

ЭКСПРЕСС ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ - ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ОТ «ПЕТЕРПАЙП»

Существование на рынке разнообразия марок пенополиуретановых систем, предназначенные для теплоизоляции стальных труб и фасонных изделий перед потребителем ставят ряд проблем для оценки их качества: наличие аттестованной испытательной лаборатории; условие для проведения длительных стендовых испытаний готовых продукции.



1 – ООО «Дау Изолан»,	Н - 193 мм,	**К - 37,0,	***Δm _c - 4,00,	****ρ _c - 31,6,
2 – ЗАО «Байер»,	Н - 188 мм,	**К - 36,0,	***Δm _c - 3,46,	****ρ _c - 32,7,
3 – ООО «БелИНЭКО»,	Н - 172 мм,	**К - 33,0,	***Δm _c - 3,00,	****ρ _c - 32,8,
4 – ЗАО «Эластокам» (BASF),	Н - 165 мм,	**К - 30,5,	***Δm _c - 2,77,	****ρ _c - 39,3,
5 – ЗАО «Хантсман СНГ»,	Н - 164 мм,	**К - 30,0,	***Δm _c - 2,74,	****ρ _c - 40,0,

Н - Высота ППУ в стакане после затвердения, мм.
 **К - Кратность увеличения объема ППУ после затвердения ($\frac{V_{\text{конечн.}}}{V_{\text{начальн.}}}$).
 ***Δm_c - Потеря массы в процессе пенообразования в свободном объеме, % (M_{исходн.}-M_{конечн.}).
 ****ρ_c - Плотность ППУ при свободном вспенивании, кг/м³.

ЗАО «ПЕТЕРПАЙП» предлагает эффективную методику экспресс-оценки качества ППУ-систем. Для тестирования были использованы продукция пяти известных производителей. (фото)

Образцы ППУ получили путем вспенивания в свободном объеме без применения заливочных установок. Смесь компонентов различных марок ППУ-систем (полиол и изоцианат) с общей одинаковой массой взвешивали в стакане объемом 550-600 см³, строго соблюдая их стехиометрические соотношения, рекомендуемые заводами-изготовителями. После перемешивания (скорость 3000-3500 об/мин) каждый стакан устанавливали на весах и наблюдали за процессом сво-

бодного вспенивания, начальный объем которых увеличивался синхронно с потерей массы до стабильного состояния после затвердевания.

Кратность увеличения объема ППУ, параметр К характеризует ППУ-системы с точки зрения соблюдения в них степени пропорциональности функциональных групп двух компонентов (полиола и изоцианата). При правильном подборе количественных соотношений функциональных групп К будет зависеть лишь от содержания в них катализатора и воды. При неправильном подборе процесс превращения изоцианата в полиуретан может идти не полноценно, что повлияет на общую массу газообразования. При этом с уменьшением К уменьшаются

потери массы исходных ППУ-систем (табл.), а с ростом К уменьшаются значения плотности.

Заметим, что некоторые разработчики ППУ-системы не учитывали взаимосвязь между вводимыми в полиол ингредиентами и эксплуатационными характеристиками конечной продукции. Важно знать, какие изменения происходят с ППУ в процессе термостарения, влияющего на физико-механические свойства.

При свободном вспенивании максимальные потери (Δm) не превышают 4%(фото). В замкнутом объеме в такой последовательности они могут достигать от 6,0 до 8,5%. Зная потери в различных системах, можно оценить преимущества и недостатки конкретной продукции с точки зрения экономической целесообразности.

Результаты, полученные при пенообразовании в стаканах по кратности увеличения объема ППУ-систем (фото), имеют прямое практическое значение. Величина К, в первую очередь, связана с заполняемостью ППУ пространства конструкций: чем больше К, тем меньше расходуется ППУ для равномерного заполнения объема конструкции. **Чем больше начальные потери массы в процессе пенообразования, тем меньше в дальнейшем при эксплуатации трассы ППУ подвергается деформации, что значительно сокращает процесс уплотнения ППУ. При малых К для заполнения объема конструкций с заданной плотностью необходимо введение дополнительного количества ППУ, в про-**

Таблица Характеристика ППУ различных производителей, полученного при свободном вспенивании

Производитель ППУ-системы	Соотношение компонентов		Потеря массы, %** После 24 ч. выдержки при (165±5)°С	Плотность ППУ, кг/м ³		Прочность при сжатии при 10 % деформации, МПа*		Прочность при сжатии, МПа** После термостарения 24 часа	
	Полиол	Изоцианат		До термостарения	После термостарения 24 ч. при (165±5)°С	До и после термостарения 24 ч. ППУ своб. вспен.		До	После
						До	После		
ООО «Дау Изолан»	1,0 (35,7)	1,80 (64,3)	3,4	31,6	29,9	0,21	0,23	0,36	0,38
ООО «БелИНЭКО»	1,0 (35,7)	1,80 (64,3)	3,5	32,7	31,2	0,20	0,21	0,36	0,38
ЗАО «Байер»	1,0 (36,6)	1,73 (63,4)	3,7	32,8	31,3	0,18	0,20	0,34	0,36
ООО «Эластокам»	1,0 (37,3)	1,68 (62,7)	4,0	39,3	38,0	0,16	0,18	0,33	0,34
ЗАО «Хантсман СНГ»	1,0 (40,0)	1,50 (60,0)	5,8	40,0	38,9	0,14	0,15	0,32	0,33

* Образцы ППУ после свободного вспенивания

** Образцы ППУ после теплоизоляции труб Ø57/125 мм (расчетная плотность 80 кг/м³)

***W – объемное водопоглощение

тивном случае, при эксплуатации повышение температуры приведет к уплотнению изоляции, ее отрыву от поверхности оболочки и стальной трубы.

Известно, что теплостойкость и жесткость ППУ-системы обеспечивает изоцианатная составляющая; увеличение ее доли в единице объема повышает теплостойкость. В табл. приведены соотношения полиол-изоцианат в различных ППУ-системах. Видно, что с ростом количества изоцианата от 60,0% (ООО «Хантсман»)

до 64,3% (ООО «БелИНЭКО», ООО «Дау Изолан») потеря массы после термостарения уменьшается от 5,8 до 3,4%. Это заметно влияет на прочностные характеристики. В табл. приведены значения прочности при сжатии (σсж) как исходных ППУ-систем после свободного вспенивания, так и ППУ, взятых из теплоизолированных стальных труб Ø57/125 мм с расчетной плотностью 80 кг/м³.

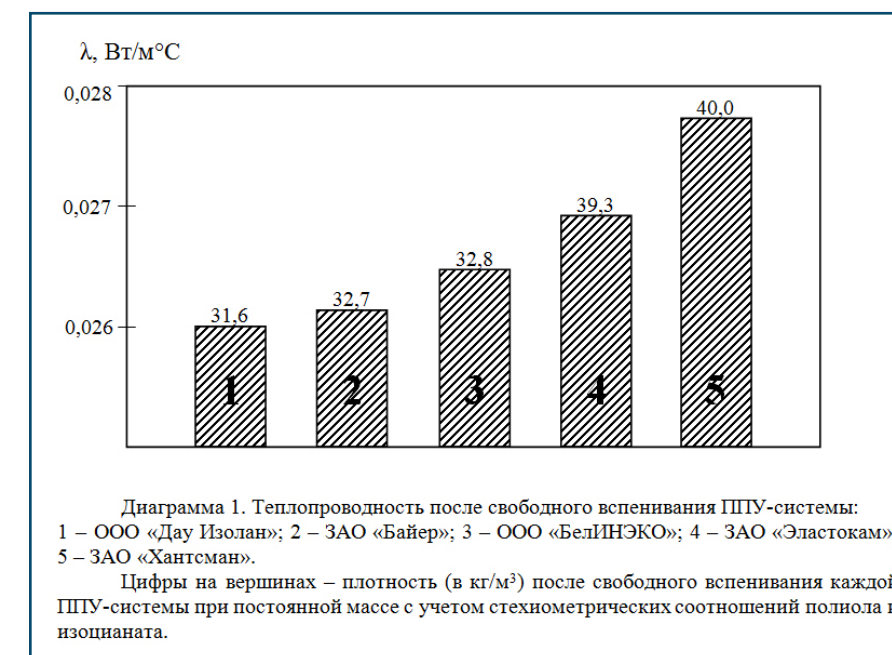
Для экспресс-оценки возьмем образцы, полученные после вспенивания в стакане. Образцы ППУ

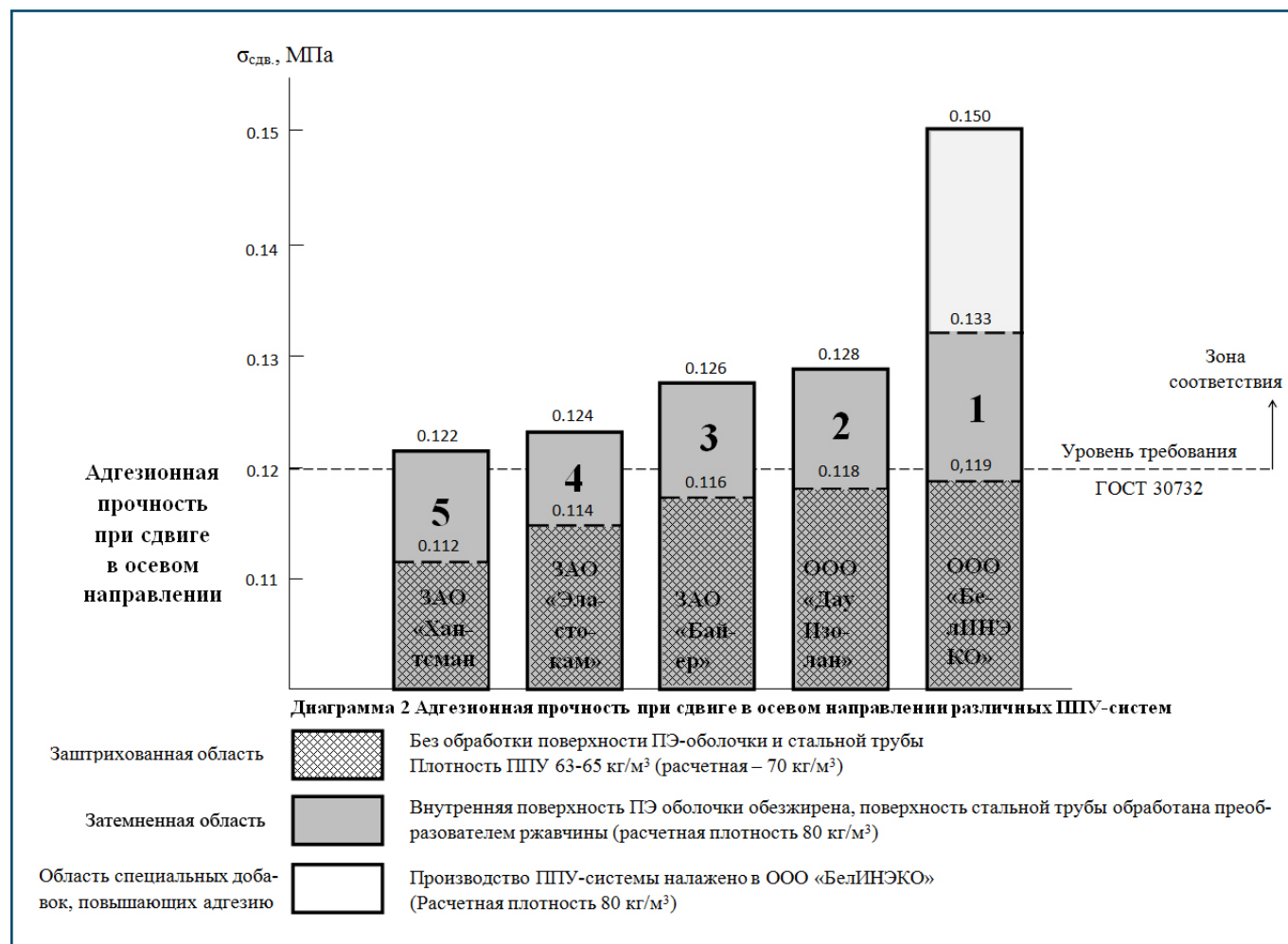
различных производителей с практически одинаковой плотностью и близкой структурой лучше характеризуют теплопроводность-λ (диаграмма 1), чем образцы, полученные в замкнутом объеме в изделиях или в специальных формах с плотностью в пределах 60-80 кг/м³ и размерами [250x250x(2,5-3,0)] мм.

Казалось бы, водные ППУ-системы, полученные при одинаковой температуре и постоянстве исходных масс (смеси компонентов полиол и изоцианат) должны иметь практически одинаковую теплопроводность. Однако уже на стадии изготовления отличия в потерях масс между ППУ-системами заметно влияют на величину теплопроводности (диаграмма 1).

Важно найти «золотую середину» - чтобы теплопроводность была низкой (минимальная λ находится при плотности ППУ 45-55 кг/м³) и физико-механические свойства, удовлетворяли требуемым нормам при длительных ускоренных испытаниях. Это достигается при плотности 80-85 кг/м³. При такой плотности теплопроводность ППУ-системы находится в пределах 0,030-0,033 Вт/м²°С.

По требованию ГОСТ-30732,λ может иметь значение 0,033 Вт/м²°С при плотности ППУ не менее 60 кг/м³. Однако при такой плотности ни один показатель, кроме объемного водопоглощения и прочности при сжатии





не соответствует требуемым нормам. На диаграмме 2 (заштрихованная область) ППУ с плотностью 60-65 кг/м³ не соответствует требованиям ГОСТ-30732 по прочности при сдвиге в осевом направлении ($\sigma_{сдв.}$). Пунктирами выделен уровень требования ГОСТа – 0,12 МПа. На затемненной области использованы дополнительные технологические приемы, повышающие $\sigma_{сдв.}$ (увеличение плотности ППУ до 80 кг/м³, обработка наружной поверхности стальных труб преобразователем ржавчины и обезжиривание внутренней поверхности ПЭ-оболочек). Далее, выше затемненной области (область специальных добавок) показана на примере ППУ-системы ООО «БелИНЭКО», где предварительно введенная в полиол 0,5% специальная адгезионная добавка повышает сцепление ППУ с ПЭ-

оболочкой и стальной трубой более 25%.

Полученные результаты позволяют выделить три основных фактора, определяющие выбор оптимальной системы:

- значение кратности увеличения начального объема в процессе пенообразования с последующей потерей массы;

- стабильность физико-механических свойств в процессе старения, напрямую влияющие на долговечность;

- стоимость продукции с заданной плотностью, для достижения требуемой долговечности.

Анализ этих факторов с учетом соотношения «цена-качество» при выборе более выгодной ППУ-системы позволяет установить ряд: ООО «БелИНЭКО» > ЗАО «Байер» > ООО «Дау

Изолан» > ЗАО «Хантсман» > ООО «Эластокам». Возможно этот ряд подвергнется незначительным изменениям в зависимости от оснащенности лабораторной базы и уровня профессиональных кадров у потребителя, но описанный метод способен помочь в выборе оптимальной ППУ-системы, отвечающей необходимым требованиям ГОСТ 30732.

А.А. Игнатов, В.Т. Ширинян,
Н.Н. Якубович



СПб, Октябрьская наб., 106 к.4
Тел.: (812)-645-25-31
www.peterpipe.ru

