ИНВЕРСИОННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

«Кровли с защищенной мембраной», «перевернутые кровли», «инверсионные кровли» -- все это названия, данные хорошо известной и проверенной конструкции, превратившейся в конструкционную концепцию. Конструкция характеризуется инверсионным расположением теплоизоляции и гидроизоляционной мембраны; в отличие от классической кровельной конструкции, в инверсионной слой теплоизоляции защищает не только перекрытие, но и гидроизоляционную мембрану.

История применения плоских инверсионных кровель насчитывает десятилетия. Многочисленные исследования, проведенные независимыми экспертами, показали высокую функциональную надежность и долговечность конструкций инверсионной кровли.

На основании исследований, проведенных Институтом Строительных Технологий (Берлин), было выдано разрешение на применение данной концепции (№ Z-23.4-101.1), впоследствии подтвержденное такими авторитетными разрешительными органами как BBA (British Board of Agreement) и CEN (Общеевропейский стандарт / Стандарт Объединенной Европы).

В России концепция «инверсионной кровли» обоснована в альбоме конструкционных решений «Стены, покрытия, полы с теплоизоляцией из экструзионного пенополистирола Styrodur® концерна BASF AG. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов» (Шифр М 25.4/96. Москва – 1997 г. Сертификат соответствия № ГОСТ Р RU.903.1.3.0071), разработанном специалистами АО «ЦНИИПРОМЗданий».

Рассмотрим последовательно те требования, которые предъявляются к теплоизоляционному материалу, пригодному к использованию в конструкции «инверсионной» кровли.

Теплоизоляционный материал должен обладать:

- высокой теплоизолирующей способностью;
- минимальным водопоглощением, гарантирующим постоянство теплоизолирующих параметров;
- пониженной горючестью;
- стабильностью геометрических размеров;
- высокой прочностью при сжатии;
- легкостью обработки.

Всем этим требованиям полностью отвечает экструдированный пенополистирол Styrodur® концерна BASF AG, характеризующийся следующими параметрами (по стандарту DIN):

Средняя плотность, *кг/м³*	**25–45**
Теплопроводность при средней температуре 10°С, *Вт/(м·К)*	**0,025–0,033**
Предел прочности при сжатии при 10% деформации, *Н/мм²*	**0,15–0,7**
Водопоглощение через 28 суток при переменной температуре, *об. %*	**0,1–0,3**
Предельно допустимая температура использования, *°С*	**75**
Типовые размеры плит, *мм*:	
толщина	**20–120**
длина	**1250–2500**
ширина	**600**

При устройстве инверсионной кровли, эксплуатация которой рассчитана на небольшие механические нагрузки (пешеходные зоны, зеленые площадки), применяют Styrodur®3035 S. Там, где предусмотрены значительные механические нагрузки (автостоянки), рекомендуется использовать Styrodur®4000 S (таблица 1).

Styrodur® при минимальном водопоглощении характеризуется высокой стабильностью теплоизолирующих параметров (таблица 2).

Пожароопасность материала Styrodur® классифицирована как трудногорючий, самозатухающий (Г2).

Рассмотрим преимущества «инверсионной» кровли по сравнению с классической конструкцией.

В конструкции «инверсионной» кровли гидроизоляционная мембрана защищена от температурных воздействий (перепады температуры, предельные значения, циклическое замораживание-оттаивание), от разрушающего воздействия УФ-облучения и механических повреждений (рис. 1).

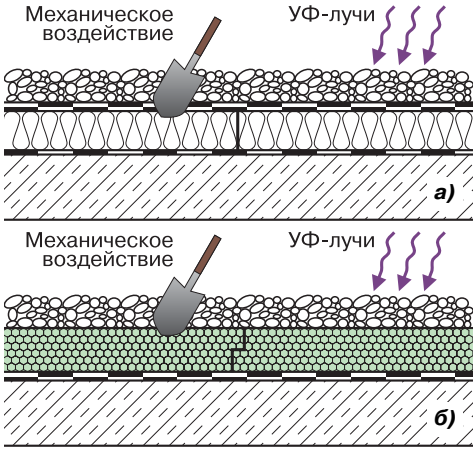

Рис. 1. Конструкции традиционной *(а)* и инверсионной *(б)* кровли подвергаются механическому и ультрафиолетовому воздействию

Будучи защищенной слоем теплоизоляционного материала Styrodur®, гидроизоляционная мембрана менее эксплуатационнозатратна.

Плиты теплоизоляционного материала Styrodur® не фиксируются на мембране (свободная укладка), тем самым не создавая повреждающих напряжений в областях фиксации.

Гидроизоляционная мембрана, находясь под слоем теплоизоляционного материала Styrodur®, фактически играет роль пароизоляции, снижая риск внутренней конденсации влаги и уменьшая стоимость конструкции.

Слой теплоизоляции Styrodur®, а также защитный пригрузочный слой гравия, надежно защищают гидроизоляционную мембрану от любых механических воздействий при проведении строительных работ и последующей эксплуатации.

Гидроизоляционная мембрана зафиксирована на поверхности кровельного перекрытия, что также снижает вероятность механических повреждений.

При демонтаже кровельного перекрытия (например, реконструкция здания и т.д.) плиты теплоизоляционного материала Styrodur® могут быть использованы повторно.

При образовании протечек места нарушения гидроизоляции легко идентифицируются и ремонтируются, так как гравийный слой, разделительно-фильтрационный слой геотекстиля и плиты теплоизоляционного материала Styrodur® легко снимаются и, после устранения течи, монтируются обратно.

KEMOPLAST

Фирма «КЕМОПЛАСТ» предлагает российскому строительному комплексу

- эффективные и экономичные теплоизоляционные материалы на основе экструдированного пенополистирола класса Styrodur® фирмы BASF AG (Германия) с уникальным комплексом теплофизических и физико-механических свойств.
- дренажный, разделительно-армирующий, фильтрующий геотекстиль TYPAR® фирмы DuPont (США) – нетканый материал из бесконечного полипропиленового волокна
- армирующие геосетки HaTelit® и Fortrac® фирмы HUESKER Synthetic GmbH & Co (Германия)
- диффузионно открытые по отношению к водяным парам ветро- и гидрозащитные мембраны TYVEK® фирмы DuPont (США)
- фасадные системы и материалы
- кровельные мембраны
- звукоизоляционные материалы

Визитной карточкой фирмы может служить высокая надежность материалов при эксплуатации на таких объектах как Московский Кремль, комплекс зданий Большого театра, Храм Христа Спасителя, Торговый комплекс на Манежной площади, военные городки, объекты Октябрьской, Московской и Западно-Сибирской железных дорог и Московской кольцевой автодороги.

Адрес фирмы «Кемопласт»:
Россия, 119131 Москва, Серпуховской вал 8-47
Тел.: (095) 952-2520, 954-9914; Факс: (095) 956-9603

Таблица 1.

Результаты сертификационных испытаний материалов Styrodur® 3035 S и Styrodur® 4000 S

Параметр	Styrodur® 3035 S	Styrodur® 4000 S	ГОСТ
Средняя плотность, кг/м^3	33	39	17177-87
Предел прочности при сжатии при 10% деформации, МПа	0,38	0,61	17177-87
Предел прочности при изгибе, МПа	0,49	0,58	17177-87
Водопоглощение через 24 часа, об. %	0,3	0,015	17177-87
Паропроницаемость, кг/м с Па	$3,5 \cdot 10^{-12}$	$1,29 \cdot 10^{-12}$	26589-94

Таблица 2.

Теплопроводность плит из экструдированного пенополистирола Styrodur® концерна BASF AG в условиях эксплуатации А и Б (по ГОСТ 7076)

Марка материала Styrodur®	Плотность, кг/м^3	Теплопроводность $\lambda_{ц}$, Вт/(м·К)	Теплопроводность $\lambda_{А}$, Вт/(м·К)	Теплопроводность $\lambda_{Б}$, Вт/(м·К)
3035S	32	0,0277	0,0280	0,0284
4000S	40	0,0277	0,0281	0,0293

При реализации концепции инверсионной кровли возможно создание «зеленых» крыш, эксплуатируемых террасных конструкций вплоть до организации автостоянок путем использования теплоизоляционных плит Styrodur® различной прочности при сжатии (возможные нагрузки до 70 т/м^2).

Возможно увеличение теплоизолирующих параметров кровельного покрытия путем создания «кровли плюс».

Плиты Styrodur® могут укладываться в любую погоду, что делает строительный цикл практически круглогодичным.

Методики укладки плит Styrodur®

Укладка гидроизоляционной мембраны

Как и в случае классических кровельных конструкций, поверхность бетонного перекрытия должна отвечать принятым требованиям по степени неровности (рис.2). При необходимости для достижения требуемых характеристик чистоты поверхности устраивается выравнивающий слой, одновременно с разуклонкой поверхности. Сливные воронки устанавливаются таким образом, чтобы не допустить нахождения плит Styrodur® в воде. В идеальном случае конструкция воронок должна обеспечивать удаление воды как на уровне поверхности слоя плит Styrodur®, так и на уровне гидроизоляционной мембраны (рис.3). Правильное расположение и количество сливных воронок обеспечивается проектом.

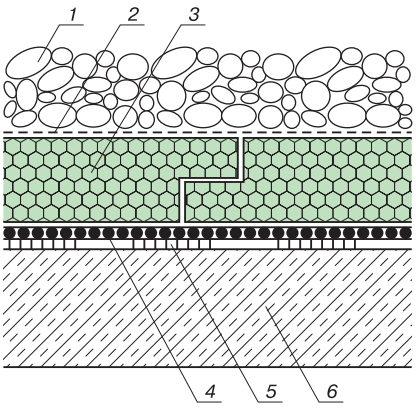

Рис. 2. Схема устройства инверсионной кровли: *1* – гравийная засыпка (фракция 20-40 мм); *2* – разделительно-фильтрационный слой; *3* – Styrodur®; *4* – гидроизоляционная мембрана; *5* – выравнивающий слой; *6* – бетонное основание

Гидроизоляционная мембрана

Практически все типы гидроизоляционных мембран могут быть использованы в конструкции «инверсионной» кровли. Нежелательно лишь применение материалов, содержащих органические растворители (мастики, клеи и т.д.), так как это может привести к разрушению плит Styrodur®.

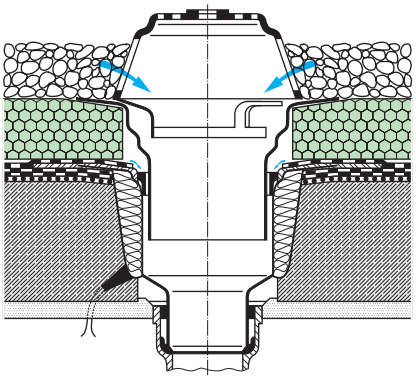

Рис. 3. Устройство для удаления воды из конструкции инверсионной кровли

Теплоизоляционный слой

Плиты Styrodur® с кромкой «выбранная четверть» обычно предназначены для применения в конструкциях инверсионной кровли. При свободной (без фиксации) укладке плит стык в стык кромка «выбранная четверть» не допускает образования мостиков холода, особенно при укладке плит в один слой, обеспечивая ровномерную теплоизоляцию.

Материал Styrodur® легко режется и обрабатывается обычным строительным инструментом, что дает возможность точной подгонки кромок на стыках с парапетом, сливными воронками, зенитными фонарями, обеспечивая отсутствие мостиков холода (рис. 4).

Защитный гравийный слой

Защитный гравийный слой выполняет в конструкции инверсионной кровли следующие основные функции:

- защита теплоизоляционного материала Styrodur® от воздействия УФ-излучения (обычно данное воздействие минимально, однако может привести к нарушениям в поверхностном слое, в частности к изменению цвета материала);
- предупреждение всплытия плит Styrodur® при накоплении значительного количества воды из-за засорения или неправильного функционирования водосточной системы;
- предотвращение сдувание плит Styrodur® под действием сильного ветра;
- защита от попадания искр.

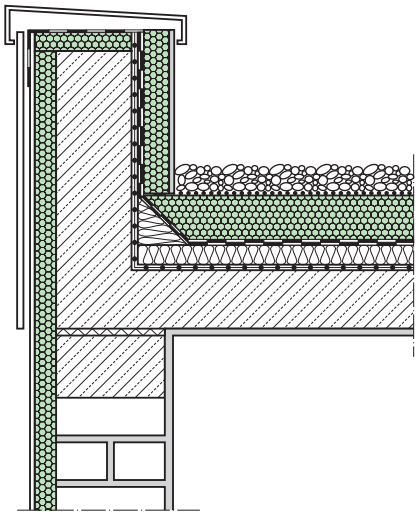

Рис. 4. Возможность точно подогнать стыки плит Styrodur® позволяет обеспечить надежную конструкцию кровли

Для защитного гравийного слоя рекомендуется применять мытый сортированный гравий фракции 20-40 мм. Однако действительность далека от реальности, и применяемый гравий обычно сильно загрязнен. Мелкие частицы гравия могут попадать в стыки между плитами, нарушая однородность теплозащиты покрытия Styrodur®.

Для предотвращения данных осложнений рекомендуется укладка разделительно-фильтрационного слоя геотекстиля плотностью 0,11 – 0,15 кг/м^2 (например, геотекстиля Typar® марок SF 32, SF 37, SF 40 производства фирмы DuPont).

Толщина гравийного слоя обычно принимается равной толщине теплоизоляционного слоя Styrodur®, но не менее 50 мм. В местах интенсивной эксплуатации (технологические проходы) рекомендуется укладка тротуарной плитки на песчано-гравийную подушку.

Представленная в статье информация основана на наших знаниях на современный момент и опыте применения, однако не является и не может рассматриваться как юридическая гарантия. При применении теплоизоляционного материала Styrodur® необходим индивидуальный подход в каждом конкретном случае. В частности необходимо неукоснительное соблюдение строительных норм, принципов строительной физики и технологии проведения работ.

BASF Rus GmbH