

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*ГАЛУЗО О.Г., РОМАНОВ Д.В., ВЕРШЕНЯ Е.Г.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Долговечность кровельных материалов, предназначенных обеспечивать изоляцию кровель зданий и сооружений от воздействия атмосферных осадков, зависит в основном от вида и качества используемых для их изготовления материалов.

В условиях эксплуатации кровельные материалы подвергаются периодическому увлажнению и высушиванию, воздействию прямого солнечного излучения, особенно опасного действием на него ультрафиолетовой составляющей. Нагревание и замораживание поверхности материала, действие снеговых и ветровых нагрузок снижает срок службы кровли. Следовательно, кровельные материалы должны быть атмосферостойкими, светостойкими, водостойкими, морозостойкими и достаточно прочными [1].

До недавнего времени основным видом мягких кровельных материалов являлись рулонные битумные материалы на бумажной основе – рубероиды. Обычно эти материалы применялись на крышах с малым уклоном. Недостатком рубероида является его небольшая долговечность (5–7 лет), которая обусловлена низкой прочностью и малой биостойкостью картонной основы, невысокой теплостойкостью и быстрым старением покровного слоя битумного вяжущего. При этом материал становится жестким и кровельный ковер при климатических воздействиях и деформациях растрескивается [1].

Многолетний опыт применения рулонных кровельных материалов в Швеции, Финляндии, Японии и Германии показал, что наиболее долговечными являются полимерные битумные материалы, модифицированные СБС (стирол-бутадиен-стирол) - искусственные каучуки, относящиеся к термоэластопластам. Материалы СБС имеют большую долговечность, что объясняется механическим и химическим

взаимодействием молекул каучука и битума, а также хорошей адгезией к основанию [2]. К современным битумно-полимерным кровельным материалам относятся «Ондулин», «Ондувилла», «Ондура», «Кровляэласт» и «Биполикрин», которые широко используются в Республике Беларусь.

Целью работы являлось определение долговечности по изменению эксплуатационных характеристик новых битумно-полимерных кровельных материалов при воздействии искусственных климатических факторов, имитирующих гидрометеорологические условия Республики Беларусь.

Для оценки долговечности (атмосферостойкости) определяли изменение следующих физико-технических характеристик:

- водопоглощение по массе;
- разрывную силу при растяжении;
- относительное удлинение при разрыве.

Сущность методики испытаний по определению долговечности кровельных материалов заключается в экспериментальном определении изменения численных значений указанных характеристик после воздействия искусственных климатических факторов, соответствующих условным годам эксплуатации, и сопоставлении этих показателей с аналогичными характеристиками, не подверженных испытаниям в климатической камере.

Разрывную силу при растяжении и относительное удлинение определяли на образцах длиной 220 мм и шириной 50 мм (ГОСТ 2678). Водопоглощение определяли на образцах размерами 100×100 мм. Одному условному году эксплуатации кровельного материала в условиях Беларуси соответствовал следующий режим испытаний:

- водонасыщение при температуре воды  $(20\pm 2)$  °С в течение 24 часов с последующей выдержкой в течение 10 мин на воздухе для стекания воды при температуре  $(20\pm 2)$  °С;
- замораживание при температуре минус  $(35\pm 2)$  °С в течение 72 часов;
- проведение 25 переходов через ноль градусов по Цельсию по температурному режиму одного перехода: 1 час выдержки при температуре 10 °С и один час – при температуре минус 10 °С;
- облучение образцов в аппарате искусственной погоды лампой мощностью 6кВт в течение 78 часов при температуре черной

панели (50–56) °С с периодическим дождеванием образцов в течение 3 часов через каждые 21 час.

Оценку результатов испытаний на долговечность проводили по изменению численных значений разрывной силы при растяжении, относительному удлинению при разрыве и водопоглощению после испытаний, соответствующих 5, 10, 20, 25, 30 условным годам эксплуатации.

За критерий долговечности принимали снижение прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве не более 25%, увеличение водопоглощения по массе не более 10%.

Испытания на долговечность проводили на 2-х видах листовых и 2-х видах рулонных кровельных материалов: «Ондулин», «Ондувилла» и «Биполикрин», «Кровляэласт».

Что представляют собой испытанные листовые и битумные кровельные материалы и область их применения?

**«Ондулин»** относится к листовым кровельным материалам и представляет собой гибкие волнистые листы, отформованные из целлюлозных волокон и пропитанные битумом при высоком давлении и высокой температуре. С лицевой стороны листы покрыты защитно-декоративным красочным слоем различных цветов. Этот материал иногда называют «Еврошифер». «Ондулин» – легкий материал. Один лист размерами 950×2000 мм весит 6,0 кг, что в 6–6,5 раз легче аналогичного асбестоцементного волнистого листа. Листы «Ондулин» не бьются и не трескаются при падении и от удара, без значительных усилий гнутся руками. Учитывая особую эластичность материала, его можно использовать на криволинейных кровлях с радиусом кривизны от 5 м. «Ондулин» легко режется ножовкой по дереву, не гниет и не корродирует, стойкий, выдерживает ураганный ветер 190 км/ч. Крепление осуществляется специальными гвоздями с пластмассовыми шляпками. Листы изготавливаются 6 цветов (черный, коричневый, зеленый, красный, серебристый, алюминиевый, серый сланец). Листы «Ондулин» как эффективный и относительно недорогой кровельный материал широко применяется при строительстве частных домов, в котором его термо- и звукоизоляционные качества с учетом экономичности и простоты монтажа сделали данный материал достаточно популярным.

**Битумная черепица «Ондувилла».** При изготовлении черепицы «Ондувилла» используется следующее сырье: битум, целлюлозные волокна, минеральные наполнители и пигменты.

«Ондувилла» представляет собой небольшие элементы кровли, сравнимые по размеру с черепицей. Они сочетают в себе эстетический внешний вид, легкость листов и чрезвычайную простоту монтажа. По составу листы «Ондувилла» такие же, как «Ондулин», выполненные по технологии «HR» («Высокая прочность»). Обладая малым весом (всего  $4,12 \text{ кг/м}^2$ ) этот вид черепицы позволяет существенно снизить нагрузку на обрешетку и упростить монтаж кровли.

Каждый лист «Ондувилла» является неповторимым благодаря системе трех тонов, при которой три оттенка красного цвета смешиваются случайным образом. Именно таким образом достигается эффект мозаики, который придает кровле красивый естественный вид.

Изделия являются водонепроницаемыми, так как через 3 суток на обратной стороне листов при давлении  $0,001 \text{ МПа}$ , что соответствует  $100 \text{ мм}$  слоя воды, вода не появляется. Листы прочные на изгиб. При поперечном изгибе при нормативной равномерно-распределенной снеговой нагрузке  $120 \text{ кгс/м}^2$  при пролете  $300 \text{ мм}$  признаки разрушения и трещины отсутствуют.

«Биполикрин» получают путем нанесения битумно-полимерного вяжущего (СБС) на стеклоткань или полиэфирную основу. «Биполикрин», предназначенный для снижения слоев кровельного ковра и гидроизоляции, имеет покрытие с мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой. «Биполикрин» используемый для верхних слоев кровли, имеет крупнозернистую посыпку с лицевой стороны и полиэтиленовую пленку или мелкозернистую посыпку с другой стороны. Вдоль всего полотна с лицевой поверхности имеется непосыпанная кромка шириной ( $85 \pm 15 \text{ мм}$ ).

«Биполикрин» применяется во всех климатических районах при устройстве: кровель различных конфигураций, фундаментов, подземных структур (гаражи, туннели, галереи), бассейнов, каналов и т. д. Производство «Биполикрин» в г. Осиповичи Республики Беларусь.

«Кровляэласт» получают путем нанесения битумно-полимерного вяжущего (СБС) на стеклоткань или полиэфирную основу. «Кровляэласт», предназначенный для снижения слоев кровельного ковра и гидроизоляции, имеет покрытие с мелкозернистой

посыпкой или полиэтиленовой пленкой. «Кровляэласт», используемый для верхних слоев кровли, имеет крупнозернистую посыпку с лицевой стороны и полиэтиленовую пленку или мелкозернистую посыпку с другой стороны. Вдоль всего полотна с лицевой поверхности имеется непосыпанная кромка шириной (85±15 мм). «Кровляэласт» предназначен для устройства верхних и нижних слоев кровельного ковра зданий и сооружений различного назначения, гидроизоляции подземных и надземных сооружений, в транспортном, дорожном, мостовом гидротехническом строительстве. Производство «Кровляэласт» в г. Осиповичи Республики Беларусь.

Результаты испытаний на долговечность по изменению прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве, водопоглощения по массе испытанных образцов после 5–30 условных лет климатических воздействий по сравнению с контрольными образцами (не подверженных испытаниям) приведены на рис. 1, 2, 3.

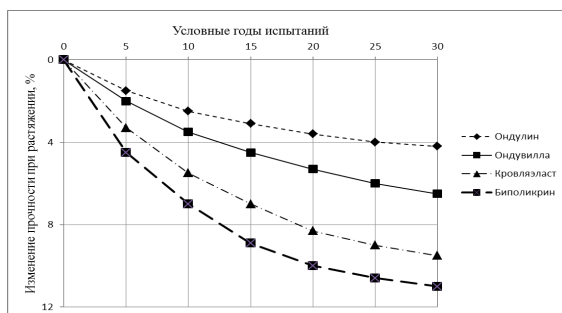


Рис. 1. Изменение прочности при растяжении

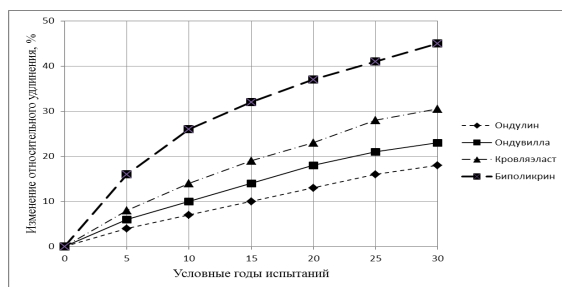


Рис. 2. изменение относительного удлинения при разрыве

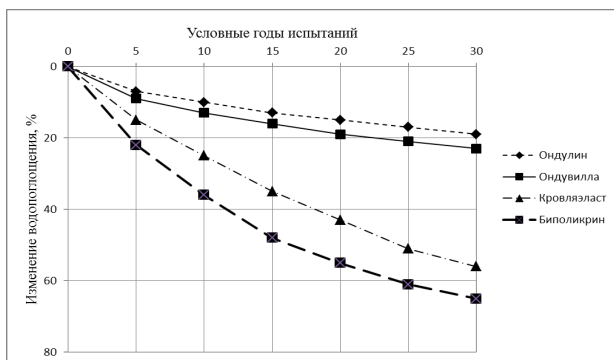


Рис. 3. изменение водопоглощения по массе

Анализ результатов испытаний, приведенных на рис. 1, показывает, что по прочностному показателю при растяжении для материалов «Биполикрин» и «Кровляэласт» при климатических воздействиях с увеличением количества циклов, соответствующих 30 условным годам эксплуатации, отмечается незначительное снижение прочности при растяжении до (3–4) % и большее уменьшение до (10–11) % этого показателя по отношению к контрольным образцам для материалов «Ондулин» и «Ондувилла». Меньшее снижение прочности для первых двух материалов, очевидно, объясняется за счет более прочной основы – стеклоткани. Характерно, что при уменьшении разрывной силы после климатических воздействий наблюдается не снижение, а увеличение относительного удлинения для материалов «Биполикрин» и «Кровляэласт» до (38–47) % и для «Ондулина» и «Ондувиллы» соответственно до (17–23) %.

Указанные изменения в прочностных и деформативных показателях испытанных на долговечность кровельных материалов объясняются, очевидно, наличием основы кровельных материалов - стеклоткани «Ратл» для первых двух материалов. Водопоглощение кровельных материалов после испытаний не возрастает, а уменьшается. После 30 условных лет испытаний этот показатель уменьшился на (58–69) % для «Кровляэласт», «Биполикрин» и (18–24) % для «Ондулина» и «Ондувиллы».

Таким образом, проведенные испытания кровельных битумно-полимерных материалов показали, что по проверенным показателям (прочности при растяжении, относительному удлинению при разрыве,

водопоглощению по массе) соответствуют долговечности (атмосферостойкости) не менее 30-ти условным годам эксплуатации в климатических условия Республики Беларусь.

Уменьшение водопоглощения битумно-полимерных кровельных материалов при испытаниях на долговечность является следствием уплотнения структуры кровельного материала за счет химического взаимодействия молекул битума и каучука при ультрафиолетовом облучении во время испытаний на долговечность. Исследования на долговечность и критерии ее оценки, а также проведенные в НИИЛ БиСМ БНТУ испытания ряда кровельных материалов позволили оценить их долговечность при ускоренных испытаниях под воздействием искусственных климатических факторов, имитирующих гидрометеорологические условия Республики Беларусь и определить срок службы в условных годах эксплуатации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов К.Н. Современные кровельные материалы / Попов К.Н., Кадко М.Б. // Строительные материалы. – 1999. № 12.
2. Р. Костицин. Кровельные материалы из России. Строительный рынок. –2000. – № 3
3. Галузо О.Г. Эффективные битумные листовые кровельные материалы экон ом-класса/ О.Г. Галузо, Е.Г. Вершеня, А.В. Вершеня// Главный инженер в строительстве №3(39), 2016 – С.11–17.

УДК 666.97; 693.54

### ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В ЦЕМЕНТНОМ БЕТОНЕ

*ГУРИНЕНКО Н. С., БАТЯНОВСКИЙ Э. И.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Введение.** Технология высокопрочного, особо плотного, повышенной долговечности бетона предполагает использование дополнительных компонентов и, в частности, микрокремнезема в активной (аморфной) форме в количестве (5–30)% от массы цемента [1, 2].