DOI: 10.17117/na.2015.05.139

Поступило в редакцию: 14.05.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.05.139.pdf>

Струлева И.А., Крутько К.Н.
О взаимосвязи плотности и прочности
экструзионного пенополистирола

Struleva I.A., Krutko K.N.
About interrelation of density and durability
of extrusive expanded polystyrene

Данная работа посвящена экспериментальному изучению особенностей взаимосвязи между кажущейся плотностью и прочностными характеристиками экструзионного пенополистирола

Ключевые слова: кажущаяся плотность, прочность, экструзионный пенополистирол

This work is devoted to experimental studying of features of interrelation between the seeming density and strength characteristics of extrusive expanded polystyrene

Key words: seeming density, durability, extrusive expanded polystyrene

Струлева Ирина Александровна

Магистрант

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов ул. Советская, 106

Struleva Irina Aleksandrovna

Undergraduate

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

Крутько Константин Николаевич

Магистрант

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов ул. Советская, 106

Krutko Konstantin Nikolaevich

Undergraduate

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

Основным показателем, характеризующим структуру пенопластов, является кажущаяся плотность (объемный вес), косвенно выражающая соотношение твердой и газообразной фаз в материале. Твердая фаза представляет собой полимер, распределенный в виде тяжелой (стержней), вершин (узлов) и тонких оболочек (пленок), образующих ячейки, заполненные газом. Кажущаяся плотность пенопластов определяется истинной плотностью полимерной основы и газа, находящегося в ячейках. Она зависит от количества газообразователя и полимера-основы. Увеличение объемной доли полимера-основы приводит к уменьшению числа полостей в пенопласте и росту его плотности.

Характерной особенностью пенистых пластмасс является зависимость их механических показателей от кажущейся плотности. С её повышением, как и у большинства материалов, прочность и жесткость возрастают. Из вышесказан-

ного возникает необходимость исследования зависимости механических свойств от объемного веса экструзионного пенополистирола [1].

С этой целью проводились кратковременные испытания поперечным изгибом и пенетрацией серий образцов, отобранных из плит ПЕНОПЛЭКС® различной плотности.

Для каждой серии опытным путем устанавливалась кажущаяся плотность, которая принималась равной среднему арифметическому значению плотностей 6 образцов. Плотность каждого образца вычислялась по известной массе и объему. Масса образцов определялась путем их взвешивания на весах с точностью 0,01 г. Объем рассчитывался по измеренным с точностью 0,1 мм геометрическим размерам, которые определялись как среднее арифметическое значение трех линейных измерений каждой стороны. Механические испытания материала проводились в помещении с температурой воздуха $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $(50 \pm 5) \%$ после предварительного статирования образцов при этих же условиях не менее 5 ч.

Влияние плотности экструзионного пенополистирола на прочность при поперечном изгибе оценивалось по изменению предела прочности $R_{изг}$, который определялся по результатам испытаний серий образцов-балочек с известным объемным весом [2]. Испытания проводились на многопозиционном стенде сериями с количеством образцов обеспечивающим возможность проведения статистической обработки полученных результатов. Образцы получали из стандартных полистирольных плит путем вырезания раскаленной струной. Форма образцов принималась 50x50x340 мм, что позволяет доводить материал до разрушения без "проскальзывания" между опорами.

Установлено, что с увеличением плотности экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® происходит рост его прочности при поперечном изгибе (рисунок 1). Связано это с увеличением доли полимера-основы в общем объеме пеноматериала. Тяжи становятся толще и воспринимают большую нагрузку. Максимальное значение предела прочности наблюдается у образцов с объемным весом близким к 40 кг/м³. При дальнейшем росте плотности материала прочность его практически не меняется.

Рис. 1. Влияние плотности (ρ , кг/м³) экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® на предел прочности при поперечном изгибе ($R_{изг}$, МПа)

Прочность при пенетрации образцов с разным объемным весом определялась по величине локальных напряжений, возникающих при вдавливании индентора (стального шарика диаметром 10 мм) при постоянной нагрузке (1,65 кг) в течение заданного времени (5 минут). За конечный результат принималось среднее арифметическое значение твердости (НВ, МПа) для серии образцов. Зависимость твердости экструзионного пенополистирола от кажущейся плотности представлена на рисунке 2.

Рис. 2. Влияние кажущейся плотности (ρ , кг/м³) экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® на его твердость (НВ, МПа)

Очевидно, что с увеличением плотности растет величина локальных напряжений, а значит и твердость его поверхности. Наибольшей твердостью характеризуются образцы с объемным весом около 45 кг/м³. Такое поведение пенополистирола также связано с увеличением содержания полимера-основы и сокращения количества пор в материале.

Таким образом, полученные в ходе исследований результаты, соотносятся с приведенными в литературе положениями о влиянии объемного веса пенопластов на их механические характеристики. Прочность и жесткость экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® возрастают с повышением плотности. В небольших диапазонах колебаний плотности имеется линейная корреляционная связь между прочностью, и объемным весом пенополистирола. В широком диапазоне изменения плотности эта связь имеет параболический характер [3]. При повышении плотности выше некоторых критических значений повышение механических характеристик экструзионного пенополистирола значительно замедляется

Также на основе полученных результатов можно сделать вывод о возможности снижения расхода сырья за счет производства плит плотностью до 40 кг/м³. Использование таких плит в строительстве позволит обеспечить лучшую теплоизоляцию строительных объектов при сохранении основных механических характеристик экструзионного пенополистирола. Данное решение обладает высоким экономическим и экологическим потенциалом. Снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду достигается за счет сокраще-

ния количества используемого сырья и энергозатрат на производство изделий из экструзионного пенополистирола.

Список литературы:

1. Мамонтов А.А., Ярцев В.П., Струлев С.А. Анализ влажности различных утеплителей в ограждающих конструкциях здания при эксплуатации в отопительный период // *Academia. Архитектура и строительство*. 2013. № 4. С. 117-119.
2. Ярцев В.П., Мамонтов А.А., Струлев С.А. Оценка энергоэффективности ограждающих каркасно-щитовых конструкций с различными утеплителями за отопительный период // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2014. № 1. С. 26-27.
3. Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А. Оценка экономической эффективности применения утеплителей в ограждающих конструкциях каркасно-щитовых зданий // *Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая*. 2015. Вып. 1 (37). Ст. 12.
URL: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

References:

1. Mamontov A.A., Yartsev V.P., Strulev S.A. Analysis of humidity of various heaters in the protecting building designs at operation during the heating period // *Academia. Architecture and construction*. 2013. № 4. Pp. 117-119.
2. Yartsev V.P., Mamontov A.A., Strulev S.A. Assessment of energy efficiency of the protecting frame and panel board designs with various heaters for the heating period // *Roofing and insulating materials*. 2014. №1. Pp. 26-27.
3. Yartsev V.P., Strulev S.A., Mamontov A.A. Economic efficiency of application of heaters in the protecting designs of frame and panel board buildings // *Internet messenger of VOLGGASU. It is gray.: Polythematic*. 2015. Vol. 1 (37). Art. 12.
URL: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

© 2015, Струлева И.А., Крутько К.Н.
О взаимосвязи плотности и прочности
экструзионного пенополистирола

© 2015, Struleva I.A., Krutko K.N.
About interrelation of density and durability of
extrusive expanded polystyrene