

УДК 691.175

*М. А. Загородникова\**

### **ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КРОВЕЛЬНЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА БЕЗ УЧЕТА ВНЕШНИХ АТМОСФЕРНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

В настоящее время актуальной научной проблемой в области полимерных кровельных материалов является исследование их долговечности в условиях эксплуатации зданий и сооружений.

Для прогнозирования реального срока службы полимерных кровельных материалов необходимо наблюдение и изучение их в течение всего периода эксплуатации и с учетом всех воздействий внешней среды, что практически невыполнимо. В связи с этим прогнозирование долговечности кровельных материалов на основе поливинилхлорида целесообразно проводить с позиции термофлуктуационной концепции разрушения и деформирования твердого тела, так как для поливинилхлорида хорошо проявляется температурно-временная зависимость прочности. Универсальный характер временной зависимости прочности имеет вид

$$\sigma = \beta \lg(a/\tau); \quad \tau = a \exp(-\beta\sigma), \quad (1)$$

где  $a$  и  $\beta$  – постоянные коэффициенты, определяющие зависимость долговечности ( $\tau$ ) от напряжения ( $\sigma$ ) при постоянной температуре испытания [1].

Суть концепции состоит в том, что для разрушения материала необходимо время  $\tau$ , в течение которого в нагруженном теле протекают процессы, приводящие к его разделению на части. Термофлуктуационный подход позволяет прогнозировать работоспособность кровельных материалов на основе поливинилхлорида в широком диапазоне нагрузок, температур и времени эксплуатации [2].

Чтобы прогнозировать долговечность материала, необходимо провести длительные испытания образцов на прочность при срезе. Для этого были взяты образцы трех видов гидроизоляционных ПВХ мембран торговой марки «Пластфоил»:

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ГГТУ» В. П. Ярцева.

- 1) полимерная гидроизоляционная мембрана толщиной 1,5 мм, армированная сеткой из полиэстера;
- 2) полимерная гидроизоляционная мембрана толщиной 2 мм, неармированная;
- 3) полимерная мембрана толщиной 1,2 мм, армированная полиэфирной сеткой.

Прочность полимерных мембран определяли по испытаниям на срез, для чего использовали установку рычажного типа.

Напряжения в образце вычисляли по формуле

$$\sigma = P / \pi dh, [\text{МПа}], \quad (2)$$

где  $P$  – нагрузка, приложенная к образцу;  $d$  – диаметр режущего пуансона;  $h$  – толщина образца.

Для прогнозирования долговечности необходимо определить предельную прочность материалов. Испытания проводились при постоянной температуре 20 °С. Для каждого из трех видов мембран было рассчитано разрушающее напряжение, относительно которого проводились дальнейшие длительные испытания образцов. Полученные результаты представлены в табл. 1.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наибольшей прочностью на срез обладают армированные мембраны.

В ходе длительных испытаний фиксировали время до разрушения при заданной величине  $\sigma$  и постоянной температуре 20 °С. Полученные результаты обрабатывали с позиций термофлуктуационной теории прочности твердых тел графоаналитическим способом.

Для каждого из трех видов мембран были построены графики зависимости долговечности от напряжения  $\lg t - \sigma$  при постоянной температуре (рис. 1).

### 1. Определение разрушающего напряжения образцов ПВХ мембран

Номер материала	Диаметр режущего пуансона $d$ , мм	Толщина образца $h$ , мм	Средняя фактическая нагрузка $P_{\text{ср}}$ , кг	Среднее разрушающее напряжение $\sigma_{\text{ср}}$ , МПа
1	13	1,5	92,1	15,04
2	13	2	104,1	12,75
3	13	1,2	87,3	17,82

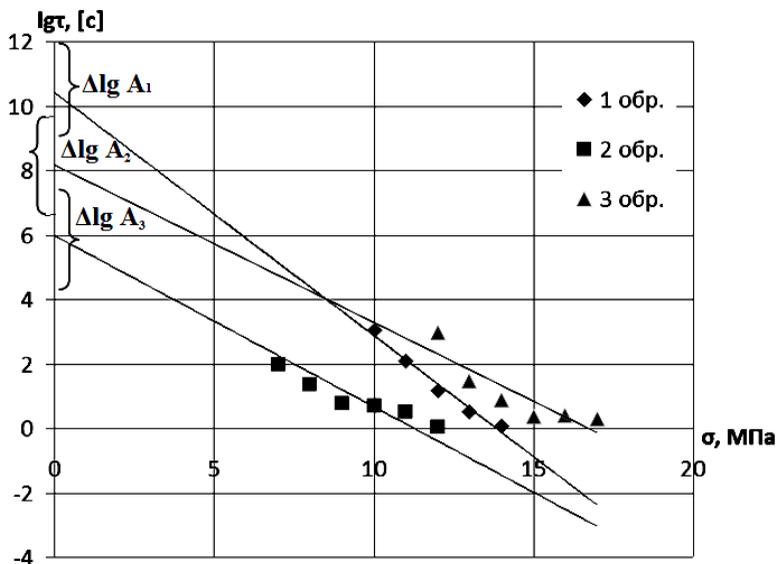


Рис. 1. Зависимость долговечности ПВХ мембран от напряжения при постоянной температуре 20 °С

Для вычисления физических констант графоаналитическим методом необходимы зависимости напряжения от времени при повышенных температурах (40, 60 °С), которые будут образовывать семейство прямых, сходящихся в пучок.

Однако, согласно формуле (1.1), отражающей универсальный характер временной зависимости прочности, справедлива следующая зависимость [3]:

$$\tau = Ae^{-\alpha\sigma}, \quad (3)$$

где  $A$ ,  $\alpha$  – коэффициенты, которые можно определить графически.

Коэффициент  $A$  будет показывать приблизительную долговечность при начальных условиях (без влияния внешних атмосферных и климатических воздействий).

Данные, позволяющие сделать предварительную оценку долговечности полимерных материалов на основе ПВХ без влияния внешних атмосферных и климатических воздействий, представлены в табл. 2.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что долговечность полимерных мембран на основе ПВХ можно прогнозировать с позиции термофлуктуационной теории прочности твердых тел.

## 2. Коэффициенты для предварительной оценки долговечности полимерных материалов на основе ПВХ

№ образца	$\Delta \lg A$	$\tau$ , лет
1	9,5...11,2	24 – 30
2	4,9...6,9	8 – 12
3	7,1...9,1	14 – 20

По предварительным данным можно судить о том, что в идеальных условиях без воздействия различных факторов материал может служить довольно долго. При этом для получения наиболее точных результатов, необходимо провести весь ряд опытов при фиксированных повышенных температурах для дальнейшего вычисления физических констант. По константам можно будет судить о влиянии внешних атмосферных и климатических воздействий на долговечность полимерных мембран.

Дальнейшие исследования будут направлены на прогнозирование долговечности материала с учетом воздействия различных факторов внешней среды.

### Список литературы

1. Ратнер, С. Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? / С. Б. Ратнер, В. П. Ярцев. – Москва : Химия, 1992. – 320 с.
2. Ярцев, В. П. Влияние внешних воздействий на теплофизические и длительные механические свойства минераловатных плит / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Мамонтов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1(50). – С 125 – 134.
3. Ярцев, В. П. Влияние атмосферных воздействий на прочность декоративных плит / В. П. Ярцев, А. В. Ерофеев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1(50). – С. 114 – 118.

*Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*