

Характеристики по теплостойкости ARPRO могут иметь критическое значение в зависимости от области применения.

Ниже приведен перечень технической информации, включенной в данный документ:

1. Ожидаемый срок службы ARPRO – деградация внешнего вида
2. Ожидаемый срок службы ARPRO – деградация характеристик
3. Изменение механических свойств вследствие старения
4. Изменение механических свойств вследствие старения
5. Изменение размеров формованного изделия вследствие старения
6. Изменение размеров формованного изделия вследствие эксплуатации
7. Тепловая изоляция

1. Ожидаемый срок службы ARPRO – деградация внешнего вида

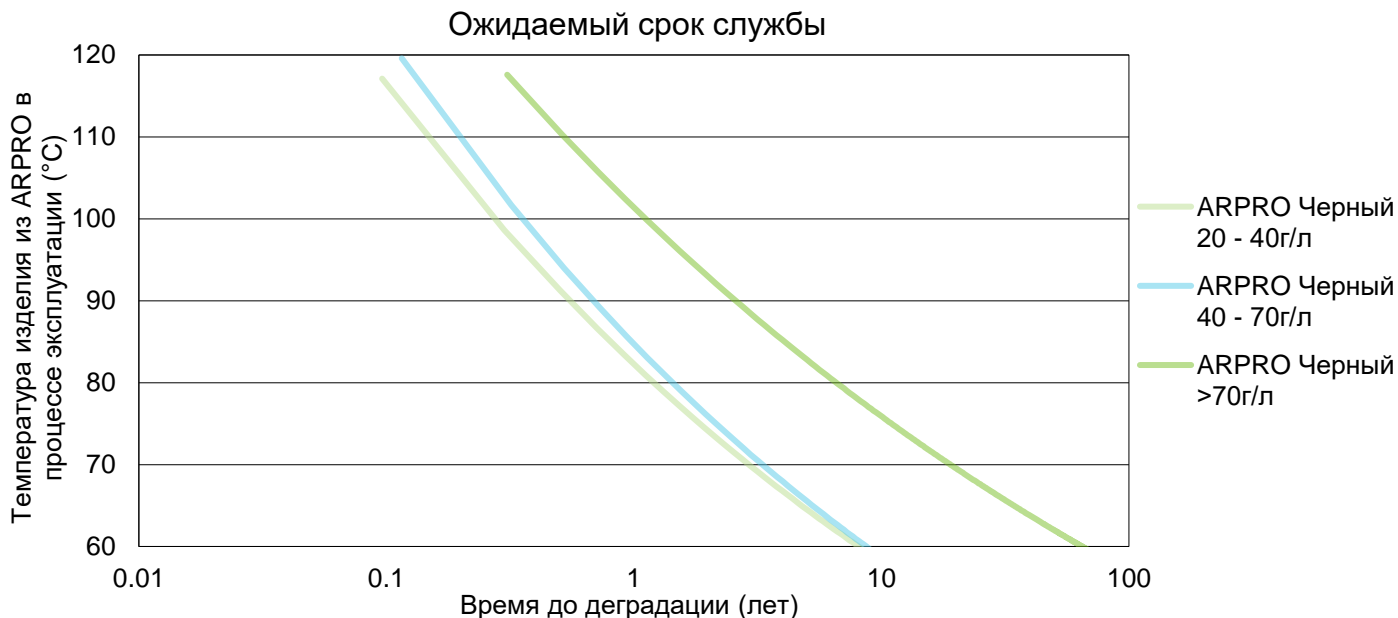
Ожидаемый срок службы материала ARPRO связан с такими параметрами, как абсолютная температура, продолжительность непрерывного воздействия температуры и плотность формованного изделия. Приведенные в этом документе данные позволяют прогнозировать, как материал ARPRO поведет себя под непрерывным воздействием температуры. Диаграммы в этом разделе показывают, где появляются первые признаки деградации (при различных температурах без какой-либо нагрузки на изделие).

Метод испытаний: Формованные изделия из ARPRO помещаются в сушильную печь при температуре, изменяющейся в пределах от 85°C до 120°C. Сбор данных прекращается при первых признаках какой-либо деградации (например, образование пыли или разрушение полимерных цепей). Плотности материалов, подвергнутых испытаниям: ARPRO Черный в промежутке от 20 г/л до 100г/л.

Критерии: Первые признаки деградации – образование пыли на образце. Это дает опорную точку для вычисления срока службы материала при заданной температуре. Обычно образование пыли начинается в углах и на ребрах формованного изделия (см. изображение). При появлении признаков деградации изделия из материала ARPRO извлекаются из сушильной печи. До тех пор, пока вышеупомянутое образование пыли не произошло, какое-либо ухудшение физических свойств отсутствует.



На следующем графике показана ожидаемая продолжительность до появления первых признаков деградации при различных температурах без какой-либо нагрузки на изделие.



Чтобы использовать эти графики, необходимо знать минимальный ожидаемый срок службы или среднюю рабочую температуру. Например, если для некоторой области применения требуемый срок службы составляет 10 лет, то материал ARPRO может использоваться при постоянной рабочей температуре 60°C или ниже. Если область применения предполагает поддержание определенного профиля температур (циклическое измерение температуры или температурные различия между зимним и летним периодами), тогда при расчете ожидаемого срока службы в качестве исходной точки следует использовать среднюю температуру.

Примечания: Существует несколько ускоряющих факторов, способствующих сокращению срока службы.

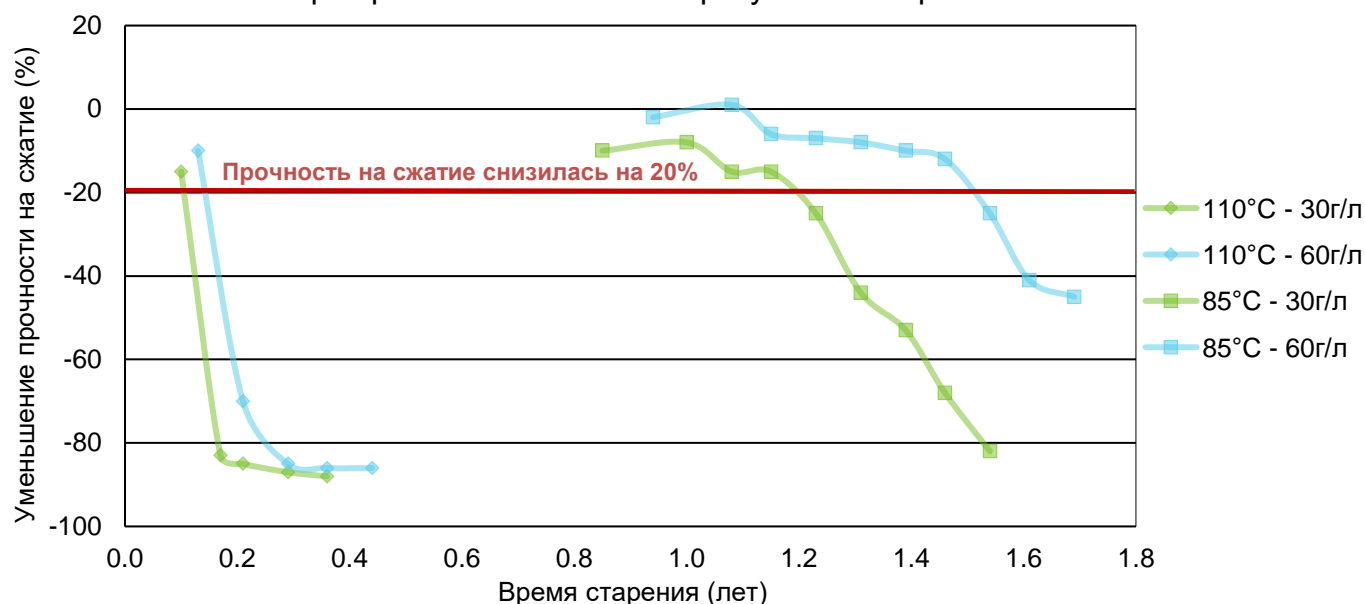
- Воздействие ультрафиолетового излучения (Обратитесь к нам для получения дополнительной информации о методике защитного покрытия).
- Прямой контакт с деталями из меди – в зависимости от температуры применения. В результате влияния меди деградация материала ARPRO ускоряется в 3 – 6 раз при температурах выше 100°C, а при температурах ниже 80°C находится на незначительном уровне. С целью избежания контакта между материалом ARPRO и медными деталями могут применяться следующие решения:
 - Воздушная прослойка.
 - Использование другого материала в качестве защитного слоя (например, алюминиевой фольги).
 - Окрашивание медных изделий эпоксидной краской.

2. Ожидаемый срок службы ARPRO – деградация характеристик

Порошок не всегда является подходящим «критерием разрушения» в зависимости от применения (видимое или нет), так как механические свойства остаются неизменными при первом появлении. Снижение прочности на сжатие зависит от времени и от температуры (исходная точка на каждом графике берется из графика «Ожидаемый срок службы» в разделе 1). При менее высоких температурах ухудшение существенно меньше, чем при более высоких температурах.

Метод испытаний: Формованные изделия из ARPRO помещаются в сушильную печь при температуре 85°C и 110°C. После появления первого признака эстетической деградации (см. Раздел 1) осуществляется регулярный мониторинг прочности на сжатие формованных изделий из ARPRO. Обычно характеристики формованных изделий из ARPRO считаются деградировавшими в том случае, когда прочность на сжатие снизилась более чем на 20%. Плотности материалов, подвергнутых испытаниям: ARPRO Черный 30г/л и 60г/л.

Потеря прочности на сжатие в результате старения



Объяснение результатов испытаний: При постоянной температуре 110°C характеристики материала ARPRO с плотностями 30г/л и 60г/л начинают ухудшаться через два месяца. При постоянной температуре 85°C материал ARPRO с плотностью 30г/л потеряет 20% своей исходной прочности на сжатие через 15 месяцев. Для материала ARPRO с плотностью 60г/л это произойдет через 18 месяцев.

3. Изменение механических свойств вследствие старения

Воздействие тепла размягчает материал ARPRO, вследствие чего его механические свойства могут с течением времени необратимо измениться. Однако при снижении температуры до температуры окружающей среды процесс старения останавливается.

Метод испытаний: Показатели прочности на сжатие и прочности на растяжение измеряются до и после старения. Испытуемые образцы, представляющие собой нарезанные блоки размером 400 x 300 x 80мм, выдерживаются при температуре 110°C в течение 10 суток или при температуре 130°C в течение 5 суток (согласно стандарту ISO 2440). Плотность материала, подвергнутого испытаниям: ARPRO Черный 60г/л.

Испытание	Метод	Единицы	Результат	Результат
Старение под воздействием тепла	ISO 2440		110°C - 10 суток	130°C - 5 суток
Прочность на растяжение				
Начальная температура окружающей среды	ISO 1798	кПа	930	930
Изменение после теплового старения		%	до 15*	до 15*
Относительное удлинение при растяжении				
Начальная температура окружающей среды	ISO 1798	%	25	26
Изменение после теплового старения		%	до 15*	до 30*
Прочность на сжатие деформация 25%				
Начальная температура окружающей среды	ISO 844	кПа	340	340
Изменение после теплового старения		%	до 5*	до 10*

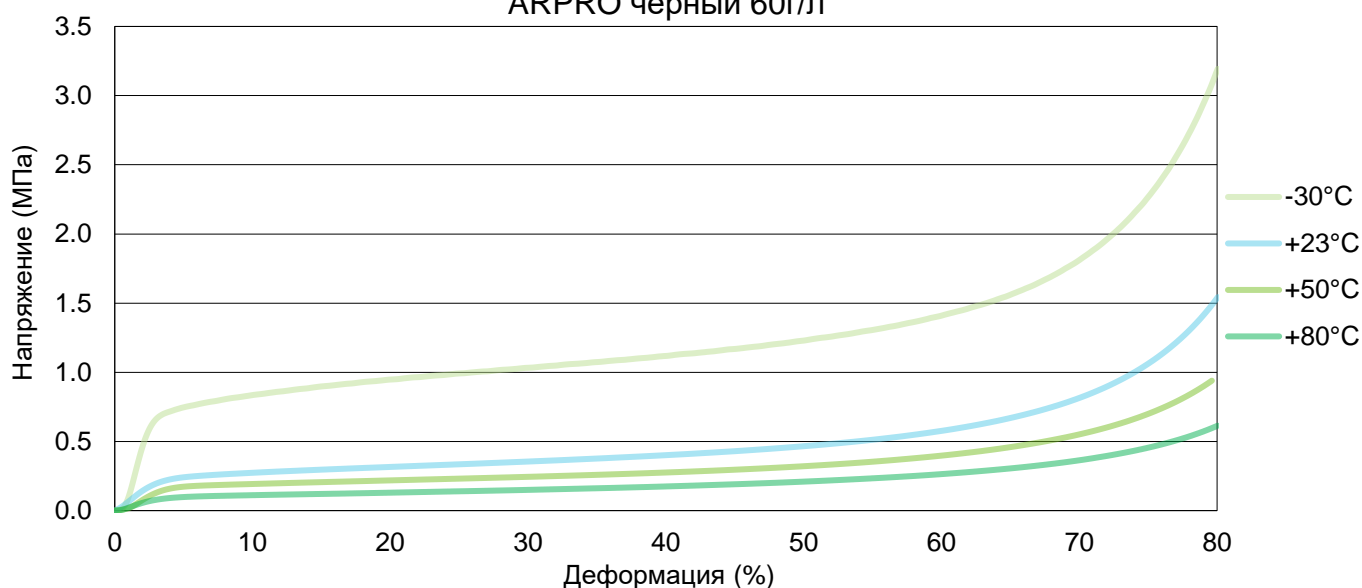
* Вариации свойств отчасти обуславливаются изменениями в условиях испытаний. Результаты испытаний на растяжение, особенно удлинение, имеют гораздо более высокий разброс, чем результаты испытаний на сжатие. Другие вариации обуславливаются уплотнением испытуемых образцов вследствие легкой усадки в ходе старения.

4. Изменение механических свойств вследствие эксплуатации

Влияние тепла размягчает материал ARPRO, вследствие чего его механические свойства могут измениться в процессе применения, однако эти изменения являются обратимыми. При снижении температуры до температуры окружающей среды механические свойства ARPRO восстанавливаются до того уровня, который имел место при температуре окружающей среды.

Метод испытаний: Сжатие согласно стандарту ISO 844 со скоростью 5мм/мин. Плотность материала, подвергнутого испытаниям: ARPRO черный 60г/л.

Свойства под сжимающей нагрузкой - ISO 844
ARPRO черный 60г/л



Результаты испытаний: Под воздействием тепла материал ARPRO размягчается, но сохраняет остаточную сопротивляемость даже при высокой температуре. В общем случае термопластическое поведение останется стабильным вне зависимости от температуры испытаний, даже при температурах ниже температуры стеклования (примерно -10°C).

5. Изменение размеров формованного изделия вследствие старения

Формованные изделия содержат в себе гранулы материала ARPRO. Поскольку размеры каждой такой гранулы могут измениться под воздействием тепла, то размеры формованного изделия также могут измениться.

Низкие температуры оказывают не столь значительное влияние на размеры; самые большие изменения обуславливаются высокими температурами. Результатом является легкая усадка изделия, зависящая от воздействующей температуры, от продолжительности старения и от плотности испытываемого материала. При представленных ниже температурах и плотностях наблюдается легкое уплотнение (на уровне от 1г/л до 5г/л).

Метод испытаний: ISO 2796. Три образца из материала ARPRO с размерами 100x100x25 мм нагреваются в печи сухим воздухом и подвергаются процессу старения при температуре 110°C в течение 10 суток или при температуре 130°C в течение 5 суток. Температура регулируется в пределах $\pm 2^\circ\text{C}$. Размеры по каждому направлению измеряются до и после процесса старения, в 3 различных момента времени. Значения, представленные в этом документе, представляют собой усредненные вариации длины, ширины и толщины.

Плотность формованного изделия из материала ARPRO (г/л)	Изменение линейных размеров (%)	
	Старение при 110°C в течение 10 суток	Старение при 130°C в течение 5 суток
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

Примечание: Влияние на размеры может быть частично усилено или ослаблено посредством изменения заданного давления в процессе формования. (Обратитесь к нам для получения более подробной информации относительно изменения заданного давления в процессе формования).

6. Изменение размеров формованного изделия вследствие эксплуатации

Коэффициент линейного теплового расширения характеризует склонность данного материала к расширению (или сжатию) под воздействием температуры (нагрев или охлаждение). Следует, однако, отметить, что материал ARPRO способен компенсировать эти механические вариации в случае применения к изделию из него механических ограничений.

Метод испытаний: Контрольные метки наносятся с интервалом 25мм по длине образца, начиная с одного его конца. Образец на 24 часа помещается в термостатическую камеру при начальной температуре. Точная длина интервалов между контрольными метками измеряется сразу же после извлечения образца из термостатической камеры. После этого образец на 24 часа помещается в термостатическую камеру при конечной температуре. Сразу же после извлечения из термостатической камеры длина интервалов между контрольными метками измеряется еще раз. Начальные и конечные температуры составили -40°C и 20°C, 20°C и 80°C. Плотности материалов, подвергнутых испытаниям: 20г/л и 200г/л; сорт ARPRO черный.

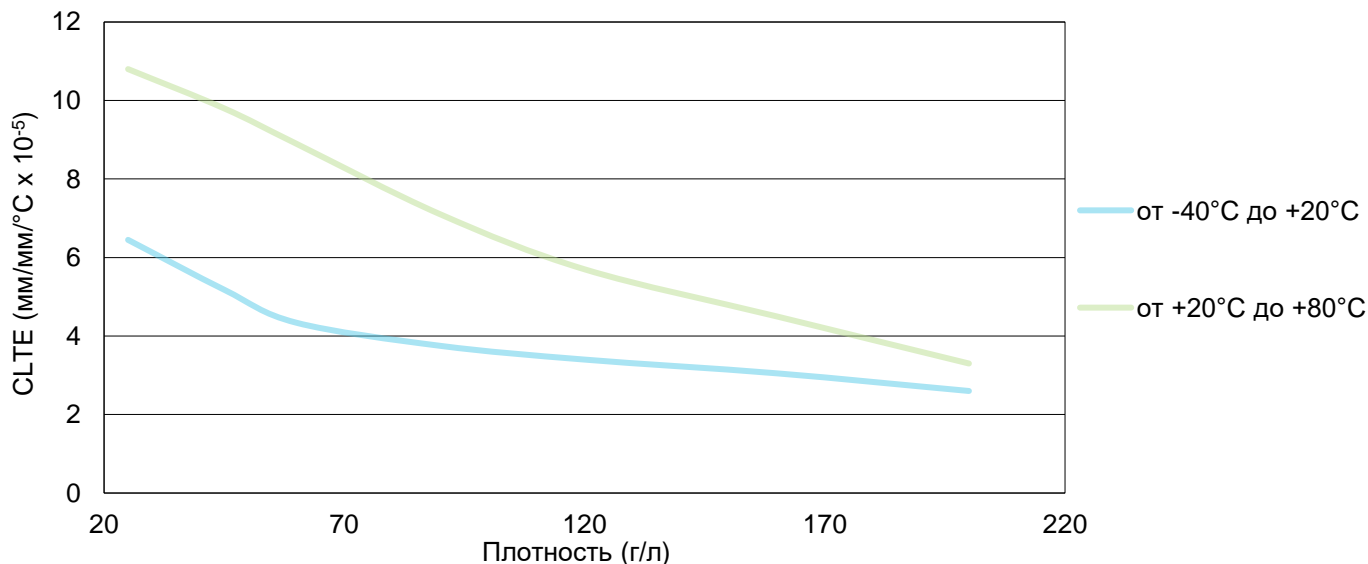
Коэффициент линейного теплового расширения (К) вычисляется с помощью следующего выражения:

$$K = (L_1 - L_0) / (\Delta T * L_0)$$

Где: L1 – длина образца после воздействия конечной температуры; L0 – длина образца после воздействия начальной температуры и ΔT – разность между конечной температурой и начальной температурой.

Примечание: Конечные результаты могут несколько измениться в зависимости от геометрических характеристик формованного изделия.

Коэффициент линейного теплового расширения (CLTE)
ARPRO черный 20г/л до 200г/л



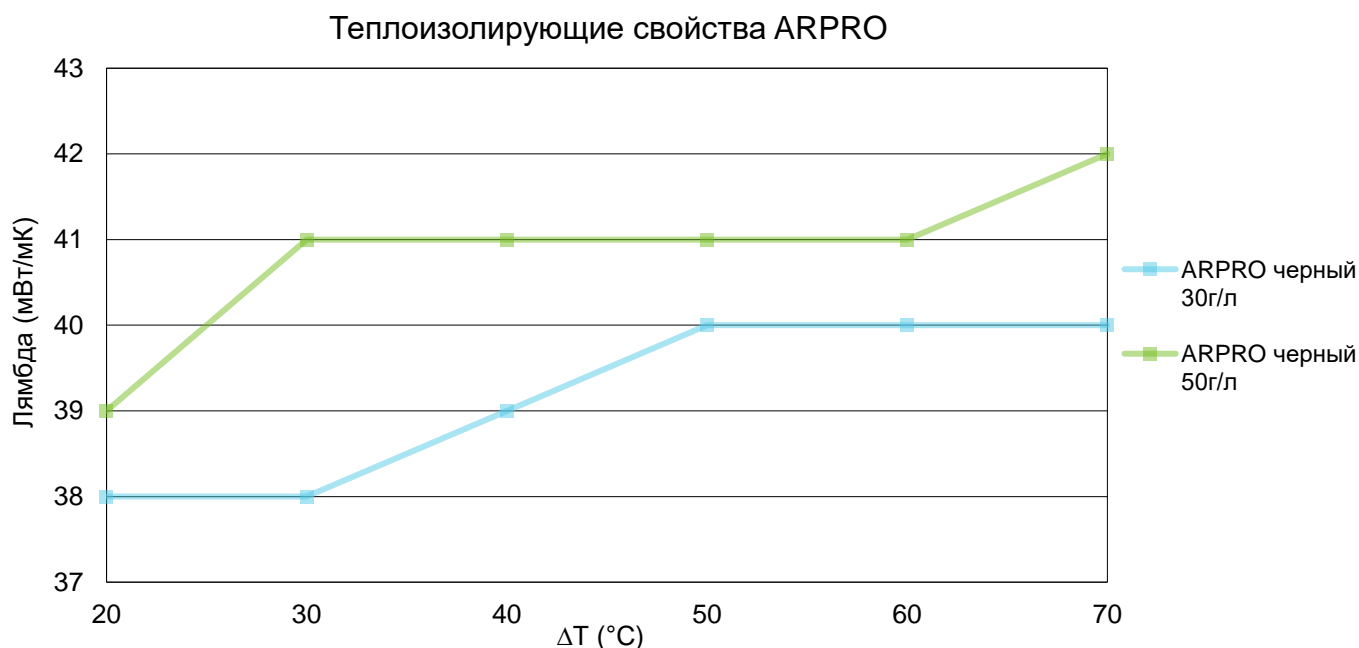
Объяснение результатов испытаний: Для материала ARPRO с плотностью 160г/л в диапазоне температур от 20°C до 80°C размеры ARPRO изменяются на $4.5 \cdot 10^{-5}$ мм на мм при изменении температуры на 1°C. Другими словами, если изделие из материала ARPRO с плотностью 160г/л имеет первоначальную длину 100мм, то после выдерживания этого изделия на протяжении 24 часов при температуре 80°C его конечная длина составит 100.27мм.

$$L_1 = L_0 + K \cdot \Delta T \cdot L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 100 = 100.27 \text{ мм}$$

7. Тепловая изоляция

Показанные ниже данные получены по результатам испытаний с использованием двух различных методов. В обоих случаях используется показатель теплопроводности материала λ (лямбда). Чем меньше λ , тем лучше изоляция.

Метод испытаний А: ISO 8301. Эти результаты получены посредством увеличения перепада температур между двумя пластинами. Температура изменяется от 20 до 70°C. Температура холодной пластины поддерживается на уровне 21°C, а температура горячей пластины является переменной. В данном случае показатель λ характеризует функцию температурного градиента. Плотности материалов, подвергнутых испытаниям: 30г/л и 50г/л ARPRO черный.



Метод испытаний В: ISO 8301-8302. Защищенный нагреватель помещается между двумя формованными испытуемыми образцами, которые контактируют с измерителем теплового потока и с охлаждающей пластиной. Значение характеристики определяется по таким показателям, как тепловой поток, средняя разность температур между поверхностями образцов и размеры образцов. Эти результаты получены при различных средних температурах (от 10 до 40°C), однако разность между температурой холодной пластины и температурой горячей пластины всегда составляла 16°C. В данном случае показатель λ характеризует энергию, перенесенную через единицу площади и за единицу времени при температурном градиенте 1°C/м. Плотности материалов, подвергнутых испытаниям, составили: от 20г/л до 220г/л для сорта ARPRO черный, от 20г/л до 80г/л для сорта ARPRO Белый и от 40г/л до 60г/л для сорта ARPRO Серый.

Примечание: Некоторые добавки способны повлиять на характеристики тепловой изоляции. К примеру, пигмент Carbon Черный вызывает частичное отражение излучения, поэтому с точки зрения теплопроводности сорт поэтому ARPRO Серый лучше изолирует, чем ARPRO Белый.

