



Научно-Исследовательский Институт
Строительной Физики (НИИСФ РААСН)
Research Institute of Building Physics (NIISF RAABS)

Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
Russian Academy of Architecture and Building Science (RAABS)

Исх. от 01.04.08 № 05/654-12

Вх. _____

Касается проведения научно-технической
работы по определению расчетных
теплотехнических показателей
экструзионного пенополистирола
ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 во
исполнение договора № 12230 от 01.04.2008 г.

Генеральному директору
ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад»
Мазурову О.П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В соответствии с договором № 12230 от 01 апреля 2008 г. с ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад» в лаборатории НИИСФ РААСН проведена научнотехническая работа по определению расчетных теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35, выпускаемого по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.

На основании экспериментальных определений установлены следующие расчетные показатели экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 для условий эксплуатации А и Б по СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»:

Экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1, марки	35Ф	31С	35
Плотность образцов полистирольных вспененных экструзионных в сухом состоянии, ρ_0 , кг/м ³	32,6	30,5	32,0
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных в сухом состоянии, λ_0 , Вт/(м°С)	0,032	0,030	0,030
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных для условий эксплуатации А, λ_A , Вт/(м°С)	0,033	0,031	0,031
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных для условий эксплуатации Б, λ_B , Вт/(м°С)	0,034	0,032	0,032
Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации А, %	2	2	2
Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации Б, %	3	3	3
Расчетный коэффициент теплоусвоения при условиях эксплуатации А, Вт/(м ² °С)	0,35	0,32	0,33
Расчетный коэффициент теплоусвоения при условиях эксплуатации Б, Вт/(м ² °С)	0,36	0,33	0,34
Расчетный коэффициент паропроницаемости полистирольных вспененных экструзионных при условиях эксплуатации А и Б, мг/(м ч Па)	0,012	0,008	0,007
Удельная теплоемкость, c_0 , кДж/(кг°С);	1,45	1,45	1,45

2. Представленные образцы экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 (ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.) удовлетворяют требованиям СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий", а так же СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». Экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 может быть рекомендован к применению в качестве теплоизоляционного слоя в ограждающих конструкциях зданий с учетом полученных расчетных теплотехнических параметров.

Директор института

Осипов Г.Л.

Отв. исполнитель по теме 12230:

Ведущий научный сотрудник лаборатории теплотехнических
характеристик и долговечности строительных
материалов и изделий НИИСФ РААСН, к.т.н.,

Бессонов И.В.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по I-ому этапу

научно-технической работы на тему:

«Определение расчетных теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35. Расчет влажностного режима слоистых конструкций наружных стен с теплоизоляцией ПЕНОПЛЭКС в годичном цикле эксплуатации» по договору № 12230 от 01 апреля 2008 г. с ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад».

(Определение расчетных теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35)

Аттестат аккредитации ГОСТ Р
№ РОСС RU.9001.22.СЛ57 от 23.06. 2003 г.,
продлен ФГУ «ФЦС» письмом №408/Ф от 25.07.2006 г.
Аттестат аккредитации «Мосстройсертификация»
RU MCC. АЛ. 1.164. от 26.08.2005 г.
Действительно до 26.08.2010 г.

Зав. лабораторией теплофизических
характеристик и долговечности строительных
материалов и изделий,

доктор технических наук, профессор

В.Г. Гагарин

отв. исполнитель:

Ведущий научный сотрудник
кандидат технических наук

И.В. Бессонов

Москва - 2008 г.

В лаборатории НИИСФ РААСН начиная с 2000 года проводится систематическое изучение свойств экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС, при этом накапливаются статистические данные по характеристикам материала и постоянно уточняются его расчетные теплотехнические параметры. На протяжении всего времени от начала производства совершенствуется технология изготовления материала, повышаются требования к сырьевым компонентам, режиму изготовления и т.д..

В настоящее время наблюдается тенденция к расширению номенклатуры выпускаемых изделий из экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС, в частности появились фрезерованные плиты для применения в качестве теплоизоляционного слоя в системах наружного утепления с тонким штукатурным слоем. Появилась необходимость в проведении очередных работ по уточнению характеристик продукции ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад», выпускаемой по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.

В соответствии с договором № 12230 от 01 апреля 2008 г. с ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад» в лаборатории НИИСФ РААСН проведена научнотехническая работа по определению расчетных теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35, выпускаемого по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.

Для проведения экспериментальных определений предоставлены образцы экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35.

Определение плотности проводили по методике ГОСТ 15588 "Плиты пенополистирольные. Технические условия".

Средняя плотность образцов марки 35Ф в сухом состоянии составила $32,6 \text{ кг/м}^3$.

Средняя плотность образцов марки 31С в сухом состоянии составила $30,5 \text{ кг/м}^3$.

Средняя плотность образцов марки 35 в сухом состоянии составила $32,0 \text{ кг/м}^3$.

Сорбцию экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 определяли в соответствии с ГОСТ 24816. В стеклянные бюксы загружали частички измельчённого материала размером 0,5-2 мм каждой марки, по пять бюкс на каждый состав и на каждую относительную влажность. Образцы в бюксах предварительно высушивались в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 60°C . Открытые бюксы с навесками материала помещали в эксикаторы, на дне которых находится водный раствор серной кислоты различных концентраций, который создаёт относительную влажность воздуха в эксикаторах $\varphi=80\%$ и $\varphi=97\%$, в соответствии СП 23-101-2004. Эксикаторы плотно закрывали крышкой с притертыми краями. Бюксы с образцами материала периодически взвешивали до достижения равновесного влагосодержания между воздухом, находящимся в эксикаторе, и испытуемым материалом. По разности масс бюкса с материалом в сухом состоянии и в состоянии равновесного влагосодержания определяли влажность материала при соответствующей относительной влажности воздуха φ в эксикаторе.

В таблице 1 представлены результаты экспериментальных измерений сорбционной влажности экструзионного пенополистирола.

Таблица 1.

Экспериментальные значения сорбционной влажности экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35.

марка	Плотность, кг/м ³	Сорбционная влажность (w, %) при относительной влажности (φ, %)	
		80	96
35Ф	32,6	0,01	0,3
31С	30,5	0,01	0,3
35	32,0	0,01	0,3

Значение максимального сорбционного увлажнения экструзионного пенополистирола не превышает 1% масс.

Теплопроводность экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 определяли по методике по ГОСТ 7076 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности» на установке ИСК-У «Измеритель термического сопротивления строительных материалов». Измерения проводили при температуре 20 °С и при перепаде температур на поверхностях образца 10 °С. Теплопроводность измеряли на образцах размером 250x250x50 (мм). Метод предусматривает создание стационарного теплового потока через образец при фиксированной разности температур на его поверхностях.

Расчёт коэффициента теплопроводности проводили по формуле:

$$\lambda = g\delta/\Delta t,$$

где, λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м °С);

g - плотность теплового потока, Вт/м²;

Δt - перепад температур на поверхностях образца, °С;

δ - толщина образца, м.

Приращение теплопроводности на 1% влажности материала определяется по формуле:

$\Delta\lambda = (\lambda_w - \lambda_o)/w$, по полученным значениям влажности (w) и соответствующим им значениям теплопроводности (λ_w).

В таблицах 2 и 3 представлены расчетные значения теплопроводности экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35

Таблица 2.

Коэффициенты теплопроводности экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 в сухом состоянии

марка	Плотность, ρ_o , кг/м ³	Теплопроводность λ_o , Вт/(м ⁰ С)
35Ф	32,6	0,032
31С	30,5	0,030
35	32,0	0,030

Таблица 3.

Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации по п.4.4. СНиП 23-02-2003, расчетное массовое отношения в материале при условиях эксплуатации А – 2%, Б – 3%

марка	теплопроводность (λ_o , Вт/(м ⁰ С))	
	А	Б
35Ф	0,033	0,034
31С	0,031	0,032
35	0,031	0,032

Паропроницаемость образцов экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 определяли по методике ГОСТ 25898. Методика предусматривает расположение образцов исследуемого материала над водой (метод «мокрой» чашки). Для исследования использовали образцы, размером 100x100x10 (мм). Испытание проводилось на пяти образцах каждой партии. Боковые поверхности образцов покрывали парафином и устанавливали в верхней части сосуда с водой, на расстоянии полутора сантиметров от поверхности воды. Все щели между боковыми гранями образца пенополистирола и стенками сосуда замазывались пластилином, после чего сосуд с образцом помещался в шкаф, в котором выдерживается температура около 18 °С и относительная влажность около 40%.

Через определенные промежутки времени температуру и относительную влажность воздуха в шкафу измеряли аспирационным психрометром, а образцы вместе с сосудах взвешивали. По результатам взвешивания вычисляли плотность потока водяного пара через образец.

Для расчёта коэффициента паропроницаемости образцов экструзионного пенополистирола использовались полученные значения плотности потока водяного пара через образец, значения упругостей водяного пара в воздухе в пространстве шкафа и в сосуде под образцом, а также толщина и площадь образца. Коэффициент паропроницаемости образцов экструзионного пенополистирола вычисляли по формуле:

$$\mu = P \delta_o / (S - P R_{ne})$$

где P - количество пара, прошедшего через образец, мг/час Па;

δ_o - толщина образца, м;

S - площадь сечения образца, м²;

R_{ne} - сопротивление паропроницанию воздуха

$$R_{ne} = \delta_e / \mu_e,$$

где δ_g - толщина воздушного слоя (расстояние от уровня воды в испарительной чашке до нижнего основания образца), м;

μ_g - коэффициент паропроницаемости воздуха в приборе, равный 0,135 мг/м час Па.

Таблица 4.

Расчетные коэффициенты паропроницаемости экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35

марка	паропроницаемость, μ , мг/(мчПа)
35Ф	0,012
31С	0,008
35	0,007

Водопоглощение образцов экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 определяли по ГОСТ 17177, ГОСТ 15588 "Плиты пенополистирольные. Технические условия" на образцах 50х50х50 (мм). Водопоглощение в процентах по объему вычисляли по формуле

$$W = (m - m_0) / V \gamma_v.$$

Где m – масса образца, после выдерживания его в воде, г,

m_0 – масса образца до погружения в воду, г,

V – объем образца, см^3 ,

γ_v – плотность воды, г/см^3 .

Результаты водопоглощения образцов экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Водопоглощение образцов экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 при полном погружении.

марка	Водопоглощение при полном погружении			
	За 24 часа		за 28 суток	
	w %, масс	w %, объём.	w %, масс	w %, объём.
35Ф	6,05	0,19	11,6	0,37
31С	2,6	0,079	4,7	0,15
35	1,02	0,033	3,15	0,1

Следует отметить, что определение значений водопоглощения экструзионного пенополистирола существенно зависит от размеров и качества среза граней образцов, поскольку влага проникает в тело материала в весьма незначительном количестве (при данной методике оценки) и определяющим фактором оказывается тщательность протирки поверхности образцов фильтровальной бумагой.

Расчетные значения коэффициентов теплоусвоения (при периоде 24 часа) для образцов экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 вычислены по формуле

$$s = 0,27\sqrt{\lambda\rho_0(c_0 + 0,0419w)},$$

где λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С);

ρ_0 - плотность, кг/м³;

w - расчетное массовое отношение влаги в материале (для условий эксплуатации А – 2, для условий эксплуатации Б – 3), %;

c_0 - удельная теплоемкость - 1,45 кДж/(кг°С).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В соответствии с договором № 12230 от 01 апреля 2008 г. с ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад» в лаборатории НИИСФ РААСН проведена научнотехническая работа по определению расчетных теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35, выпускаемого по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.

2. На основании экспериментальных определений установлены следующие расчетные показатели экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 для условий эксплуатации А и Б по СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»:

Таблица расчетных теплотехнических параметров экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35

Экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС по ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1, марки	35Ф	31С	35
Плотность образцов полистирольных вспененных экструзионных в сухом состоянии, ρ_0 , кг/м ³	32,6	30,5	32,0
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных в сухом состоянии, λ_0 , Вт/(м°С)	0,032	0,030	0,030
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных для условий эксплуатации А, λ_A , Вт/(м°С)	0,033	0,031	0,031
Теплопроводность образцов полистирольных вспененных экструзионных для условий эксплуатации Б, λ_B , Вт/(м°С)	0,034	0,032	0,032
Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации А, %	2	2	2

Таблица расчетных теплотехнических параметров экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 (окончание)

Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации Б, %	3	3	3
Расчетный коэффициент теплоусвоения при условиях эксплуатации А, Вт/(м ² °С)	0,35	0,32	0,33
Расчетный коэффициент теплоусвоения при условиях эксплуатации Б, Вт/(м ² °С)	0,36	0,33	0,34
Расчетный коэффициент паропроницаемости полистирольных вспененных экструзионных при условиях эксплуатации А и Б, мг/(м ч Па)	0,012	0,008	0,007
Удельная теплоемкость, c_o , кДж/(кг°С);	1,45	1,45	1,45

3. Представленные образцы экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 (ТУ 5767-006-56925804-2007 изм. 1.) удовлетворяют требованиям СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий", а так же СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». Экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС марок 35Ф, 31С и 35 может быть рекомендован к применению в качестве теплоизоляционного слоя в ограждающих конструкциях зданий с учетом полученных расчетных теплотехнических параметров.