

ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ГИПСОКАРТОННЫХ ЛИСТОВ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

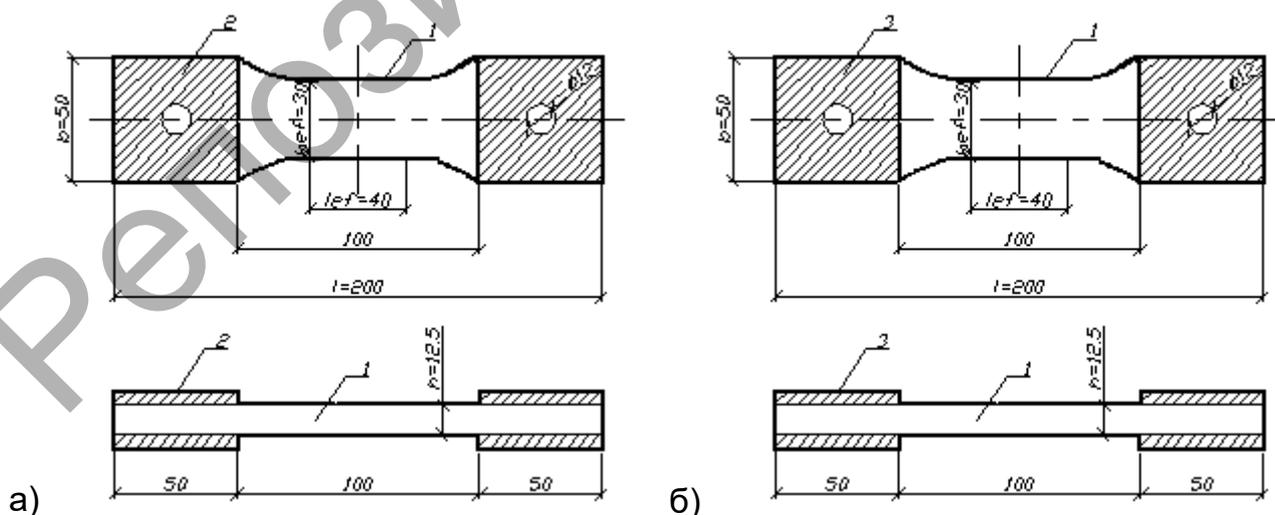
Гипсокартон – строительный материал, который широко используется в качестве отделочного и конструкционного материала [1].

Несмотря на широкое использование данного материала, как в нашей стране, так и за рубежом, до настоящего времени в нормативно-технических документах в недостаточной степени отражены значения нормируемых прочностных характеристик [2–4]. Для решения данного вопроса необходимо выполнение целого ряда экспериментальных исследований.

Целью данной работы являлось определение длительной прочности гипсокартонных листов толщиной 12,5 мм при растяжении в плоскости пласти. Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

- выполнен анализ существующих методик определения длительной прочности для изотропных и анизотропных материалов с целью выбора и обоснования методики по определению длительной прочности гипсокартонных листов толщиной 12,5 мм;
- разработана методика определения длительной прочности гипсокартонных листов при растяжении в плоскости пласти;
- проведены экспериментальные исследования по определению значений кратковременной прочности гипсокартонных листов при растяжении в плоскости пласти;
- проведены длительные испытания образцов из гипсокартонных листов при растяжении в плоскости пласти;
- выполнена обработка и анализ полученных результатов.

Методика проведения экспериментальных исследований. Значения кратковременной $f_{t,0}$ и длительной $f_{t,0,t}$ прочности гипсокартонных листов при растяжении определялась на образцах в виде «лопаток» (рисунок 1).



1 – испытываемый образец, 2 – накладки из ДВП 50x50 мм,
3 – картонные накладки 50x50 мм

Рисунок 1 – Схемы образцов для кратковременных (б) и длительных испытаний (а)

Изготовленные для испытаний образцы хранились в помещении с относительной влажностью воздуха $65\% \pm 3\%$. Из общего числа образцов, выпиливаемых из листа, 20 предназначались для кратковременных испытаний по определению прочности $f_{t,0}$, 25 образцов – для длительных испытаний по определению длительной прочности $f_{t,0,t}$ и 3 образца использовались как контрольные при проведении длительных испытаний.

Для предотвращения разрушения образцов в зоне приложения нагрузки в образцах, предназначенных для кратковременных и длительных испытаний, на пласти были наклеены боковые накладки 50x50 мм (рис. 1). В образцах для кратковременных испытаний накладки изготавливались из картона, а в образцах, предназначенных для длительных испытаний – из ДВП. Для крепления накладок к поверхности образцов использовался эпоксидный клей.

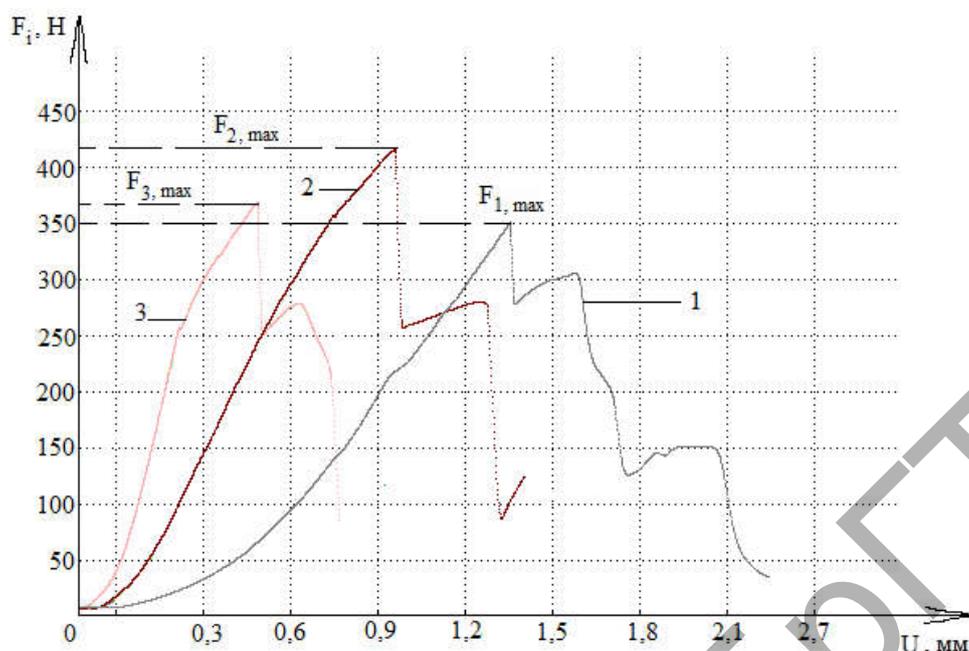
Перед испытаниями для каждого образца определялась влажность, выполнялись измерения размеров, осуществлялось их кондиционирование (выдержка в стандартных температурно-влажностных условиях). Все измерения проводились после кондиционирования испытываемых образцов. Кондиционирование образцов проводилось при стандартной температуре окружающей среды ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) и относительной влажности ($65 \pm 5\%$).

В процессе как кратковременных, так и длительных испытаний образцов осуществлялось измерение их деформаций по направлению прикладываемой нагрузки и времени испытаний. Деформации образцов под нагрузкой измерялись механическим способом как с использованием индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм, так и электронного штангенциркуля ценой деления 0,01 мм и определялись по изменениям расстояния между маркерами, установленными на границах рабочей зоны. Маркеры устанавливались посередине ширины образца. Крепление маркеров к граням образцов осуществлялось с использованием эпоксидного клея. Расстояние между маркерами составляло 40 мм.

При проведении кратковременных испытаний по определению значений прочности $f_{t,0}$ использовалась машины Quasar 25. Нагрузки образцов осуществлялось непрерывно. В процессе нагружения фиксировались время и величины деформаций в рабочей зоне образца. Нагружение образцов, при длительном действии нагрузки, осуществлялось путем подвешивания грузов необходимой массы, величина которых определялась исходя из принятого уровня напряжений. Всего было принято четыре уровня напряжений: $0,85 \cdot f_{t,0,mean}$, $0,8 \cdot f_{t,0,mean}$, $0,7 \cdot f_{t,0,mean}$, $0,6 \cdot f_{t,0,mean}$. Уровень напряжений устанавливался, как определенная часть от среднего значения $f_{t,0,mean}$ кратковременной прочности, определенного по результатам кратковременных испытаний образцов при растяжении. Влажность и температура воздуха в помещении, где проводились длительные испытания, определялись по психрометру, установленному возле испытательных рам.

Результаты испытаний образцов и их анализ

При проведении испытаний на кратковременное действие нагрузки все образцы имели хрупкий характер разрушения. Следует отметить, что в результате испытаний образцов их разрушение происходило в два этапа. На первом этапе происходило образование нормальной к продольной оси образца трещины в гипсе трещины, сопровождающееся резким падением нагрузки до $F_1 = (0,5-0,7) F_{max}$. На втором этапе наблюдалось увеличение нагрузки на 10% от F_1 с последующим разрывом картона. Данные этапы хорошо наблюдаются на диаграммах деформирования образцов №1, 2, 3 гипскартона (рис. 2). За разрушающую нагрузку образца принималось F_{max} .



1 – для образца №1; 2 – для образца №2; 3 – для образца №3
Рисунок 2 – Диаграммы деформирования образцов гипсокартона при растяжении в плоскости листа

В результате кратковременных испытаний было установлено, что вместе с прочностью изменяется и величина предельных деформаций.

В результате статистической обработки полученных значений $f_{t,0}$ кратковременной прочности среднее значение прочности гипсокартона для 20 образцов $f_{t,0,mean} = 0,643$ МПа, среднеквадратичное отклонение $\sigma = 0,101$ МПа, коэффициент вариации $v = 15,721\%$, средняя ошибка $m = 0,023$ МПа, а показатель точности $P = 3,515\%$. Из полученных результатов испытаний следует, что при среднем значении прочности $f_{t,0,mean} = 0,643$ МПа ее минимальное и максимальное значения составляют соответственно $f_{t,0,max} = 0,711$ МПа и $f_{t,0,min} = 0,576$ МПа. Таким образом, при назначении планируемого уровня напряжений от среднего значения прочности $f_{t,0,mean}$, можем получить фактически для образцов с меньшей прочностью уровень напряжений больше планируемого, а для образцов с повышенной прочностью – уровень напряжений ниже планируемого.

В результате длительных испытаний образцов было установлено, что величины долговечности t подвержены значительным колебаниям, как и значения прочности образцов гипсокартона при кратковременных испытаниях. Причиной значительного рассеивания долговечности t является относительно большой разброс $f_{t,0}$.

В результате статистической обработки данных, полученных при испытании образцов на действие длительной нагрузки, было установлено, что изменение длительной прочности $f_{t,0,t}$ гипсокартона от среднего значения логарифма продолжительности испытания может быть представлено уравнением (1).

$$f_{t,0,t} = 0.644 - 0.0278 \cdot \lg t, \quad (1)$$

где t – время, с.

Графические представления уравнения (1) приведено на рисунке 3.

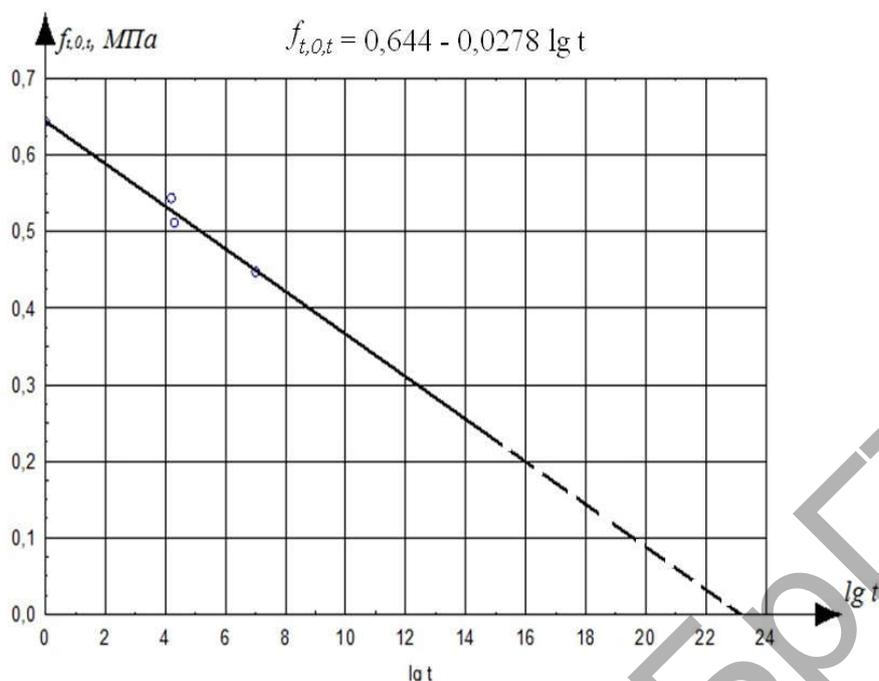


Рисунок 3 – Зависимость между прочностью гипсокартона и логарифмом долговечности при растяжении в плоскости пласти

Заключение. На основании проведенного исследования длительной прочности гипсокартонных листов при растяжении в плоскости пласти установлено, что разрушение образцов имело хрупкий характер и сопровождалось значительным разбросом показателей прочности и долговечности.

Расчетное значение прочности гипсокартона при действии постоянной нагрузки определяется по формуле (2).

$$f_{t,d} = f_{t,k} / \gamma_M \cdot k_{mod}, \quad (2)$$

где $f_{t,k}$ – характеристическое значение прочности гипсокартонных листов при растяжении в плоскости листа;

γ_M – частный коэффициент свойства материала;

k_{mod} – коэффициент модификации, определяемый уравнением (3).

$$k_{mod} = 1.003 - 0.043 \lg t. \quad (3)$$

Список цитированных источников

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.knauf.ru/catalog/complete-systems/partitions/>
2. DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, NABau im DIN, 2012. – 99 S.
3. Timber structures. Calculation and verification of characteristic values SS EN 14358:2016. – Swedish Standards Institute, Stockholm, Sweden, 2016. 17 p.
4. Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1995-1-1-2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 106 с.
5. Плиты гипсовые строительные : ГОСТ 32614-2012/EN 520:2009. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 24 с.