

УДК 69.024.15

**Шмелев Г.Н.** – кандидат технических наук, профессор

E-mail: shmelev@kgasu.ru

**Козлов М.В.** – кандидат технических наук

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

**Сусаров А.В.** – аспирант

E-mail: susarovav@mail.ru

**Хайдаров Л.И.** – бакалавр

E-mail: haidarov\_lenar@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Испытание теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов для определения диаграмм их работы**

#### **Аннотация**

Проведены испытания теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов с целью определения влияния на них крышных конструкций. Представлена методика проведения испытаний. Получены промежуточные значения относительной деформации в зависимости от нагрузки. Проведено численное моделирование состава кровли в ПК «ANSYS», в результате которого проиллюстрировано распределение напряжений от действующей нагрузки.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, гидроизоляционные материалы, крышные конструкции.

Нагрузка от крышной конструкции передается на несущие конструкции здания через кровельный состав здания. Важным его компонентом является применяемый утеплитель, и воздействие конструкции на него существенно, ведь в связи с высокой пористостью материала возникают большие деформации, что при больших нагрузках и недостаточной прочности утеплителя, несомненно, влияет на теплоизоляционные свойства.

В качестве примера испытывались 2 вида теплоизоляции по три образца на каждый.

1 материал: Технориф Н30;

2 материал: Технориф В60.

Производителем указывается нагрузка в 30 кг – для материала Технориф Н30 и 60 кг – для материала Технориф В60, при которой деформация образца не должна превышать 10 %.

Испытания проводились по ГОСТу на испытания теплоизоляционных материалов [1]. Форма и размер образцов полностью соответствуют требованиям норм.

#### Средства испытания и вспомогательные устройства

Испытания проводились на приборе ручного регулирования нагрузки при помощи штока с резьбой. Для измерения деформации образцов использовались индикаторы часового типа.

#### Порядок подготовки к проведению испытаний

Согласно [1] испытания теплоизоляционных материалов проводятся в помещении с температурой воздуха  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Образцы имеют форму параллелепипеда с размерами сторон в сечении  $(100 \pm 1)$  мм x  $(100 \pm 1)$  мм и высотой  $(50 \pm 1)$  мм. Образец помещался на весы, установленные на прибор, в углах ставились металлические стойки, к которым закреплялись индикаторы часового типа. Нагрузка на образец передавалась через металлический шарик, помещенный в выемку металлической пластины, которая, в свою очередь, укладывалась сверху на образец. Нагружение производилось постепенно, с шагом 5 или 10 кг. Таким образом, каждый индикатор замерял деформацию на одном из четырех углов образца.

#### Обработка результатов

В качестве обработки результатов использовались следующие формулы:

$\Delta l_i = l_o - l_i$  – абсолютная деформация образца при  $i$ -ой ступени нагружения.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_0} \cdot 100\% = \frac{l_0 - l_i}{l_0} \cdot 100\% - \text{относительная деформация образца при } i\text{-ой ступени}$$

нагружения, выраженная в процентах.

Для обоих материалов построены диаграммы зависимости относительной деформации от нагрузки. Значения взяты осредненно по показаниям четырех индикаторов для серии образцов каждого утеплителя (рис. 1).

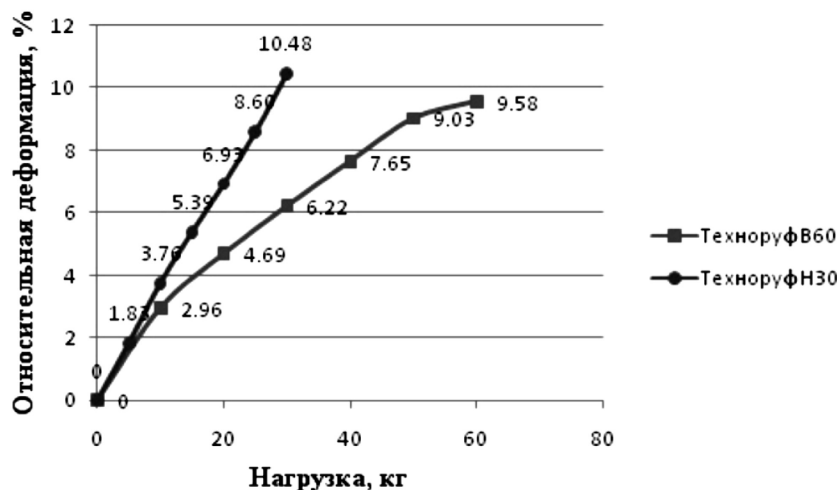


Рис. 1. Диаграммы зависимости относительной деформации от нагрузки

Для решения задач о влиянии крышных конструкций на кровельное покрытие здания необходимо знать модуль упругости используемых материалов. Однако производителями данная информация не дается. В связи с этим проведены испытания на растяжение гидроизоляционных материалов популярной марки «ТехноНИКОЛЬ» с целью построения диаграмм работы материалов на растяжение. В качестве примера взяты 5 видов материала по три образца на каждый. Испытания проводились в следующей последовательности:

- Материал 1: Унифлекс ТПП;
- Материал 2: Техноэласт ТПП;
- Материал 3: Бикрост ХПП;
- Материал 4: Мембрана Экопласт;
- Материал 5: Техноэласт ЭКП.

Испытания проводились по ГОСТу на испытания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов [2]. Форма и размер образцов, закрепление их в разрывной машине полностью соответствуют требованиям норм.

#### Средства испытания и вспомогательные устройства

Испытания проводились на разрывной машине МРС-500, при одноосном растяжении. Деформации образцов измерялись при помощи двух катетометров (КМ-8), предназначенных для измерения вертикальных отрезков, в одной плоскости в местах недоступных для непосредственного измерения, с пределом основной допускаемой погрешности  $\pm 0,0015$  мм.

#### Порядок подготовки к проведению испытаний

Согласно [2] испытание основных наплавливаемых и ненаплавливаемых битумных и битумно-полимерных материалов проводят на трех образцах-полосках размерами  $(300 \times 50) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении. Рабочий участок отмечают параллельными метками, наносимыми вручную. Длина рабочего участка для образцов –  $150 \pm 1$  мм. Для обеспечения одинакового крепления образца в захватах разрывной машины наносят установочные метки, расстояние между которыми для образца-полоски –  $200 \pm 1$  мм. Метки наносятся симметрично относительно центра образца.

### Порядок проведения испытания

Образец помещали в захваты разрывной машины по установочным меткам так, чтобы продольные оси захватов и продольная ось образца совпали между собой и с направлением движения подвижного захвата. Для используемых образцов-полосок предотвращение их выскальзывания из зажимов предусматривалось использованием с обеих сторон материала листов наждачной бумаги, размером 6x5 см.

Далее проводилось нагружение образца с шагом 10 кг (в необходимых случаях – 5 кг к концу нагружения) и фиксация удлинения образца. Нагружение проводилось до разрыва материала либо до начала площадки текучести.

Обработка результатов велась по следующим формулам:

$$\Delta l_i = l_i - l_0,$$

абсолютное удлинение образца при  $i$ -ой ступени нагружения.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_0} \cdot 100 \% = \frac{l_i - l_0}{l_0} \cdot 100 \%,$$

относительное удлинение образца при  $i$ -ой ступени нагружения, выраженное в процентах.

Далее строились диаграммы зависимости относительного удлинения от нагрузки. Для наглядности результатов в пределах диаграммы построены графики для всей серии материалов; в диаграмме каждого материала взяты осредненные значения (рис. 2).

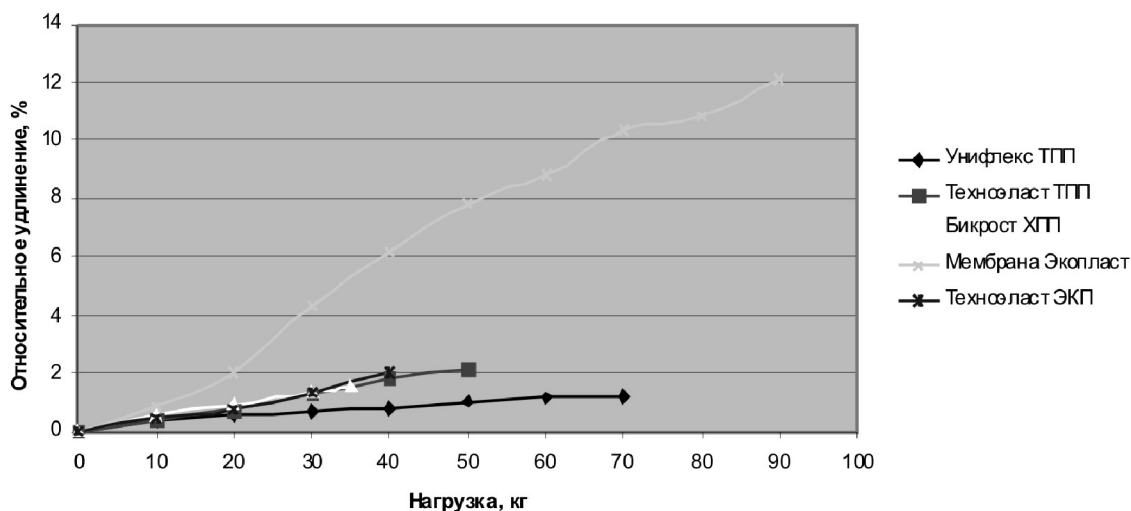


Рис. 2. Диаграммы зависимости относительного удлинения от нагрузки

На следующем этапе исследования выполнено численное моделирование состава кровли в ПК «ANSYS». При этом в постановке задачи были использованы данные (модуль упругости), полученные экспериментальным путем. В ходе моделирования рассматривался следующий состав кровли:

1. Мембрана Экопласт  $t = 1,2$  мм;
2. Техноруф В60  $t=40$  мм;
3. Техноруф Н30  $t=150$  мм.

В качестве нагрузки задается пригруз весом 50 кг, установленный на краю кровли. Нагружение производится в течение времени  $t=10$  с. Необходимо определить деформации самого кровельного состава под воздействием груза, а также проследить перераспределение напряжений в используемом гидроизоляционном полотне. Отслеживание ведется в пяти промежуточных значениях до одной секунды и затем с шагом в одну секунду до десяти секунд.

Деформация кровельного состава представлена на рис. 3:

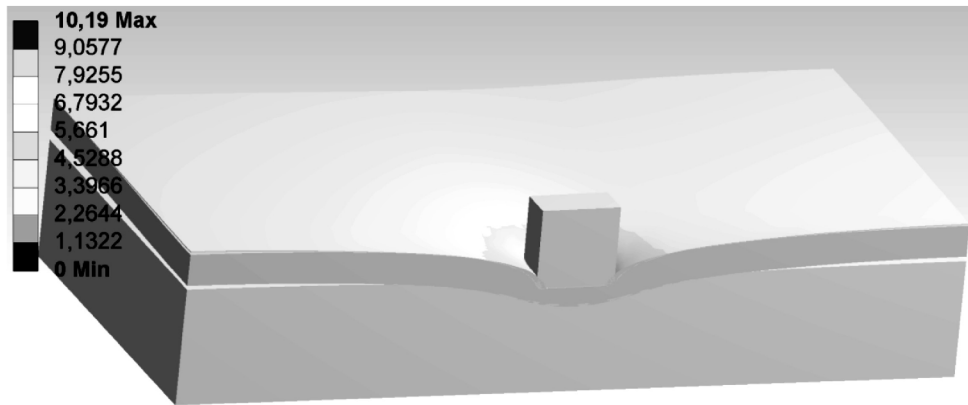


Рис. 3. Иллюстрация деформации кровли от нагрузки

Для наглядности данные о деформациях представлены на диаграмме (рис. 4):

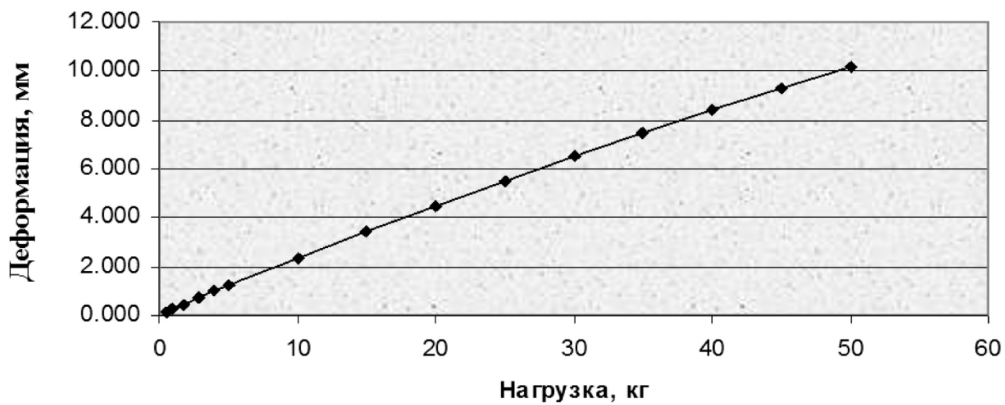


Рис. 4. Диаграмма зависимости деформации кровли от нагрузки для задачи А

Максимальное значение деформации кровельного состава достигает 10,19 мм. Деформация линейна при 10 %-ном нагружении, далее имеется отклонение. Распределение напряжений в мембране, а также диаграмма зависимости напряжения от нагрузки показаны на рис. 5, 6 и 7:

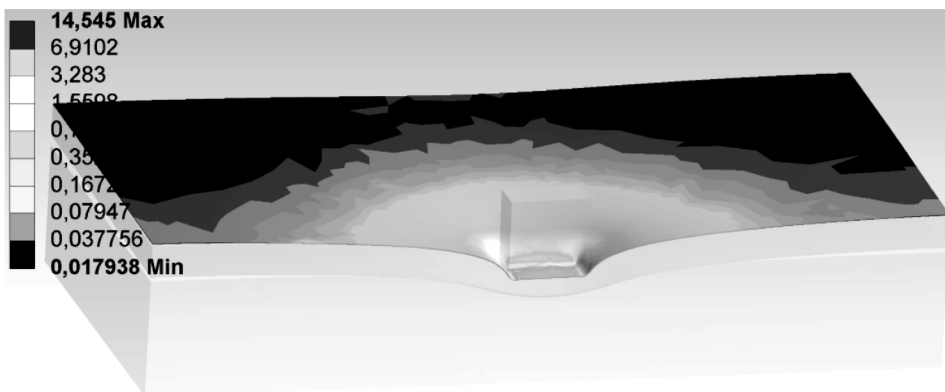


Рис. 5. Иллюстрация распределения напряжений от нагрузки для задачи А

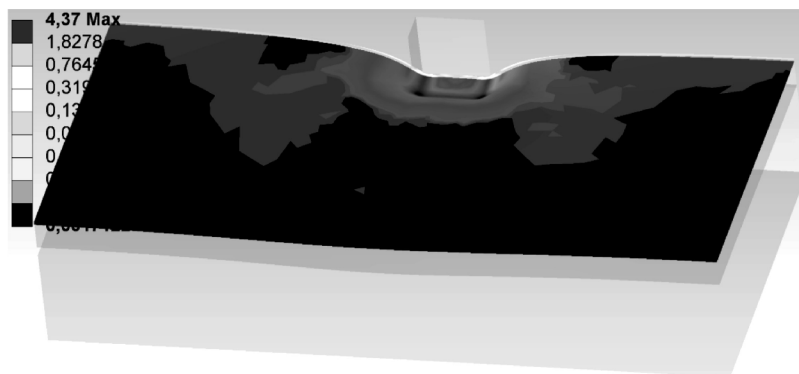


Рис. 6. Иллюстрация распределения напряжений от нагрузки для задачи А (вид снизу)

Зависимость напряжений в мембране от прилагаемой нагрузки представлена в виде диаграммы на рис. 7. Как видно из диаграммы, данная зависимость линейна при 10 %-ном нагружении.

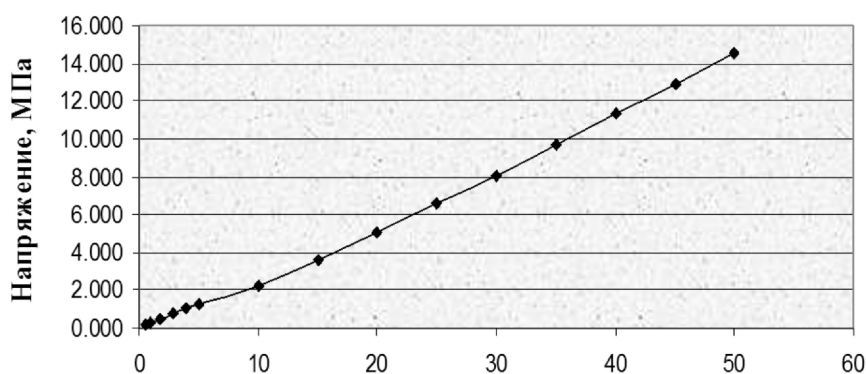


Рис. 7. Диаграмма зависимости напряжений в мембране от нагрузки

Таким образом, в результате проведенных испытаний были получены промежуточные значения относительной деформации теплоизоляционных материалов в зависимости от нагрузки. Средствами численного моделирования определена зависимость напряжений в мембране от нагрузки.

Указанная производителем прочность на сжатие соответствует 10 %-ной деформации только для материала Техноруп В60. Причиной несоответствия качества одного из материалов можно объяснить как скрытыми дефектами в выборке образцов, так и не соответствующим качеством самих материалов. Соответственно, при экспертизе несущей способности кровли необходимо учитывать возможные факторы ухудшения качества материала введением соответствующих коэффициентов безопасности.

#### Список литературы

1. ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».
2. ГОСТ 2678-94 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний».

**Shmelev G.N.** – candidate of technical sciences, professor

E-mail: shmelev@kgasu.ru

**Kozlov M.V.** – candidate of technical sciences

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

**Susarov A.V.** – post-graduate student

E-mail: susarovav@mail.ru

**Haidarov L.I.** – bachelor

E-mail: haidarov\_lenar@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

## **Test insulation and waterproofing materials to determine their performance charts**

### **Resume**

In addition to waterproofing mat important component is used a heater, and the impact of design on it much, because due to the high porosity of the material there are large deformations, which, at high loads and insufficient strength of insulation, of course, affect the insulating properties.

We tested two types of insulation materials TEHNORUF H30, TEHNORUF B60 and several types of waterproofing materials.

TEHNORUF H30 – robust insulating material used as the bottom insulation layer for insulation of flat roofs. Usually used as an element in a two-layer insulation systems. Lower insulating layer is placed on the support base of the corrugated sheet metal or concrete. TEHNORUF B60 – used for insulation of flat roofs in conjunction with mineral wool slabs TEHNORUF H30. Plates are designed for use as a top layer in a two-layer insulation system. Membrane Ekoplast – Polymeric PVC membrane ECOPLAST used as a waterproofing roofing systems, foundations and tunnel structures. PVC membrane ECOPLAST fit in one layer and hot-air welded using automatic equipment.

**Keywords:** insulation materials, waterproofing materials, roof design.

### **References**

1. GOST 17177-94 «Materials and construction insulation products. Test Methods».
2. GOST 2678-94 «Materials roll roofing and waterproofing. Methods of testing».