

ПРАКТИКА ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

THE PRACTICE OF THE EFFECTIVE USE OF NON-AUTOCLAVED FOAM CONCRETE

В. В. РЕМНЕВ, д-р техн. наук, проф.

Анализируются основные строитель-но-технические свойства и конкурентные преимущества изделий и конструкций из монолитного пенобетона, позволяющие значительно расширить сферы их применения в строительстве.

The main construction and technical properties and competitive advantages of products and structures made of monolithic foam concrete, allowing to significantly expand the scope of their application in construction, are analyzed.

Ключевые слова:

Монолитный пенобетон, конструкция плоской кровли, теплоизоляция, минеральная вата, реконструкция зданий

Key words:

Monolithic foam concrete, flat roof construction, thermal insulation, mineral wool, reconstruction of buildings

При реконструкции зданий и сооружений одной из важных задач является снижение нагрузок, возникающих при перепланировке. Один из путей решения этой задачи – применение в проектных решениях легких и долговечных материалов. Так, например, в полах и кровле широкое применение получают пенобетоны, приготовленные непосредственно на объекте в высокоскоростных смесителях. Рассмотрим более подробно кровлю (см.табл.1).

Конструкция современной плоской кровли чаще всего складывается из трех слоев [1]:

- слой теплоизоляции из плитного материала (минвата или пенопласт);
- слой, образующий уклоны кровли к водосливным воронкам (керамзитовый гравий);
- стяжка (цементно-песчаный раствор с арматурной сеткой или листовые материалы);
- слой гидроизоляции.

При устройстве слоя теплоизоляции из плитного материала всегда возникают трудности, например, при выполнении теплоизоляции сложных архитектурных элементов на кровле; в местах прохождения коммуникаций (электропроводка, вентиляция, канализация и пр.), а также монтажа различного оборудования зданий (кондиционеры и пр.). Точная подгонка плит трудоемка и практически сложно контролируется. Как правило, все эти места в будущем имеют проблемы с точки зрения промокания и промерзания.

Сравнение вариантов выбора конструкции плоской кровли

	Теплоизоляционные кровельные материалы	Минеральная вата	Пенопласты	Монолитный пенобетон
1	Вид материала	Минеральное волокно с органическим связующим (фенолоформальдегидные смолы)	Органический	Неорганический
1	Усадка в процессе эксплуатации	Уменьшаются геометрические размеры плит, кровля выходит из строя		Нет
	Поведение при нагреве	Термодеструкция органического связующего	Термодеструкция	Эксплуатационная температура до 400 град.
2	Прочность при сжатии	Прочности при сжатии нет, есть нагрузка при 10% деформации. Такой показатель не отвечает реальной работе		Достаточная прочность - от 0,3 МПа (в 10 раз выше, чем у минваты и пенопласта)
3	Водопоглощение	Высокое	Низкое	Выше чем у пенопласта, но значительно ниже, чем у ват. Намокает только наружный слой пенобетона толщиной до 10 мм. Пенобетон «самовысыхает» с течением времени за счет гидратации цемента.
4	Горючесть	Горит полимерное связующее минеральной вата	Горюч, горит с выделением ядовитых газов	Абсолютно не горюч
5	Конструкция кровельного пирога	Разнородная		Конструкция кровли однородная: теплоизоляция, уклоны и стяжка выполнены из одного материала.
6	Особенности устройства кровли	Трудоемкий процесс подрезки плит материала в местах примыканий к парапетам, коммуникациям и пр. В местах стыков плит возможны мостики холода		Нетрудоемкая заливка любых рельефов. Мест стыков плит нет
7	Долговечность кровли	В процессе эксплуатации идет деструкция пенополистирола и фенолоформальдегидного связующего минеральных ват.		В процессе эксплуатации пенобетон увеличивает свою прочность
8	Нагрузка на здание	Высокая с учетом материалов для создания уклонов и стяжки		Низкая, так все элементы кровли выполнены из легкого пенобетона
9	Дефекты кровельного ковра	Под гидроизоляционным ковром создается избыточное давление с созданием воздушных пузырей.		Избыточное давление распределяется внутри порового пространства пенобетона, без образования пузырей.

При устройстве слоя теплоизоляции из плитного материала всегда возникают трудности, например, при выполнении теплоизоляции сложных архитектурных элементов на кровле; в местах прохождения коммуникаций (электропроводка, вентиляция, канализация и пр.), а также монтажа различного оборудования зданий (кондиционеры и пр.). Точная подгонка плит трудоемка и практически сложно контролируется. Как правило, все эти места в будущем имеют проблемы с точки зрения промокания и промерзания.

Следует отметить, что пенополистирол и минеральная вата (имеющая в своем составе полимерное связующее) как и любой иной полимерный материал в процессе эксплуатации подвержен деструкции.

Наиболее частый дефект традиционной кровли – это наличие «вздутий» на кровельном ковре при его нагреве в летний период.

В процессе эксплуатации кровли пенопласты, минеральная вата находятся под постоянной нагрузкой от вышележащих слоев кровли и подвергаются деформационным

изменениям. При этом кровельный «пирог» сползает вниз, отрывая гидроизоляцию от парапетов.

Вследствие неравномерности снеговой нагрузки, механических нагрузок (ремонтные работы), неоднородности самого материала утеплителя и неравномерности толщины растворных стяжек, в традиционных плоских кровлях происходит образование углублений, так называемых линз, где скапливается вода. Кровельное покрытие со временем становится «бугристым». В местах образования «линз» стяжка, как правило, нарушена, и при малейшем нарушении герметичности верхнего слоя кровельного ковра вода из линз попадает внутрь покрытия.

Следует заметить, что 60% теплоизоляционных кровельных материалов представлено различными видами минеральных ват, реальное водопоглощение которых составляет до 70% по объему (1500 % по массе), водопоглощение пенобетона на два порядка ниже.

Государственные стандарты не нормируют водопоглощение минеральных ват, так как подразумевается, что работать этот материал должен только в условиях отсутствия возможностей поглощать воду. Естественно, что на практике, в реальных условиях – это невозможно, как на период производства работ, так и при дальнейшей эксплуатации. Эксплуатация такой кровли показывает, что увлажненную минеральную вату высушить практически невозможно, особенно в условиях нижнего слоя кровельного пирога.

Для создания кровельных уклонов, в большинстве случаев самый дешевый насыпной материал – керамзит. На следующем этапе по нему выполняется цементно-песчаная стяжка, или монтируются листовые материалы (асбоцементный лист, цементно-стружечная плита и пр.). Слой насыпного керамзита имеет толщину от 50 до 400 мм, при возникновении протечек вся эта полость под стяжкой может впитать от 25 до 200 литров воды на квадратный метр. Причем, в этом случае вода может проникать внутрь здания по керамзитовому коврику на расстояние десятка метров от очага проникновения. Обнаружить повреждение гидроизоляции кровли в таком случае крайне затруднительно. (см. рис. 1.).

При применении монолитного пенобетона – поверхность кровли полностью закрыта от протечек воды слоем конструкционного «стяжного» пенобетона (см. рис.2).

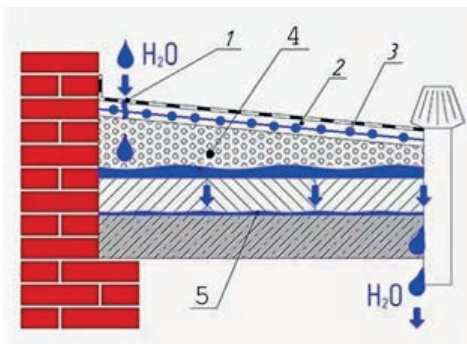


Рис.1. Протечка воды в традиционной кровле.

Через поврежденную гидроизоляцию вода насыщает собой слой керамзитового гравия и пустоты под слоем теплоизоляции:

1. Гидроизоляционный ковер; 2. Цементно-песчаная стяжка; 3. Армирующая сетка; 4. Слой керамзита; 5. Слой теплоизоляции

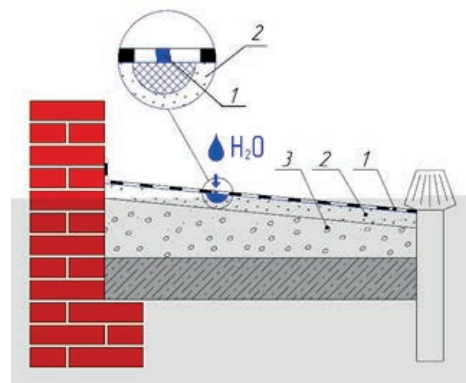


Рис.2. Протечка воды в пенобетонной кровле через гидроизоляцию локализуется в месте проникновения:

1. Слой гидроизоляции;
2. Стяжка из пенобетона плотностью D500,
3. Теплоизоляционный пенобетон D200-D250

Он может впитать воду на глубину порядка 10 мм без дальнейших негативных последствий, причем, за счет однородности материала граница между пенобетоном Д200 и Д500 практически не различима (см. рис. 3), следует отметить факт самозалечивания пенобетона, когда попавшая внутрь массива пенобетона вода реагирует с цементной составляющей материала с последующей реакцией гидратации, и с дальнейшим химическим связыванием свободной влаги [2]. В случае серьезных повреждений кровельного ковра, кровля замокает локально – только в месте повреждения, что дает возможность осуществления быстрого ремонта (см. рис. 4).



Рис.3. Образцы-kerne пенобетона различной прочности



Рис.4. Покрытие плоской кровли пенобетоном

Как показывает опыт, пенобетон в процессе эксплуатации также набирает прочность [3]. Наши исследования показывают, что пенобетон, имеющий в возрасте 28 суток прочность 0,3 МПа через год эксплуатации имел прочность при сжатии до 0,5 – 0,7 МПа.

Кровли из монолитного пенобетона легче вышерассмотренных традиционных кровель, особенно это важно при ведении реконструкционных работ (см. табл. 2 и табл. 3).

Таблица 2

Вес традиционной кровли, утепленной пенополистиролом

	Материал	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Вес, кг/м ²
Теплоизоляция кровли	Пенополистирол	150	35	5
Уклоны кровли	Керамзит	200 (Среднее значение от 50 до 350 мм)*	800	160
Стяжка под наклейку рулонного ковра	Цементно-песчаная с арматурной сеткой	50	2000	100
Общий вес 1 м ² кровли				265

Таблица 3

Вес кровли, утепленной монолитным пенобетоном

	Материал	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Вес, кг/м ²
Теплоизоляция кровли	Монолитный пенобетон	150	200	30
Уклоны кровли	Монолитный пенобетон	175 (Среднее значение от 50 до 350 мм)*	800	35
Стяжка под наклейку рулонного ковра	Монолитный пенобетон	50	600	30
Общий вес 1 м ² кровли				95

В то время, монолитный пенобетон допускает уклоны с меньшим градусом, чем традиционные кровли со стяжкой по керамзиту.

Сравнительная стоимость 1000 м² кровли (в ценах 2016г) приведена в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Стоимость устройства кровли площадью 1000 м² из монолитного пенобетона

№ п/п	Наименование материала (работ)	Ед. измерения	Кол-во на 1000 м ²	Стоимость, руб.	Стоимость, руб./м.кв.
Материалы:					
	Пароизоляция	Не требуется			
1.	Теплоизоляционный пенобетон Д200 средней толщиной 210 мм (от 150 до 270 мм)	м ³	210	2 600	546 000
2.	Стяжка из пенобетона Д 600 толщиной 30 мм	м ³	30	3 000	90 000
3.	Рулонная гидроизоляция в два слоя	м ²	2 200	150	330 000
4.	Праймер	м ²	1 000	40	40 000
5.	Газ	м ²	1 000	20	20 000
Всего, руб.					1 026 000
Работы:					
1.	Устройство монолитной теплоизоляционного слоя из монолитного пенобетона	м ²	1 000	100	100 000
2.	Устройство стяжки из монолитного пенобетона Д 600	м ²	1 000	150	150 000
3.	Нанесение праймера	м ²	1 000	40	40 000
3.	Наклейка гидроизоляции в два слоя	м ²	2 000	40	40 000
Всего, руб.					590 000
Итого с работами и материалами, руб.					1 616 000

Применение неавтоклавного пенобетона способствует значительному повышению теплозащитных свойств кровли, так как его влажность уже в первый год эксплуатации не превышает 5-6%, что значительно меньше, чем влажность, нормируемая СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [4].

Стоимость кровли 1000 м², выполненной из стандартных материалов по стандартным технологиям

№ п/п	Наименование материала (работ)	Ед. измерения	Кол-во на 1000 м ²	Стоимость, руб.	Стоимость, руб./м.кв.
Материалы:					
1.	Рулонная пароизоляция в 1 слой	м ²	1 100	150	165 000
2.	Теплоизоляция из минераловатных плит	м ³	150	2 600	390 000
3.	Керамзитовый гравий слоем 70 – 270 мм	м ³	170	1 300	221 000
2.	Стяжка из цементно-песчаного раствора работы +материал	м ²	1 000	430	430 000
3.	Рулонная гидроизоляция в два слоя	м ²	2 200	150	330 000
4.	Праймер	м ²	2 000	40	80 000
5.	Газ	м ²	2 000	20	40 000
Всего, руб.					1 656 000
1.	Устройство тепло-изоляционного слоя из минеральной ваты	м ²	1 000	100	100 000
2.	Нанесение праймера	м ²	2 000	40	80 000
3.	Наклейка гидроизоляции в три слоя	м ²	3 000	150	450 000
Всего, руб.					590 000
Итого с работами и материалами, руб.					2 286 000

Технология укладки пенобетона возможна и при отрицательных температурах. При этом необходимо учесть основной недостаток – это промерзание шлангов для подачи воды. Кроме того, следует учесть:

- Перерасход газа на удаление льда и снега;
- Перерасход газа на наклейку гидроизоляционного слоя;
- Промерзание материалов и оборудования.

Таким образом, кроме сравнительно низкой стоимости по сравнению с традиционными материалами пенобетон имеет также ряд преимуществ. Основные из них:

1. Высокая скорость производства работ – нет пароизоляции, уклон от 5 % и выше;
2. Безопасность при проведении работ – не горюч;
3. Низкие эксплуатационные расходы – жесткое основание без осадок снижает протечки.

Библиографический список

1. ГЭСН 81-02-12-2017. Сборник 12. Кровля
2. *Гоманн М.* Поробетон: руководство / пер. с нем. под ред. А.С. Коломацкого. – Белгород: Изд-во ЛитКараВан, 2010.
3. *Баженов Ю.М.* Новому веку новые бетоны // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2000. — . №2.— С. 10-11.
4. СНиП 23-02-2003.Тепловая защита зданий.

Автор

Вячеслав Владимирович РЕМНЕВ, д-р техн. наук, проф., почетный строитель РФ, советник РААСН, руководитель Центра специальных бетонов и конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Vyacheslav REMNEV, D. Sci. (Engineering), Professor, honorary Builder of the Russian Federation, adviser of RAACS, Director of the Centre for special concrete structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: rema97776952@yandex.ru

тел.: +7 (495) 602-00-70 (доб. 2032)