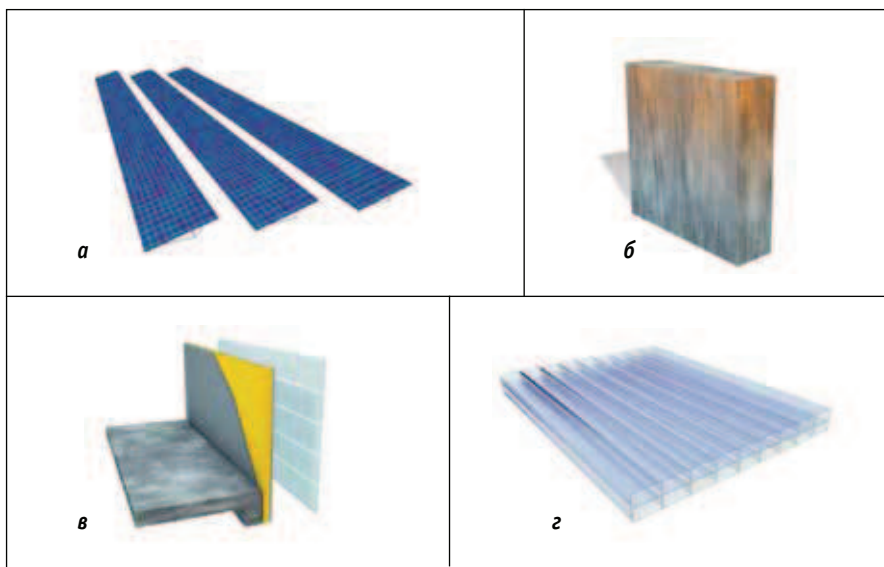


Рис. 2. Примеры энергосберегающих материалов и конструкций из них: а – элементы солнечных батарей, которые закреплены на несущей основе из термопластичного полиуретана; б – опоры здания, плиты полов и перекрытий, которые в течение дня поглощают тепло из окружающего пространства и тем самым охлаждают его, а ночью возвращают накопленное тепло; в – теплоизоляционные панели из пенополиуретана; г – сотовые панели в конструкции крыши, изготовленные из поликарбоната марки Makrolon (источник: доклад М. А. Гришина)

Дополнительная информация по энергоэффективному строительству с применением полимерных материалов приведена в статьях, опубликованных в журнале «Полимерные материалы» № 12, 2009 (с. 26–29); № 10, 2010 (с. 25–30); № 4, 2011 (с. 28–33) и № 10, 2011 (приложение «Kunststoffe Пластмассы», с. 2–8). – *Прим. ред.*



**Справка № 3**

Утеплитель ПЕНОПЛАКС® представляет собой плиты из экструдированного вспененного полистирола общего назначения с закрытыми ячейками размером 0,1–0,2 мм. В качестве вспенивающего агента используется смесь легких нетоксичных фреонов с добавлением диоксида углерода. Материал отличается низкими показателями теплопроводности, водопоглощения, паропроницаемости, высокой (для пеноматериала) прочностью на сжатие и др. (см. таблицу).

Водопоглощение, являющееся одной из важнейших харак-

теристик теплоизоляционного материала, у утеплителей серии ПЕНОПЛАКС происходит в течение первых 10 сут, затем прекращается и за 30 сут составляет не более 0,5 % для типов 31, 31С и 35, 45С и не более 0,4 % для типов 45 и 75. Это говорит о том, что сначала протекает достаточно медленное заполнение разрушенных при изготовлении образцов ячеек, находящихся на поверхности, а после их заполнения вода внутрь материала не проникает.

[www.penoplex.ru](http://www.penoplex.ru)

**Показатели свойств некоторых типов утеплителей серии ПЕНОПЛАКС**

Показатель	Тип утеплителя	
	31С	45
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	28,0–30,5	38,1–45,0
Коэффициент теплопроводности при (25±5) °С, Вт/(м·К)	0,03	0,03
Прочность на сжатие при 10%-й деформации, МПа, не менее	0,20	0,50
Водопоглощение за 24 ч (за 30 сут), % об., не более	0,4 (0,5)	0,2 (0,4)
Группа горючести	Г4	Г4

световая (фотоэлектрическая) и тепловая.

Самый крупный проект в рамках программы EcoCommercial Building был осуществлен в Индии (г. Грейтер-Нойда) (фото 3). Работа над ним велась в тесном сотрудничестве с известной архитектурной мастерской Banz + Riecks и компанией Solares bauen GmbH – признанным авторитетом в области альтернативных источников энергии. Перед партнерами стояла задача адаптировать предварительный технический проект инновационного центра BMS к местным климатическим условиям, и в первую очередь защитить от высокой температуры, которая в данном районе достигает летом в тени 40 °С и выше. В рамках этого проекта были реализованы все возможные пассивные и активные решения по энергосбережению и энергообеспечению, и здание центра, торжественно введенное в строй 21 января 2011 г., обладает минимальной потребностью в энергии – 45 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год), которая полностью обеспечивается электроэнергией от солнечных батарей. Добиться этого эффекта помогли в том числе и ПМ собственного производства компании (рис. 2).

Ранее – с использованием тех же принципов энергоэффективного строительства – было введено в строй здание ведомственного детского сада в г. Монхайме, за которое компания BMS получила

приз от федерального министерства экономики и технологий Германии, став лауреатом конкурса «Энергоэффективные строения-2009» в номинации «Здание с оптимальным потреблением энергии» (см. также журнал «Полимерные материалы» № 4, 2011, с. 25–26. – *Прим. ред.*).

Ведущий технический специалист ООО «ПЕНОПЛАКС СПб» К. С. Горлачев проинформировал слушателей о значении изоляционных плит ПЕНОПЛАКС® для энергоэффективности зданий и преимуществах их применения (см. также справку № 3. – *Прим. ред.*), среди которых выделил следующие:

- сокращение затрат топлива и средств на отопление зданий и, как следствие, снижение вредных выбросов котельных и электростанций;

- повышение прочности, надежности и долговечности строительных конструкций;

- повышение уровня комфорта проживания за счет улучшения микроклимата жилых помещений и др.

В докладе «Повышение энергоэффективности зданий с помощью технологии напыления полиуретана» технический специалист по жестким пенополиуретановым системам ООО «Эластокам» (г. Нижнекамск, Республика Татарстан) А. Г. Шиян рассказал собравшимся о компании и ее участии в решении задач энер-

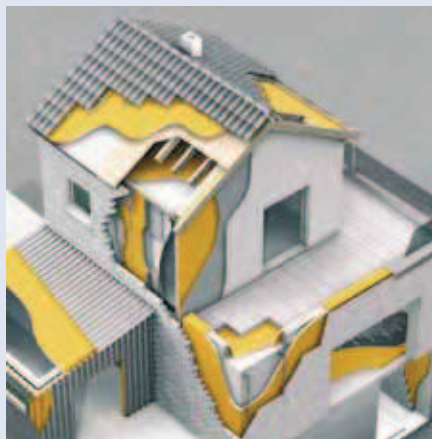
госберегающего строительства. ООО «Эластокам» – совместное предприятие, созданное в 2000 г. в равных долях ОАО «Нижнекамскнефтехим» и фирмой BASF Polyurethanes GmbH, дочерним предприятием концерна BASF SE. Предприятие специализируется на производстве пенополиуретановых (ППУ) систем, а основным направлением его деятельности является производство полиольных компонентов (компонент А) по технологии BASF Polyurethanes и их комплектация изоцианатами (компонент Б) производства той же фирмы. Портфель предложений компании включает ППУ, предназначенные в первую очередь для строительства (напыляемая изоляция, сэндвич-панели и др.), а также для автомобилестроения, мебельной и обувной отраслей промышленности, для изоляции холодильников, трубопроводов и др.

Далее докладчик охарактеризовал один из основных видов продукции, производимых компанией, – ППУ торговой марки Elastospay® (ранее назывался Elastopor), наносимый методом напыления и предназначенный для эффективной тепло- и гидроизоляции зданий, привел данные о его свойствах (см. также справку № 4. – *Прим. ред.*) и более подробно остановился на тех задачах, которые можно решать в строительном секторе России, в том числе с помощью этого

**Справка № 4**

Производство полиуретанов для строительной отрасли – одно из важных направлений деятельности BASF SE, за которое отвечает «дочка» концерна – фирма BASF Polyurethanes GmbH. Эффективный теплоизолирующий пеноматериал Elastospray® H – одна из ее разработок. Elastospray представляет собой жесткий ППУ с закрытыми ячейками, образующийся в результате экзотермической реакции между полиольным компонентом и изоцианатом, взятыми в массовом соотношении 1:1. На конечном этапе реакции пена начинает схватываться и затвердевать.

Очень широк спектр применения материала – от тепло- и гидроизоляции наклонных и плоских кровель в новых зданиях до ремонта крыш, от внутренней теплоизоляции стен, полов и потолков до заполнения межстеновых и других полостей (см. рисунок). В общем случае двухкомпонентная система Elastospray H наносится методом напыления (Elastospray H 16...) или методом заливки (Elastospray H 17...) в зависимости от вида изолируемого объекта. Напыляемая специ-



**Примеры применения ППУ Elastospray (выделен бежевым цветом) для тепло- и гидроизоляции зданий (источник: BASF SE)**

альным пистолетом в несколько слоев композиция является оптимальным решением для самых разнообразных форм поверхностей, потому что материал адаптируется к любой геометрии поверхности без образования зазоров и швов, что исключает также появление мостиков холода.

По сравнению с альтернативными решениями Elastospray более эффективен и экономичен, так как имеет очень низкую плотность (33– 60 кг/м³) и минимальный коэффициент теплопроводности – 0,028 Вт/(м·К), благодаря чему теплоизоляционный

**Коэффициент теплопередачи  $k$  кровли\* с теплоизоляцией из ППУ Elastospray H различной толщины  $h$  и без теплоизоляции**

$h$ , мм	$k$ , Вт/(м²·К)
0 (без изоляции)	4,49
40	0,61
60	0,42
80	0,33
100	0,26
120	0,22
160	0,17
200	0,14

\* Монолитное железобетонное перекрытие (толщина – 160 мм, коэффициент теплопроводности – 2,10 Вт/м·К).

слой может быть очень тонким (см. таблицу).

К другим достоинствам ППУ Elastospray относятся:

- высокая производительность и простота нанесения;
- возможность нанесения в труднодоступных местах;
- высокая адгезия к различным субстратам – древесине, стеклу, металлу, бетону, кирпичу;
- водонепроницаемость и умеренная паропроницаемость;
- широкий диапазон температур эксплуатации – от –50 до 100 °С.

[www.basf.ru](http://www.basf.ru)

ППУ. Речь идет об амбициозном проекте, в котором принимает участие ООО «Эластокам», – «Екатеринбург – энергоэффективный город», направленном на исследование и внедрение решений, способных существенно повысить эффективное использование энергии в пределах отдельно взятого города. Это первая из задач для российско-германского энергетического агентства RUDEA, созданного в 2009 г. российским министерством энергетики и германским агентством по энергетике Dena. Более 30 компаний, включая BASF SE, Siemens и др., участвуют в ее решении. На начальном этапе проект предусматривает реконструкцию старого жилого здания и изоляцию с помощью ППУ участка действующей городской теплосети длиной 2 км. Результа-

том реконструкции здания должно стать сокращение потребления энергии на 73 %. Таким образом, энергопотребление в типичном пятиэтажном строении может быть снижено с 1,9 до 0,5 млн кВт·ч/год, а в 3000 подобных домов, как предусмотрено по проекту, – с 5,7 до 1,5 млрд кВт·ч/год. Данная модель, опробованная в Екатеринбурге, может быть распространена в дальнейшем и на другие регионы России.

В ряде других докладов – в большем или меньшем объеме – также отмечалась роль ПМ в энергоэффективном строительстве. По итогам проведенного мероприятия его организаторами был выпущен Сборник материалов конференции, который содержит доклады спикеров в подробном изложении, их контактную и другую информацию.

Следующая конференция будет проведена в апреле следующего года в рамках рабочей программы выставки «Mosbuild-2012». Дополнительные сведения – на сайте [www.passiv-rus.ru](http://www.passiv-rus.ru).

*Подготовил  
к. т. н. В. Н. Мыртин  
с использованием материалов,  
любезно предоставленных  
ООО «ИПД»*

**Polymer materials and energy-efficient building**

*About 40 speakers and 150 listeners-experts have taken part in 5th international conference «Technologies of designing and construction of energy-efficient buildings, Passive House» which has taken place in Moscow on April, 6-7th, 2011 during carrying out of the largest building exhibition Mosbuild 2011. The review of reports in which in this or that aspect the role of Polymer materials in power effective building was marked is resulted. ■*