

ГАО "Строительная компания «Укрбуд»"



ДП Научно-исследовательский и проектный институт

ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ



ПРОТОКОЛ

определения физико-механических характеристик
пенополиуретана Эластопор Н (Elastopor Н) различных
модификаций производства BASF Polyurethanes GmbH
(Германия) по результатам испытания образцов



Донецк – 2011 г.

Дочернее предприятие Научно-исследовательский и проектный
институт

ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ
государственного акционерного общества
"Строительная компания "УКРБУД"

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
Донецкого ПромстройНИИпроекта
по научной работе,
канд. техн. наук

Ю.П. Чернышев

2011 г.



ПРОТОКОЛ

определения физико-механических характеристик
пенополиуретана Эластопор Н (Elastopor N) различных
модификаций производства BASF Polyurethanes GmbH
(Германия) по результатам испытания образцов

Гарантийное № Б/Н от 17.08.2011 г

письмо:

Заказчик: ЧП "Производственно-коммерческая фирма
"Эдванс"

Заведующий научно-

исследовательским отделом № 7 *Богданов* А.А. Богданов

ДОНЕЦК - 2011 Г.

В соответствии с заказом ЧП ПКФ "Эдванс" (гарант. письмо № Б/н от 17.08.2011 года) Донецкий ПромстройНИИпроект выполнил испытание образцов напыляемого и заливного пенополиуретана Эластопор Н (Elastopor Н) производства BASF Polyurethanes GmbH (Германия) на стойкость к изменению физико-механических показателей при изменении температур в диапазонах

-напыляемые:

-плотность 35 кг/м³: -60⁰С + 140⁰С;

-плотность 45 кг/м³: -60⁰С + 140⁰С;

-плотность 60 кг/м³: -60⁰С + 140⁰С;

-заливные:

-плотность 40 кг/м³: -60⁰С + 100⁰С;

-плотность 50 кг/м³: -60⁰С + 100⁰С.

Всего на испытание доставлено 5 марок пенополиуретана - 3 марки напыленного (35, 45 и 60) и 2 марки заливного (40 и 50).

При испытании различных модификаций пенополиуретана определялись следующие показатели: плотность, прочность на сжатие при 10%-ной линейной деформации, предел прочности при изгибе, предел прочности при растяжении, водопоглощение, сорбционная влажность, линейная температурная усадка, коэффициент теплопроводности, коэффициент паропроницаемости, закрытая пористость структуры, адгезионная прочность сцепления с основанием.

При испытании образцов напыляемого и заливного пенополиуретана Эластопор Н (Elastopor Н) на стойкость к изменению физико-механических показателей при изменении температур к образцам применялись следующие температурные воздействия

-напыляемые:

-плотность 35 кг/м³: -60⁰С, +20⁰С и +140⁰С;

-плотность 45 кг/м³: -60⁰С, +20⁰С и +140⁰С;

-плотность 60 кг/м³: -60⁰С, +20⁰С и +140⁰С;

-заливные:

-плотность 40 кг/м³: -60⁰С, +20⁰С и +100⁰С;

-плотность 50 кг/м³: -60⁰С, +20⁰С и +100⁰С.

Определение плотности, прочности на сжатие при 10%-ной линейной деформации, предела прочности при изгибе, предела прочности при растяжении, водопоглощения, сорбционной влажности и линейной температурной усадки производилось по ДСТУ В В.2.7-38-95 (ГОСТ17177-94) "Материалы и изделия теплоизоляционные. Методы испытаний".

Плотность образцов пенополиуретана определялась на образцах размером 500x500x40 мм как отношение массы образцов к их объему.

Масса и объем образцов устанавливались по результатам их взвешивания и обмера.

Сорбционная влажность определялась ускоренным методом, суть которого заключалась в измерении массы воды адсорбированной образцами сухого материала.

Образцы высушивали и взвешивали. Затем их помещали над водой в эксикатор и выдерживали в течение 24 часов при температуре $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$, после чего снова взвешивали.

Сорбционная влажность определялась по формуле:

$$W_{\text{сорб}} = (M_1 - M_2) / M_2 \cdot 100;$$

где:

M_1 - масса образца после выдерживания над водой, г.

M_2 - масса высушенного образца, г.

Водопоглощение пенополиуретана определялась на образцах в форме прямоугольного параллелепипеда размерами 100x100x40 мм путем измерения массы воды поглощенной образцом при полном его погружении в воду.

Образцы высушивали до постоянной массы и охлаждали в эксикаторе над хлористым кальцием. В ванну помещали сетчатую подставку, устанавливали на нее образцы и фиксировали их положение сетчатым пригрузом. Затем заливали водой температурой $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ так, что бы уровень воды был выше сетчатого пригруза на 20-40 мм. Через 24 часа после залива образцы взвешивали и вычисляли водопоглощение при полном погружении образцов в воду по формуле:

$$W_v = (M_1 - M_2) / V \cdot \rho_v \cdot 100;$$

где:

M_1 - масса образца после насыщения водой, г.

M_2 - масса высушенного образца, г.

V - объем образца, см^3 .

ρ_v - плотность воды, $\text{г}/\text{см}^3$.

Определение прочности на сжатие при 10%-ной линейной деформации производилась путем измерения сжимающих усилий, вызывающих деформацию образца по толщине на 10%. Измерение сжимающих усилий производилось на образцах размерами 100x100x40 мм. Прочность на сжатие при 10%-ной линейной деформации вычислялась по формуле:

$$G_{10} = P / lb;$$

где:

P - нагрузка при 10%-ной линейной деформации, Н (кгс).

l - длина образца, мм (см).

b - ширина образца, мм (см).

Предел прочности при изгибе пенополиуретана определялся на образцах размером 200x40x40 мм. Выпиленные образцы подшлифовывались. Образцы устанавливались на опоре, расстояние между которыми составляло 160 мм. Нагрузка на образец передавалась через валик диаметром 10 мм, приложенный по всей ширине образца на равном расстоянии от опор.

Предел прочности при изгибе $R_{\text{изг}}$ вычислялся по формуле:

$$R_{\text{изг}} = Pl / 2bh^2;$$

где:

- P - разрушающее усилие в Н (кгс).
 l - расстояние между опорами, мм (см).
 b - ширина образца, мм (см).
 h - высота образца, мм (см).

Предел прочности при растяжении образцов пенополиуретана определялся на образцах размером 280x70x40 мм.

Образцы закреплялись в специальные зажимы, так что бы расстояние между зажимами составляло 200 мм. Растягивающие усилия передавались на образец через зажимы. Разрушающим считали максимальное усилие, отмеченное при разрушении образца при его испытании.

Предел прочности при растяжении $R_{\text{раст}}$ вычисляли по формуле:

$$R_{\text{раст}} = P/bh;$$

где:

- P - разрушающая нагрузка, Н (кгс).
 b - ширина образца, мм (см).
 h - толщина образца, мм (см).

Линейная температурная усадка пенополиуретана определялась на образцах в форме параллелепипеда квадратного сечения со стороной 40 мм и длиной 100 мм путем измерения длины образца до нагрева и после воздействия на него температуры 150⁰С.

Измерение длины образца производилось с помощью индикаторов.

Линейную температурную усадку в процентах вычисляли по формуле:

$$A = (I_1 - I_2)/l \cdot 100;$$

где:

- I_1 - показания индикатора до нагрева образца, мм.
 I_2 - показания индикатора после нагрева образца, мм.
 l - длина образца до нагрева, мм.

Теплопроводность пенополиуретана определяли по ДСТУ В В.2.7-105-2000 "Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме".

Для определения теплопроводности из пенополиуретана готовили образцы размерами 250x250x40 мм. Образцы высушивали при температуре 105-110⁰С до постоянной массы. Теплопроводность при температуре 25⁰С определяли методом стационарного потока тепла, проходящего через плоский испытуемый образец с помощью малоинерционного тепломера.

Коэффициент теплопроводности λ вычисляли по формуле:

$$\lambda = Q\delta/T_1 - T_2;$$

где:

- Q - количество тепла, проходящее через образец в направлении, перпендикулярном к его поверхности, Вт/м².
 δ - толщина образца, м.

T_1-T_2 - температура соответственно горячей и холодной поверхности, $^{\circ}\text{C}$.

Паропроницаемость пенополиуретана определяли по ГОСТ25898-83 "Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию" путем измерения количества паров воды, прошедших через образец и поглощенных поглотителем (гелем кремнезема).

Количество водяного пара, проходящего через образец, определяют из прироста массы силикагеля.

Взвешивание образцов повторяли с интервалами в 24 часа до тех пор, пока прирост массы силикагеля в течение нескольких дней не станет одинаковым.

Диффузное сопротивление R и коэффициент паропроницаемости S вычисляли по формулам:

$$R = FP/M - R'; \quad S = d/R;$$

где:

F - площадь поверхности образца, м^2 .

P - разность давлений водяного пара по обеим сторонам образца, Па.

M - количество водяного пара, проникающего в образец в течение одного часа.

R' - сопротивление притока и оттока водяного пара, $\text{м}^2\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{кг}$.

d - толщина образца.

Прочность сцепления пенополиуретана с основанием определялась путем отрыва образцов сечением 100×100 мм от основания с помощью динамометра.

Закрытая пористость структуры пенополиуретана определялась методом микроскопического анализа.

Результаты испытания различных модификаций пенополиуретана при изменении температур в диапазонах -60°C , -20°C и $+140^{\circ}\text{C}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателей	Значение показателей для пенополиуретана				
	Напыленного, марок			Заливочного, марок	
	35	45	60	40	50
1	2	3	4	5	6
Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$					
При					
$t = -60^{\circ}\text{C}$	35	48	61	42	56
$t = +20^{\circ}\text{C}$	36	48	62	39	57
$t = +100^{\circ}\text{C}$	-	-	-	38	58
$t = +140^{\circ}\text{C}$	34	46	61	-	-
Сорбционная влажность, %					
При					
$t = -60^{\circ}\text{C}$	0,95	0,70	0,70	0,75	0,62
$t = +20^{\circ}\text{C}$	0,95	0,70	0,65	0,75	0,60
$t = +100^{\circ}\text{C}$	-	-	-	0,80	0,62
$t = +140^{\circ}\text{C}$	0,96	0,70	0,70	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Водопоглощение, % по объему При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	1,60 1,60 - 2,00	1,55 1,55 - 1,80	1,50 1,50 - 1,90	1,70 1,70 1,90 -	1,65 1,65 1,35 -
Прочность на сжа- тие при 10%-ной линейной деформа- ции, МПа При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	0,20 0,19 - 0,17	0,20 0,23 - 0,20	0,46 0,44 - 0,43	0,20 0,26 0,25 -	0,30 0,35 0,30 -
Предел прочности при изгибе, Мпа При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	0,15 0,14 - 0,18	0,20 0,17 - 0,15	0,35 0,39 - 0,40	0,20 0,21 0,25 -	0,32 0,30 0,41 -
Предел прочности при растяжении, Мпа При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	0,10 0,12 - 0,15	0,15 0,15 - 0,20	0,20 0,19 - 0,20	0,15 0,17 0,18 -	0,22 0,24 0,30 -
Линейная темпера- турная усадка, % При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	0,8 0,8 - 0,8	0,5 0,5 - 0,4	0,3 0,3 - 0,3	0,5 0,6 0,5 -	0,4 0,4 0,4 -
Коэффициент теп- лопроводности при 25 ⁰ С, Вт(м.к) При t= -60 ⁰ С t= +20 ⁰ С t= +100 ⁰ С t= +140 ⁰ С	0,020 0,021 - 0,015	0,020 0,021 - 0,018	0,020 0,021 - 0,020	0,020 0,017 0,020 -	0,029 0,027 0,029 -

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Коэффициент паропроницаемости, мг (м·час·Па)					
При					
t= -60 ⁰ С	0,08	0,05	0,040	0,05	0,055
t= +20 ⁰ С	0,05	0,05	0,045	0,05	0,045
t= +100 ⁰ С	-	-	-	0,05	0,045
t= +140 ⁰ С	0,08	0,05	0,040	-	-
Прочность сцепления с основанием, Мпа					
При					
t= -60 ⁰ С	0,33	0,32	0,35	0,33	0,31
t= +20 ⁰ С	0,34	0,30	0,35	0,32	0,30
t= +100 ⁰ С	-	-	-	0,32	0,35
t= +140 ⁰ С	0,34	0,35	0,30	-	-
Закрытая пористость структуры, %					
При					
t= -60 ⁰ С	98	96	98	94	95
t= +20 ⁰ С	98	96	95	94	92
t= +100 ⁰ С	-	-	-	94	95
t= +140 ⁰ С	95	98	95	-	-

На основании результатов проведенных испытаний можно сделать вывод, что при изменении температур в указанных диапазонах физико-механические показатели пенополиуретана Эластопор Н (Elastopor Н) практически не изменились.

Качественные показатели образцов различных модификаций пенополиуретана удовлетворяют требованиям сертификата, представленного заказчиком.

Заведующий лабораторией НИО-7
канд. техн. наук.



С.В. Попов

Ведущий научный сотрудник НИО-7
канд. техн. наук.

В.Г. Брагинский