

Бурсов Г.В., инженер-строитель,
эксперт бюллетеня «Строительный рынок»

Утеплители. Чему отдать предпочтение?

Пенополистирол сегодня лидер среди материалов, применяющихся при утеплении домов. Сведения о нем очень разноречивые, поэтому возникает вопрос: почему во внутрибелорусском конкурентном соревновании утеплителей, таких как пенополистирол и минеральная вата, верх берет пенополистирол?

Когда решался вопрос о необходимости приобретения государственным предприятием «Гомельстройматериалы» импортной линии по производству современной минеральной ваты, предполагалось, что этот материал будет преимущественно применяться при утеплении фасадов жилых домов, в частности крупнопанельных зданий ранних лет постройки.

Тема свойств теплоизоляционных, в частности полимерных материалов дискутируется давно.

Борис Баталин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы и специальные технологии» Пермского государственного технического университета пишет: «...В действительности эксплуатационные свойства полимерных теплоизоляционных материалов, в том числе и теплозащитные качества, постепенно ухудшаются с течением времени. При этом теоретические соображения вынуждают предположить, что деструкция таких материалов, в частности, полимерных утеплителей, должна приводить к выделению токсичных веществ, представляющих иногда смертельную опасность для человека. Это хлороформ, изопропилбензол, этилбензол, бензол, ксилолы, триметилбензол, нафталин и многие другие соединения. Кроме того, исходные мономеры, не полностью перешедшие в полимерное состояние, часто крайне токсичные, могут длительное время – несколько лет – выделяться в окружающую среду. Это стирол, фенолы, формальдегид и другие».

Как показали замеры, проведенные экспертами Научного центра экологической токсикологии в Москве, содержание перечисленных и других токсичных веществ в панелях жилых домов, включающих пенополистирол в качестве утеплителя, превышают ПДК в десятки и сотни раз. При этом именно те же самые токсичные вещества, превышающие ПДК в несколько раз, присутствовали и в воздухе жилых помещений. Заметьте, это важно. Утеплитель снаружи, а выделяемые им вещества – внутри! Однако такие исследования единичны, а в республике, по-моему, и не проводятся.

Не существует и данных о поведении полимеров в условиях производства и эксплуатации строительных ограждающих конструкций с их применением. Эта область оказалось «белым пятном» и для строителей, и для химиков, и для медиков. Из нескольких тысяч токсичных веществ, перечисленных в СанПиНах,

санитарные службы контролируют не более нескольких десятков, причем не самых вредных для здоровья людей.

Совершенно не изучено взаимодействие утеплителя с вмещающим его материалом. В то же время из теоретических основ химии, физической химии, строительного материаловедения следует, что такое взаимодействие должно иметь место и оказывать существенное влияние как на долговечность утеплителя, так и на количество, степень токсичности и, следовательно, экологическую опасность строительной конструкции, содержащей полимерный или полимеросодержащий утеплитель.

Есть еще один важный аспект этой проблемы. Дело в том, что в конструкциях домов, строящихся во многих городах, предусмотрено устройство теплоизоляционного слоя внутри стены. Такое решение, вполне рациональное на первый взгляд, в действительности существенно изменяет свойства стены как ограждающей конструкции. Стена становится физически (структурно) неоднородной, внутри нее появляется поверхность раздела сред с разной плотностью и проницаемостью. Это создает условия для накопления влаги на поверхности раздела. Влага неизбежно будет впитываться более плотным материалом – кирпичом, бетоном. Теплопроводность этого слоя стены за счет повышения его влажности резко возрастет. В результате весь эффект повышения сопротивления теплопередаче будет утерян. Стена через некоторое время начнет просто промерзать.

Запрет использования пенопластов в качестве утеплителей в сложившейся ситуации практически невозможен, так как это вызвало бы социальные и финансовые проблемы в строительстве. Кроме того, уже построены сотни или даже тысячи панельных и кирпичных домов с такими утеплителями. Нормативные сроки их эксплуатации далеко еще не исчерпаны и составляют 50-80 лет. Их жильцы невольно подвергаются воздействию названных выше токсичных веществ. Необходимо выработать меры по защите населения от этой опасности. Среди таких мер не последнее место должны занять специальные покрытия стен уже построенных зданий или нечто подобное.

Профессор Б. Баталин отметил также необходимость пересмотреть решение об увеличении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Этот путь ведет, по его утверждениям, не к экономии тепла, а к еще большим его потерям. Обо всем этом надо говорить и нам. Ряд замечаний и предложений профессора Б. Баталина прямо относится к белорусским реалиям.

Интересен разброс мнений белорусских ученых и практиков.

Олег Юрков, профессор кафедры ТГСВ ФЭС БНТУ. «...Я помню, как горела Ташкентская ткацкая фабрика, и как горел КамАЗ. Все это было, и все это происходит моментально. И когда заводится разговор о 12 процентах экономии... лучше его не заводить. Существующие методики испытаний (тепловизор, климатическая камера) дают неверную качественную картину. С помощью климатической каме-

ры не даются ответы, что будет с объектом через год, два, три его эксплуатации? Или реальный коэффициент паропроницания после проверки опытным путем оказался в 7 раз меньше для смеси Полимикс, чем требуется по нормативу. Вот вам и путь для накопления из года в год влаги в любом утеплителе. Поскольку у минваты коэффициент паропроницания больше, влага будет скапливаться в зоне отрицательных температур, и вся работа по устройству утепления будет идти насмарку».

Семен Позин, заведующий отделением коммунальной гигиены Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья Минска говорит, что «...многолетние исследования пенополистирола, который поступает к нам на заключение, не показали его вредности. В то же время добавляет, «...если появятся новые данные или какие-то новые методики исследования таких материалов, то, может быть, что-то будет изменено». Понятно, обеспокоенность применением полимерных материалов есть и у санитарной службы.

Александр Кнырович, генеральный директор ООО «Сармат». «...Если будет принято решение, что этот материал должен быть запрещен, я как директор фирмы буду это решение исполнять. Что касается паропроницаемости, действительно пенополистирол в пять раз хуже по этому показателю, чем минвата. Однако все надо оценивать в комплексе, так как паропроницаемость пенополистирола и минеральной ваты не имеет практической важности в вопросе влажности жилых помещений. Что касается пожароопасности этого материала, то он опасен. Но опять-таки это вопрос не к нам, а к пожарным и МЧС, которые допустили этот материал к использованию. В соответствии с нашими расчетами, в системе утепления «Термошуба» применение пенополистирола позволяет существенно экономить деньги – порядка 12%».

Свое мнение высказал и **литовский профессор, доктор технических наук, заведующий лабораторией строительной физики Института строительства и архитектуры (Каунас) Витаутас Станкявичюс.** «В Литве в качестве теплоизоляционных материалов больше всего применяют каменную вату торговой марки Paroc. Применяется и обычный пенополистирол, экструзионный, очень дорогой. Но у этого материала есть крупные недостатки. Он обладает высокой деформативностью и пожароопасностью. Например, в 2002 г. в литовском городе Укмерге из-за пенополистирола сторел цех одного из промышленных предприятий. Безусловно, в высоких зданиях вентилируемые системы с облицовкой на отnose надо обязательно разделять по вертикали на отсеки, предусматривая между ними специальные перемычки. Если этого не делать, будет получаться интенсивная конвекция, а при пожаре – весьма опасная тяга».

Поскольку вопрос важный, мы расширили состав информации по этому вопросу. Приведем выводы других российских специалистов. **В.В. Мальцев** доктор химических наук, академик РАЕН.

Для справки. Доктор химических наук В.В. Мальцев создал вместе с коллективом сотрудников ОАО «Гипролеспроект» около 30 материалов и составов, препаратов, отработанных технологий пропитки несущих деревянных конструкций дома (каркасов, перекрытий, стропильных систем). Они обеспечивают выполнение требований по пожарной и биологической безопасности, а также по долговечности и эстетичности. Организовавший промышленное производство абсолютно безвредных, ничем не пахнущих химикатов для дома – для сохранения от огня, грибка, жучков и пр. Вся работа направлена на создание экологически безопасной «зеленой» химии.

Согласно информации В.В. Мальцева большинство утеплителей из вспененных пластмасс, как правило, имеют коэффициент теплопроводности 0,035–0,048 Вт/(м·°С) при температуре 25°С. Отдельные производители заявляют, что этот показатель достигает значений 0,020 Вт/(м·°С) и даже 0,018 Вт/(м·°С). Вспененным пластмассам присуще водопоглощение.

Так гранулированный пенополистирол, изготовленный беспрессовым методом, увеличивает свое водопоглощение до 350% по массе. Зафиксированы случаи, когда плиты беспрессового пенополистирола при эксплуатации покрытия с поврежденным гидроизоляционным ковром приобретают влажность до 900%. При таком количестве поглощенной воды, ни о каком нормативном значении коэффициента теплопроводности и речи быть не может.

Человек также выделяет влагу, в течение часа около 100 г. В жилом помещении к этому количеству необходимо добавить влагу, появляющуюся при приготовлении пищи, стирке и т.д., в результате чего влажность в помещении увеличивается многократно. Поэтому для создания комфортного и здорового микроклимата наружные стены должны «дышать», что означает – обладать хорошей паропроницаемостью.

Однако паропроницаемость абсолютно всех вспененных утеплительных материалов, применяемых в строительстве, на порядок меньше, чем минераловатных и стекловолоконных утеплителей. Например, коэффициент паропроницания пенополиуретана и пенополистирола равен приблизительно 0,05 мг/мчПа, в то время как у минераловатных изделий – 0,4–0,6 мг/мчПа. Поэтому, как показывают результаты исследований, проведенные Франкфуртским Институтом строительной физики и Ганноверским Институтом строительной техники, применение в качестве утеплителя пенополистирольных плит уменьшает диффузию водяного пара через наружные стены в среднем на 55–57%.

Технический университет в Хельсинки проводил мониторинг параметров микроклимата в Санкт-петербургских домах, утепленных пенополистиролом. В этих домах старые, традиционные окна советского изготовления были заменены новыми, современными со стеклопакетами и вентиляционными клапанами, была восстановлена вентиляция, установлена система управления температурой теплоно-

сителя. Однако в первую же зиму относительная влажность воздуха в квартирах достигла 80% при температуре воздуха 18°C. А такие условия являются весьма благоприятными для развития грибка.

Глубокие исследования по этой теме были проведены лабораторией профессора А.И. Ананьева в НИИ Строительной Физики (Москва). Поводом к проведению исследований стали результаты вскрытия покрытия подземного торгового комплекса на Манежной площади в Москве, построенного несколько лет назад, где обнаружено значительное разрушение пенополистирольных плит, на которых образовались раковины и трещины».

Широко применяется пенополистирол и в Украине. Какова оценка украинских специалистов, имеющих дело с пенополистиролом?

Нина Пятигорская, зав. лабораторией полимерных, теплоизоляционных и кровельных материалов НИИ строительных материалов и изделий, Киев. «Никакие добавки не делают пенополистирол негорючим! По пожарной классификации он относится к веществам средней воспламеняемости. В крайнем случае, он будет тлеть. Я видела пожар в Бухаре на заводе, когда «самозатухающий» материал горел весьма ярко и быстро. Пенопласт того качества, который представлен на нашем рынке, вряд ли прослужит больше 4 лет. Хотя точно сказать сложно. Методика расчета долговечности материала пока не утверждена».

Специалисты отмечают, что этот материал не паропроводящий. То есть стены, утепленные им, не дышат и могут запотевать. Особое внимание в таких зданиях должно уделяться системе вентиляции, поскольку во многих домах она символическая. Жители обязаны заботиться о ней сами – чаще проветривать комнаты. Строители вообще уверены, что главное – это система утепления, позволяющая материал поменять. То есть устаревшие плиты утеплителя можно снять и поставить новые. Технологически это якобы просто. Но кто это будет делать? Куда идти владельцу квартиры, если через 4 года после покупки в ней станет холодно? В нашей стране это вопрос риторический. Искать ответ на него заставит и пожар в квартире соседа – при повышенной температуре (помним про 80°C) утеплитель в стенах может расплавиться».

Александр Скрипка, начальник управления технической политики холдинга «Киевгорстрой». «Честно говоря, мы пока не знаем, насколько этот материал долговечен. Говорят, он быстро разрушается. Но подтвержденных данных ни у кого нет. Применяем его давно только в трехслойных бетонных панелях, а там проверить состояние материала невозможно. Даже если он превратится в труху, то и она неплохой утеплитель. Поэтому считаем, что пенополистирол может служить сто лет и больше».

Как говорится, комментарии здесь излишни!

Говоря о выгодах применения пенополистирола, его производители и строители нередко ссылаются на опыт зарубежья. **Сергей Несмашный, глава Ассоциации производителей пенополистирола Украины.** «По моим данным, в Европе количество

систем теплоизоляции на пенополистироле превышает 60%, а в Германии дома с ним стоят десятилетия». В мире более 87% систем теплоизоляции не используют пенополистирол! В странах Скандинавии его вообще не встретишь. И те, кто говорит о применении его в Европе, немного лукавят, ведь качество материала там совсем иное. Европейский пенопласт значительно прочнее и долговечнее. Если в Украине сегодня ввести европейские стандарты, украинский отечественный рынок просто рухнет. Почти никто не сможет удовлетворить эти требования».

Суть в том, что в странах Запада происходит постепенная замена обычного пенополистирола на экструдированный, что стало мировой тенденцией.

Примечание. Экструдированный пенополистирол и обычный пенопласт. Оба материала имеют родственный химический состав, так как оба «произшли» от полистирола. Однако эксплуатационные характеристики материалов при использовании их в качестве утеплителя несравнимы. Причина этого – принципиальные отличия в технологиях производства материалов.

Процесс производства **обычного пенополистирола (пенопласта)** – это несколько циклов «пропаривания» водяным паром сырья – полистирола. В период пропаривания происходит многократное увеличение исходных гранул в объеме, в результате чего они спекаются между собой. С течением времени и под воздействием окружающей среды связи ослабевают, и происходит их разрыв, то есть материал «рассыпается» на гранулы. Слабость физико-химического взаимодействия гранул между собой объясняется и низкая прочность (например, на изгиб) пенопласта в сравнении с экструдированным пенополистиролом.

При производстве **пенополистирола методом экструзии** полимер преобразовывается по другим механизмам, которые задают ему иные свойства и структуру. В частности, сначала происходит плавление гранул, и образуется однородная вязкая масса – сырье из твердого состояния переходит в вязко-текучее. Таким образом, дальнейшему преобразованию подвергаются уже не отдельные тела-гранулы, как при получении пенопласта, а единое жидкофазное вещество с неразрывными межмолекулярными связями. Это – единое химическое вещество, с межмолекулярными химическими связями, которые на порядок прочнее, чем в пенопласте. Ячейки непроницаемы, потому что, в отличие от пенопласта, не имеют микропор, следовательно, проникновение газа и воды из одной ячейки в другую невозможно. Стенки ячеек – это сплошная масса вещества, материал извне не поглощает влагу, пар, и т.п. Используется данный материал в основном в строительстве.

Постепенная замена обычного пенополистирола на экструдированный стала мировой тенденцией.

Для сравнения – в производстве экструдированного пенополистирола в качестве вспенивающего

агента используются экологически чистые хладагенты, что делает весь процесс производства безвредным для озонового слоя.

В США, в частности, применение пенопласта уже запрещено. В сопроводительной информации указаны несравнимые показатели срока службы экструдированного пенополистирола (TERPLEX) – не менее 50 лет и пенопласта – 5-7 лет.

Бросается в глаза то, что специалисты РБ, РФ, Украины высказывают немало принципиальных замечаний в адрес пенополистирола, а во многих западных информационных источниках по всем основным характеристикам этого материала оценка предельно сдержанна, без углубления в детали.

Российские специалисты, характеризуя пенополистирольную промышленность запада, отмечают (приведем дословно): «В погоне за прибылью западный производитель готов на все. Но в том обществе определенный баланс поддерживается тем, смогут ли независимые лаборатории поймать незадачливого производителя за руку или нет. Если нет – он будет производить и продавать любую «дрянь». Этот вывод базируется на открытой статистике роста числа аллергических заболеваний и онкологии у благополучного населения Западной Европы. Резкий рост этих заболеваний в последнее десятилетие говорит о том, что даже в том сытом и богатом мире далеко не все благополучно во взаимоотношениях человека с создаваемым им синтетическим миром.

А что касается присутствия западных фирм на нашем рынке... Не стройте иллюзий. Ведь завоевание, именно завоевание, а не временный приход на рынок готовится не один год. Сначала создается мода на тот или иной продукт. Потом этот продукт внедряется. Потом банкротится или покупается тот самый единственный химический завод, который делал полистирол для всего СНГ. А потом Вам говорят: «Покупайте этот материал у нас». И будете покупать. Причем тот, что вам предложат, а не тот, что вы хотите.

Именно таким образом была практически полностью уничтожена целая отрасль производства моющих средств в России. В 2001 г. в результате спада спроса на полистирол в США и Европе загрузка мощностей по его производству упала до 75%. В натурном выражении это соответствовало тому, что 900 тыс. тонн полистирола некуда стало девать. К 2005 г. произошел некоторый подъем спроса на полистирол (до 82% мощностей). В России по состоянию на начало века уровень загрузки мощностей по выпуску полистирольных пластиков составлял всего 45% с перспективой роста 2-3% в год. И даже эти жалкие остатки продолжают планомерно «душить» мировые гиганты BASF, Dow, Nova Chemicals, озабоченные поиском новых рынков сбыта для своей продукции, взамен теряемых рынков...».

Итоги

Подытожим высказывания и подчеркнем, на что особенно обратили внимание специалисты Беларуси, России, Украины, Литвы.

Эксплуатационные свойства полимерных теплоизоляционных материалов, в том числе и теплозащитные качества, с течением времени постепенно ухудшаются. При этом теоретические соображения вынуждают предположить, что деградация таких материалов, в частности полимерных утеплителей, должна приводить к выделению токсичных веществ, представляющих иногда смертельную опасность для человека. Специалисты Литвы считают, что в скором будущем выбор стройматериалов в значительной степени будет определяться требованиями **соблюдения экологического баланса** и вряд ли для утепления зданий можно будет широко использовать пенополистирол.

Особое внимание следует обратить на резко **противоречивые оценки о наличии и выделении вредных веществ в домах, где использовался пенополистирол**. В заключении Московского НИИ Гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, который в своем документе № 03/ПМ8, подтверждает, что «при исследовании рекомендованных для строительства конструкций с применением пенополистирола, в пробах воздуха стирола не обнаружено. Во всем мире разрешено его применять как при строительстве, так и в контейнерах для пищевых продуктов».

В тоже время научный центр экологической токсикологии в Москве утверждает, что исходные мономеры, не полностью перешедшие в полимерное состояние, могут годами выделяться в окружающую среду. Это стирол, диизоцианаты, фенолы, формальдегид и другие. Содержание перечисленных и других токсичных веществ в панелях жилых домов, включающих пенополистирол в качестве утеплителя, превышают ПДК в десятки и сотни раз, а в воздухе квартир – в несколько раз. Однако требования по составу и количеству выделений из полимерных и полимерсодержащих утеплителей в ГОСТах отсутствуют. Не предусматривают ограничений по большинству из перечисленных выше веществ и СанПиНы (санитарные правила и нормы).

Доктор химических наук профессор В.В. Мальцев считает, что «...**процесс полимеризации обратим**, поэтому полимеры постоянно разлагаются под влиянием света, кислорода, озона, воды, механических и ионизирующих воздействий, и особенно под влиянием тепла. Образовывающийся таким образом свободный стирол проникает в помещения и люди длительное время живут в обстановке, когда в жилой атмосфере есть стирол (пусть концентрации и ниже ПДК). От микродоз стирола страдает сердце, особые проблемы возникают у женщин. Стирол оказывает сильное воздействие на печень, вызывая среди прочего и токсический гепатит».

В.В. Мальцев утверждает, что «...**конструкции с применением пенополистирола являются настоящими «газовыми камерами» для людей и представляют исключительно высокую пожаро-**

опасность. В случае пожара, шансы на спасение людей – минимальны. Использование пенополистирола в любом виде при строительстве жилых домов должно рассматриваться как экологическое преступление против граждан РФ».

Для справки. В однозначной и категоричной форме трактуют эту проблему белорусские нормативы. В СТБ 1437-2004 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные», Технические условия, в п. 5.1 сказано: «Плиты в условиях эксплуатации не оказывают вредного воздействия на организм человека».

По мнению специалистов Украины, Беларуси, Литвы **ППС пожароопасен.** И это подтверждается примерами пожара на Ташкентской ткацкой фабрике, на КамАЗе, на заводе в Бухаре, когда «самозату-

хающий» материал горел «весьма ярко и быстро». Но этот вопрос, как было отмечено, не к производителям, а к МЧС, которое допускает этот материал к использованию.

Вопрос важный, мнения полярные. Не считаться с подобными высказываниями нельзя, жилье нынче люди покупают, а не получают. Они вправе реагировать на подобную информацию. По этим вопросам наука должна проводить исследования, информировать людей и вносить изменения в нормативную документацию.

От редакции. Мы приглашаем специалистов к обсуждению возможностей применения различных и, в частности, полимерных утеплителей в строительстве.

НОВОСТИ

На цементных заводах Беларуси будут построены энергоэффективные печи общей мощностью около 6 млн.т

Об этом сообщил журналистам первый заместитель министра архитектуры и строительства Беларуси Михаил Абрамчук.

На РУП «Белорусский цементный завод» и ОАО «Красносельскстройматериалы» планируется внедрить печи мощностью 1,8 млн.т каждая. В Кричеве на РУП «Кричевцементношифер» также намечено реализовать такой проект с выносом производства за город. Таким образом, к 2012 году планируется увеличить объем производства цемента почти на 6 млн.т в год.

В нынешнем году все три предприятия произведут 4,4 млн.т цемента. В 2011 году планируется увеличить этот показатель до 10 млн.т.

Михаил Абрамчук также сообщил, что в настоящее время на Белорусском цементном заводе в Костюковичах реализуется проект по увеличению производственных мощностей с участием китайских инвестиций. «Все договоры с инвестором заключены, – сказал он. – И реализация проекта продвигается».

Что касается возможного акционирования двух цементных заводов – в Костюковичах и Кричеве, то на ближайшее время таких планов нет, хотя в дальнейшем они не исключены, сказал первый замминистра. Дело в том, что договор о сотрудничестве с Китаем Белорусский цементный завод заключил как республиканское унитарное предприятие. Менять же форму собственности сейчас нецелесообразно, считает Михаил Абрамчук.

<http://belta.by>

Австрийская фирма АТЕС не справляется с «Мотовело» и «Елизово»

Австрийская фирма АТЕС испытывает финансовые трудности по инвестированию в ОАО «Мотовело». Об этом заявил первый заместитель директора Фонда государственного имущества Госкомимущества Беларуси Петр Лукьянов.

Он также сообщил о ситуации с еще одним предприятием, инвестором которого является АТЕС. Речь идет о стеклозаводе «Елизово». В настоящее время это предприятие также испытывает финансовые трудности. Туда вложены большие средства на обновление производства. «Мы исходим из того, что данные сред-

ства отсюда никуда не уедут», – сказал Петр Лукьянов. Он также выразил надежду, что проблема на предприятии будет урегулирована.

<http://naviny.by>

В Китае началось строительство гигантской ветряной электростанции

В Китае началось строительство гигантской ветряной электростанции, сообщает информационная служба «Синьхуа». Предполагаемая мощность нового сооружения составит около 10 гигаватт, с возможностью последующего увеличения мощности до 40 гигаватт. Первые работы начались уже 8 августа 2009 года. Для сравнения, мощность одной из крупнейших в мире ГЭС – Саяно-Шушенской – составляет 6,7 гигаватта. Строительство будет происходить в несколько этапов. К 2010 году планируется закончить первый этап, в результате чего мощность комплекса составит около 5,16 гигаватта. После завершения второго этапа строительства в 2015 году мощность электростанции составит более 10 гигаватт. Стоимость проекта – 17,6 миллиарда долларов. После завершения электростанция будет крупнейшей ветряной электростанцией в Китае. Что касается мирового уровня, то в настоящее время многие страны Европы и США разрабатывают аналогичные проекты. В настоящее время по суммарной мощности ветряных электростанций Китай занимает четвертое место в мире после США, Германии и Испании. При этом в относительных показателях ветер является источником всего 1,5 процентов электроэнергии, производимой в Поднебесной. Сами создатели уже окрестили новый комплекс «Три ущельями в воздухе», имея в виду самую большую в мире ГЭС «Три ущелья», которая в настоящее время строится на реке Янцзы. Строительство этого объекта было начато в 1992 году, а закончить его планируется в 2010 году. Совсем недавно сообщалось, что европейские компании планируют построить крупнейшую в мире солнечную электростанцию в Сахаре. Расчеты показывают, что строительство этого объекта обойдется в 400 миллиардов евро. При этом «солнечный город» сможет обеспечивать около 15 процентов европейских потребностей в электроэнергии.

<http://lenta.ru>