



**Отчет № 002Ф/21**

***Воздуховод из каменной ваты «Climaver+». Испытания и подбор  
компонентов.***

Исполнители:

Инженер центра НИОКР и ТЭ,  
специалист II уровня по ТК методу неразрушающего контроля,  
квалификационное удостоверение № НОАП-0057-0057-6950  
Фюрст С.В.

  
(подпись)

Руководитель центра НИОКР и ТЭ,  
специалист II уровня по ТК методу неразрушающего контроля,  
квалификационное удостоверение № НОАП-0057-03-3071  
Еремин Н.В.

  
(подпись)

Технический менеджер,  
специалист II уровня по ТК методу неразрушающего контроля,  
квалификационное удостоверение № НОАП-0057-03-3071  
Локтев С.М.

  
(подпись)

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В продуктовом портфеле СГСРР имеется инновационный продукт – самонесущий воздуховод из кварцевой ваты «Climaver». Данный воздуховод собран на базе материала с группой горючести Г1 (КМ0) (Декларация о соответствии приведена на рис.1), что накладывает существенные ограничения на его широкое применение. В ряде случаев, требуются негорючие воздуховоды – НГ (КМ0). Для построения комплексного предложения самонесущих воздуховодов систем вентиляции и решения вопросов стыковки негорючей части воздуховода с горючей, была предложена идея разработать негорючий самонесущий воздуховод из каменной ваты – “Climaver+” (рабочее название).

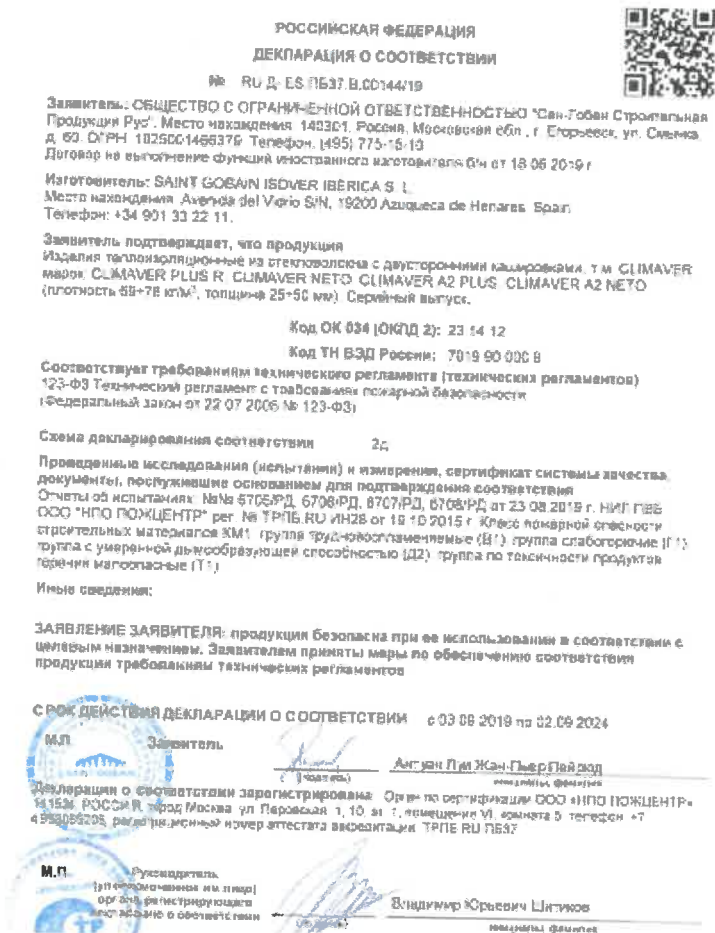


Рис. №1 Декларация о соответствии на материал CLIMAVER

С целью оценки перспективности использования в составе самонесущего воздуховода материалов различной плотности и состава, было принято решение провести испытания 5 материалов в составе различных систем:

- Система №1: мат прошивной Isotec WM80-AL2 толщиной 30 мм, механически закрепленный приварными штифтами- «базовый» вариант, на основании испытаний которого будет строится модель аппроксимации;

- Система №2: клей на базе натрий-силикатного стекла с карбонатным наполнителем торговой марки «Боларс», нанесенный на воздуховод прямоугольного сечения из стали оцинкованной толщиной 0,8 мм;
- Система №3: Плита минераловатная (камень) Isover Изоруф Н Оптимал толщиной 50 мм, приклеенная к воздуховоду стальному клеем «Боларс» и дополнительно защищенная слоем этого же клея;
- Система №4: Плита минераловатная (камень) Isoroc Изофас-110 толщиной 50 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фольма-тканью (СФ-К);
- Система №5: Плита минераловатная (камень) Isover Изоруф В Оптимал толщиной 40 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фольма-тканью (СФ-К);

Дата проведения испытаний: 01.04.2021 г.

Цель: Испытание и анализ перспективности материалов для самонесущего воздуховода «Climaver+». Сборка модели воздуховода

Место проведения: «Академия Сен-Гобен», Россия, Московская область, г. Москва, ул. Бойцовая, дом 6.

Средства измерений:

- тепловизор Fluke-Ti400;
- рулетка измерительная;
- секундомер, встроенный в смартфон;
- фотокамера, встроенная в смартфон.

Описание процесса испытаний:

Испытуемая система материалов, подвергается высокотемпературному воздействию газовой горелкой. Газовая смесь (пропан 70%, бутан 30% при сгорании в обычных условиях) дает температуру факела около 1100 °С. Тем самым создаются температурные условия схожие с температурным режимом пожара – «реактивный факел» (ближе всего к углеводородному температурному режиму по ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014). Температура на обогреваемой и необогреваемой поверхности фиксируется тепловизором Fluke-Ti400. Время испытания фиксируется секундомером, для каждого образца -- 300 сек, либо по достижении температуры на необогреваемой поверхности 180 °С. Глубина разрушения образцов покрытия замеряется рулеткой, особенности разрушения оцениваются визуально и тактильно.

## 2. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ.

### Испытания системы 1.

- *Основа:* Воздуховод прямоугольного сечения из стали оцинкованной толщиной 0,8 мм.
- *Изоляционное покрытие:* Мат прошивной Isotec WM80 AL2 (Прошивной мат 80-СМ-АЛ2) толщиной 30 мм, крепеж механический: приварные штифты.

Температура на обогреваемой и необогреваемой поверхности фиксируется тепловизором Fluke-Ti400 (приведен на рис.2).

Процесс испытаний наглядно продемонстрирован на рис. №№ 3, 4.



Рис.№2 Тепловизор



рис.№3 Горелка в действии.

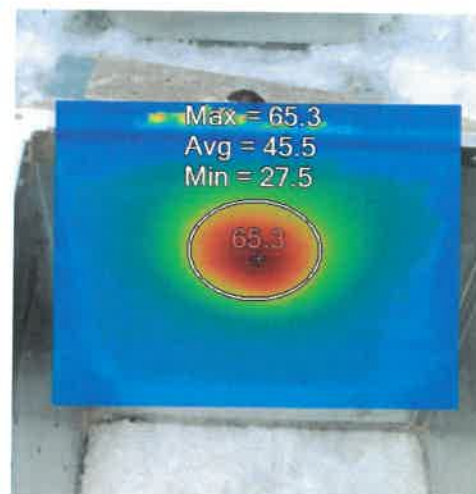


Рис.№4. Снимок тепловизора внутренней поверхности

### Построение аппроксимационной модели:

Фиксируем время с момента начала огневого воздействия и температуру.

По полученным данным строим график температурной кривой, приведен на рис.5.

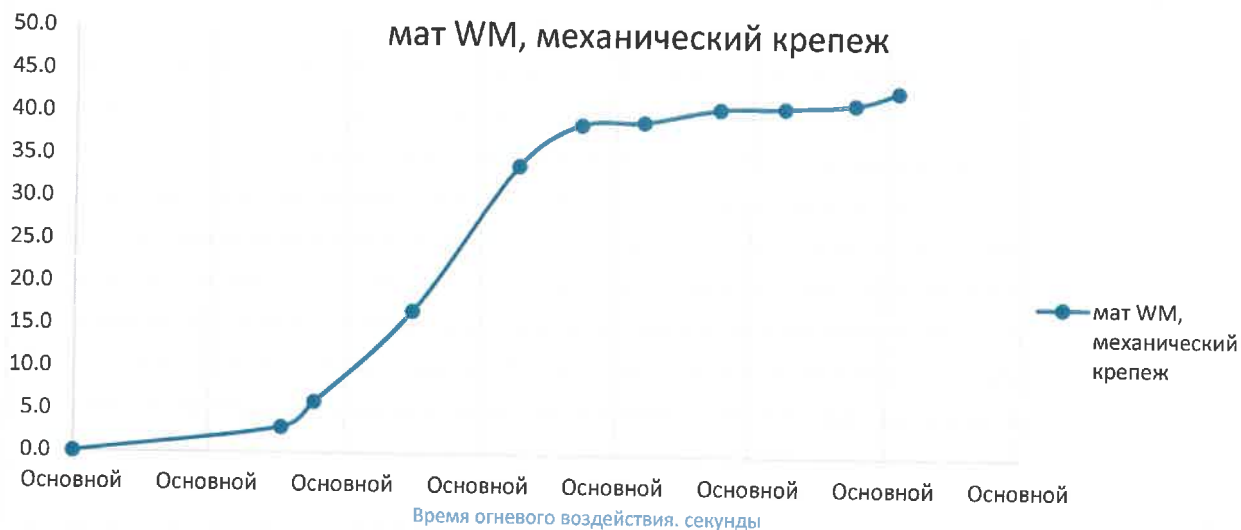


Рис.№ 5 График изменения температуры внутренней поверхности воздуховода.

Для системы №1 нам известен подтвержденный испытаниями по ГОСТ Р 53299 предел огнестойкости = EI 60.

Сопоставляя имеющийся график, температурный график стандартных огневых испытаний (по ГОСТ Р 30247.0-94) и известный предел огнестойкости EI 60, методом линейной экстраполяции возможно построение графо-аналитической модели для альтернативных изоляционных материалов стального воздуховода – аппроксимационная модель. С помощью этой модели возможна оценка ожидаемых огнезащитных качеств альтернативных материалов огнезащиты стального воздуховода.

#### Испытания системы №2.

Основа: Воздуховод прямоугольного сечения из стали оцинкованной толщиной 0,8 мм.

Изоляционное покрытие : Клей натрий-силикатный «Боларс».

Процесс испытаний наглядно продемонстрирован на рис.№6.

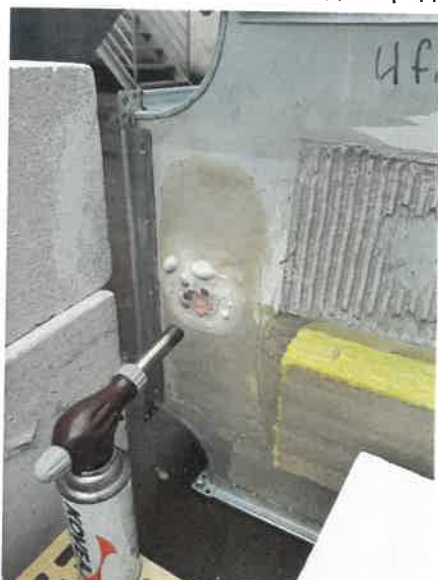


Рис. №6 Испытание системы №2

График изменения температуры приведен на рис.7

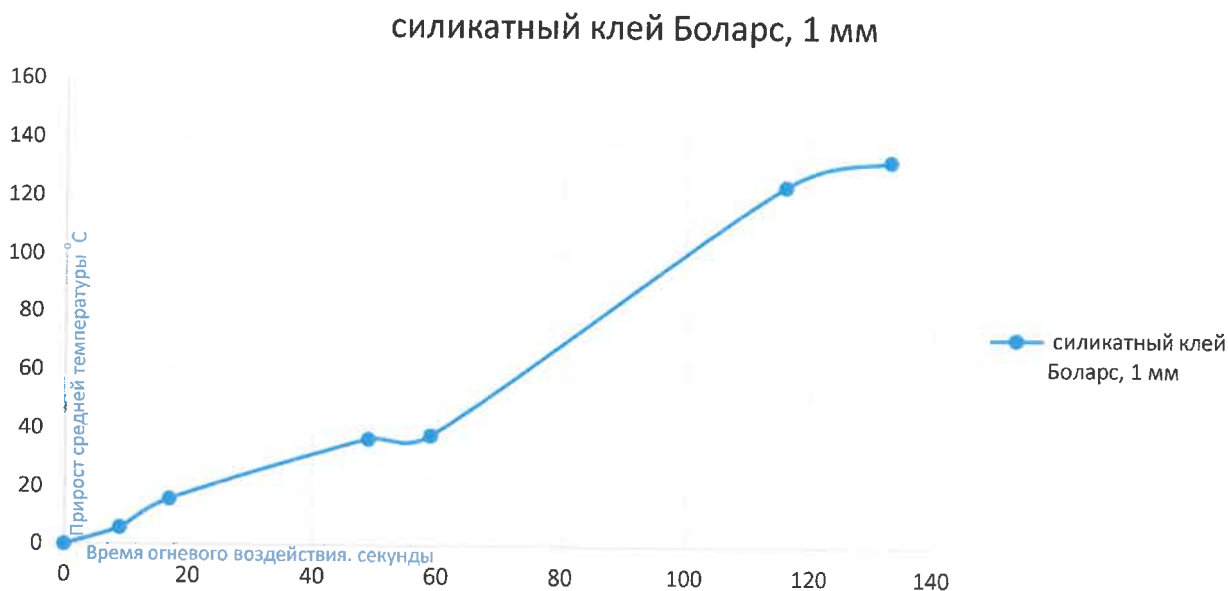


Рис.№7 График изменения температуры внутренней поверхности воздуховода. Система №2.

В соответствии с аппроксимационной моделью, ожидаемый предел огнестойкости полученный аналитическим путем, для системы №2 (стальной воздуховод защищенный слоем клея натрий-силикатного «Боларс» толщиной 1 мм) составит = EI 8 минут.

#### Испытания системы №3.

Основа: Воздуховод прямоугольного сечения из стали оцинкованной толщиной 0,8 мм.

Изоляционное покрытие: Плита минераловатная (камень) Isover Изоруп Н Оптимал толщиной 50 мм приклеенная к воздуховоду стальному клеем «Боларс» и дополнительно защищенная слоем этого ж клея;

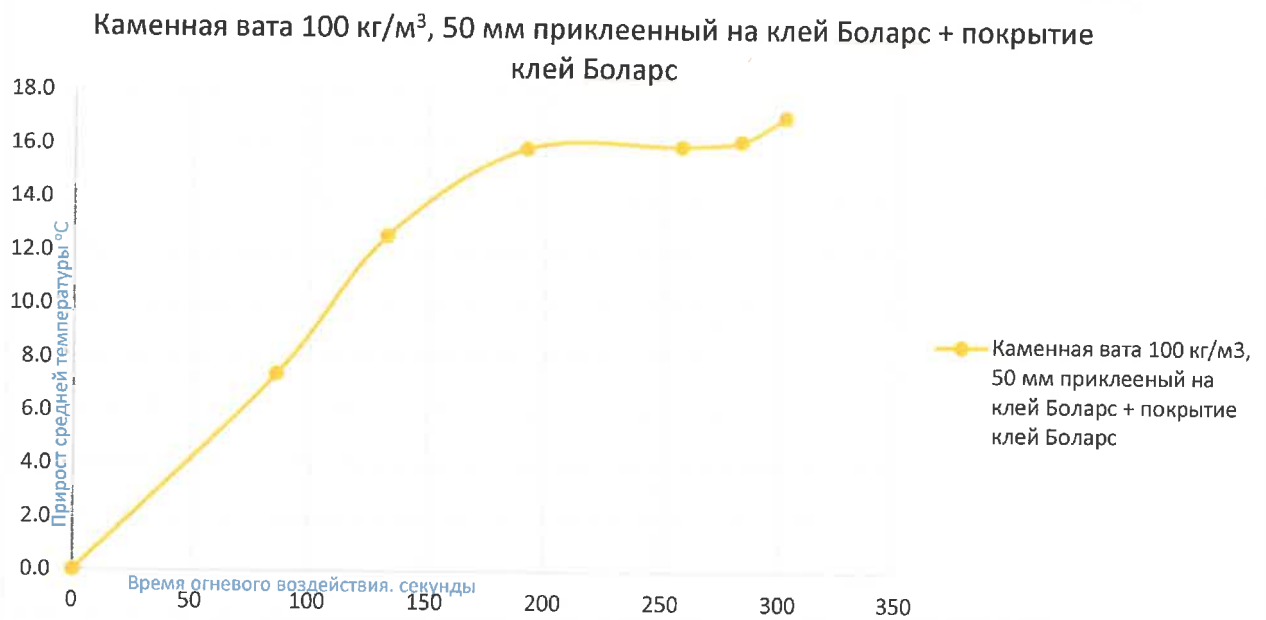
Процесс испытаний наглядно продемонстрирован на рис.№8.



Рис.№8 Испытания системы №3.



График изменения температуры приведен на рис.9.



В соответствии с аппроксимационной моделью, ожидаемый предел огнестойкости для системы №3 (стальной воздуховод защищенный плитой минераловатной (камень) Isover Изоруф Н Оптимал толщиной 50 мм, приклеенной к воздуховоду клеем «Боларс» и дополнительно защищенная слоем этого же клея) составит = EI 150 минут.

#### Испытания системы №4.

Изоляционное покрытие: Плита минераловатная (камень) Isoroc Изофас-110 толщиной 50 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фолма-тканью (СФ-К);

Процесс испытаний наглядно продемонстрирован на рис. 10.



Рис.№ 10 Испытания системы №4

График изменения температуры приведен на рис.11

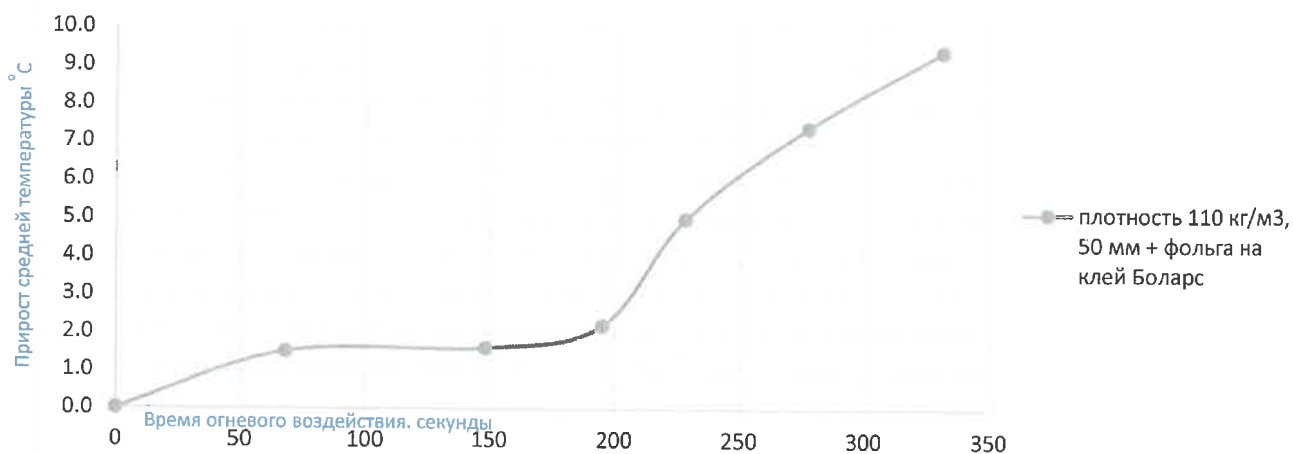
плотность 110 кг/м<sup>3</sup>, 50 мм + фольга на клей Боларс

Рис. № 11. График изменения температуры внутренней поверхности. Система №4.

В соответствии с аппроксимационной моделью, ожидаемый предел огнестойкости для системы №4 (плита минераловатная (камень) Isoгос Изофас-110 толщиной 50 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фольма-тканью (СФ-К)) составит = EI 168 минут.

Испытания системы №5.

Изоляционное покрытие: Плита минераловатная (камень) Isover Изоруф В Оптимал толщиной 40 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фольма-тканью (СФ-К);

Процесс испытаний наглядно продемонстрирован на рис. 12.



Рис. №12. Испытания системы №5.

График изменения температуры приведен на рис.13



### Каменная вата 160 кг/м<sup>3</sup>, 40 мм + фольга на клей Боларс

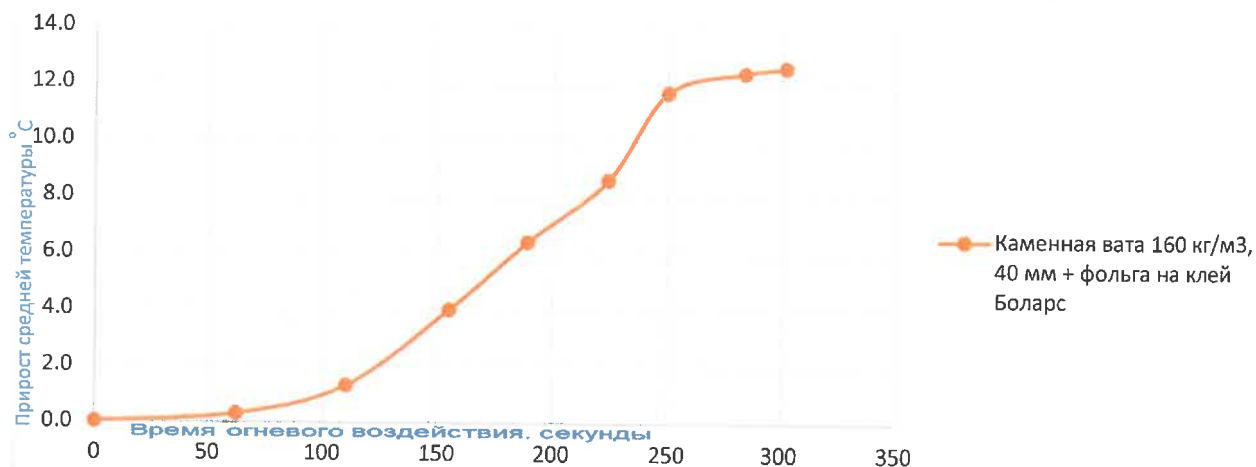


Рис.№ 14. График изменения температуры внутренней поверхности. Система №5.

В соответствии с аппроксимационной моделью, ожидаемый предел огнестойкости для системы №5 (плита минераловатная (камень) Isover Изоруф В Оптимал толщиной 40 мм с приклеенной клеем «Боларс» с наружной стороны фольма-тканью (СФ-К)) составит = EI 154 минуты.

### 3. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Графики изменения температуры для испытанных систем представлены на рис.15

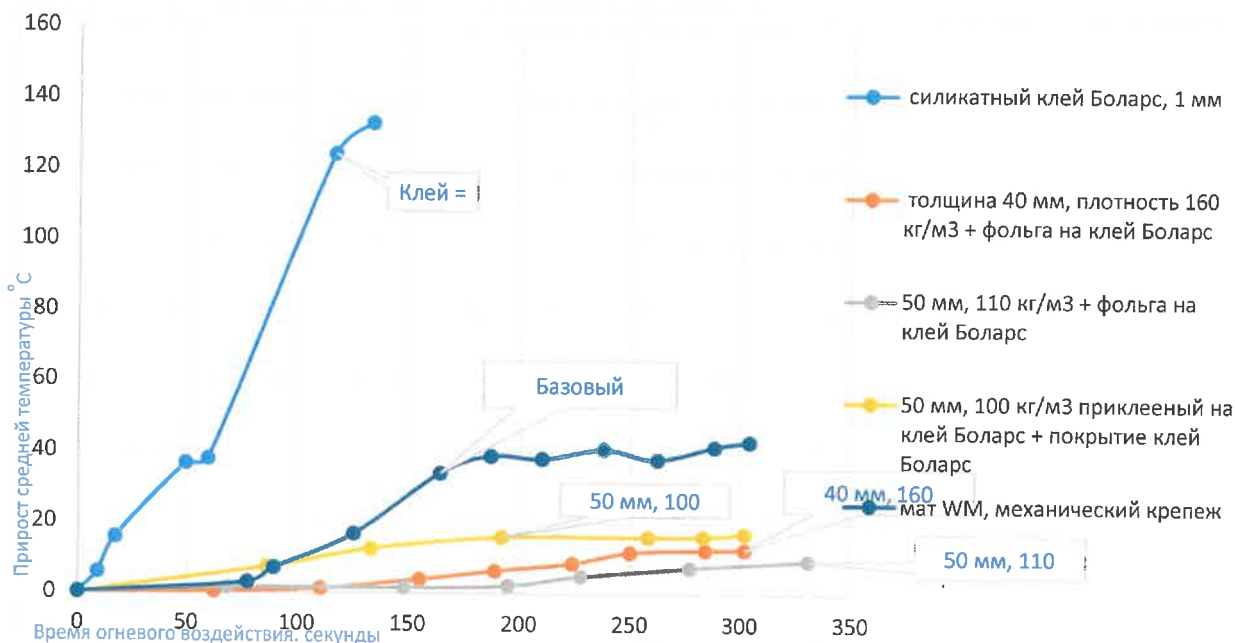


Рис. №15. Графики изменения температур испытанных систем 1-5.

График базовой системы позволяет оценить перспективность разработки системы с точки зрения огнестойкости: кривые, находящиеся над базовым графиком, имеют показатели огнестойкости ниже, а кривые проходящие под линией базовой системы -- соответственно, имеют

более высокие характеристики огнестойкости. Для комплексной оценки перспективности, требуется учесть также вес и стоимость систем (см. табл. 1).

Таблица №1

Показатели огнестойкости, веса и стоимости испытанных систем.

Базис системы	Боларс	Минеральная вата				
		100 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> , 50 мм + Клей Боларс	160 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> , 40 мм + фольга + Клей Боларс	110 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> , 50 мм + фольга + Клей Боларс	Isotec WM80 30 мм + Мех. крепеж	Isotec WM80 50 мм + Мех. крепеж
Вспомогательные компоненты	-					
Стоимость, руб/м <sup>2</sup>	40	247.5	322.4	389.5	400	570
Вес, кг/м <sup>2</sup>	0.9	7.10	8.04	7.46	2.6	4.2
Огнестойкость, минут	8	150	154	168	60	120
Удельная стоимость, руб/мин	5	1,65	2,09	2,32	6,67	4,75
Удельный вес, грамм/мин	112.5	47.33	52.20	44.40	43.33	35

Силикатный клей «Боларс» толщиной около 1 мм, показал невысокую огнезащитную эффективность и по этой причине может быть рекомендован к использованию не отдельно а только в составе огнезащитной системы.

По удельной стоимости (руб/мин) самым низким (лучшим) значением характеризуется система на основе каменной ваты плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>.

По удельному весу (грамм/мин), из испытанных систем, лучшими результатами отличилась система на базе каменной ваты плотностью 110 кг/м<sup>3</sup>.

Для наглядности, приведем информацию в графическом виде.

Диаграммы стоимости, веса и огнестойкости испытанных систем, приведены на рис. 16, 17.

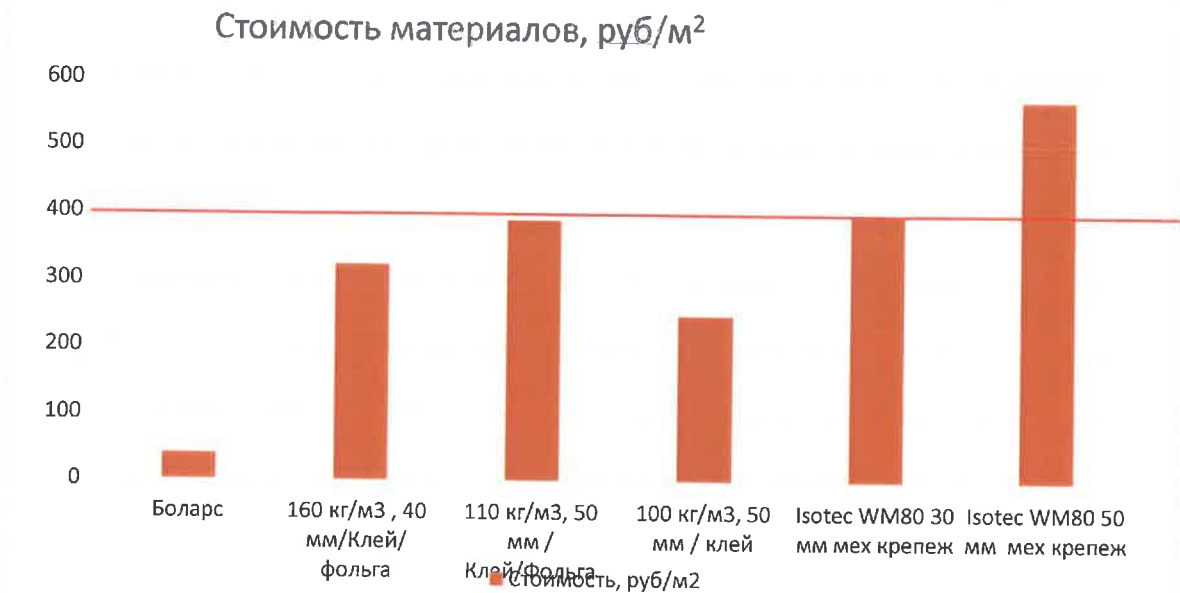


Рис. № 16. Показатели стоимости систем в руб. / м²

Все испытанные системы, по стоимости, конкурентоспособны с уровнем базовой системы №1 (уровень показан красной линией).

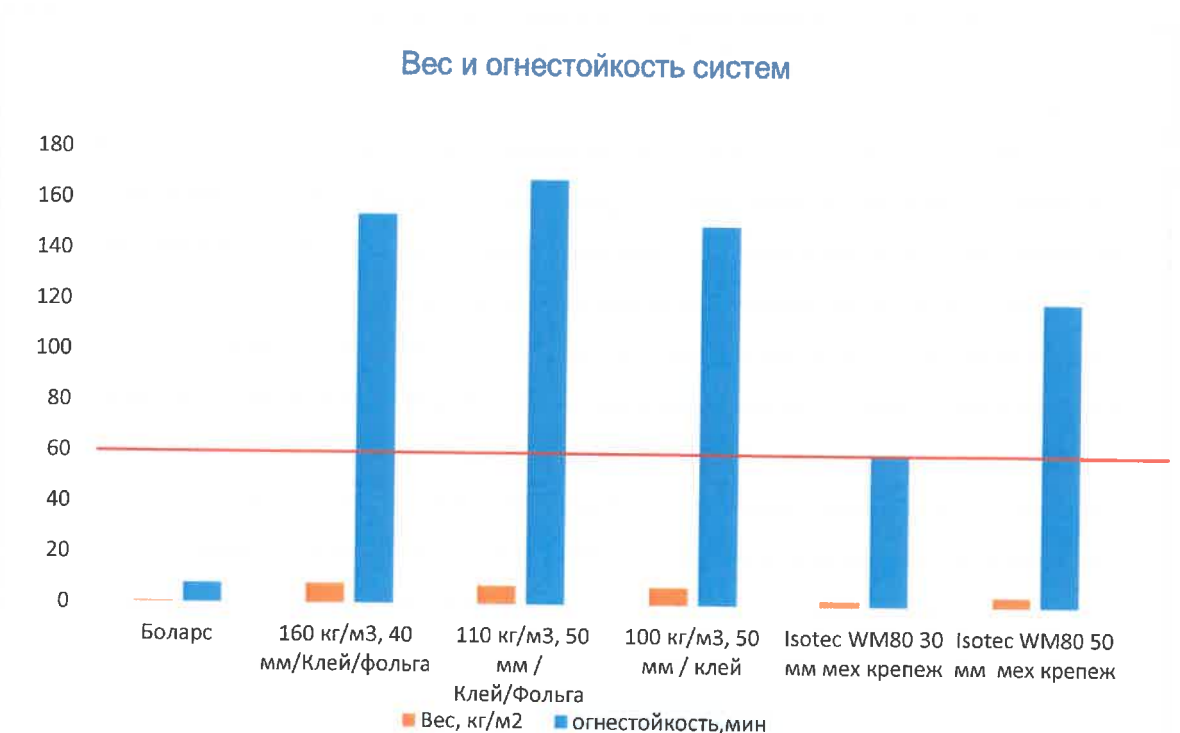


Рис. № 17. Показатели веса и огнестойкости испытанных систем.

Все испытанные системы (кроме клея) по уровню огнезащитной эффективности превосходят уровень (показан красной линией) базовой системы №1.

#### 4. ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ СИСТЕМ.

Испытание натрий-силикатного клея «Боларс» и особенности разрушения приведены на рис. 18, 19, 20.



Рис № 18. Испытания системы №2.



Рис №№ 19, 20. Особенности разрушения системы



В ходе анализа эксперимента выявлено следующее: после огневого воздействия натрий-силикатный клей «Боларс» «отходит» от металла воздуховода только в зоне воздействия крайне высоких температур  $>400$  °С. В остальной области сохраняя достаточную адгезию к неогрунтованному металлу. Натрий-силикатный клей не горит, не дымит и не воспламеняется.

Данная особенность позволяет дать позитивную оценку клеям на натрий-силикатной и калий-силикатной основе в применении в качестве компонента огнезащитных систем.

Процесс обследования испытанных образцов систем на базе каменной ваты представлен на рис 21, 22, 23.



Рис.№ 21 Испытания системы 3



Рис.№ 22. Замер глубины деструкции SW Isoroc

Выявлено: каменная вата плотностью более  $100$  кг/м<sup>3</sup> исключает воздействие высоких температур на основу; глубина «прожига» составила около 60 % толщины плиты; материал

плотностью 160 кг/м<sup>3</sup> не имеет явного преимущества; каменная вата плотностью около 110 кг/м<sup>3</sup> обладает оптимальным набором свойств для создания самонесущего негорючего огнестойкого воздуховода.

Последствий «прожига» систем с покрытием негорючей фольма-тканью представлены на рис 23.

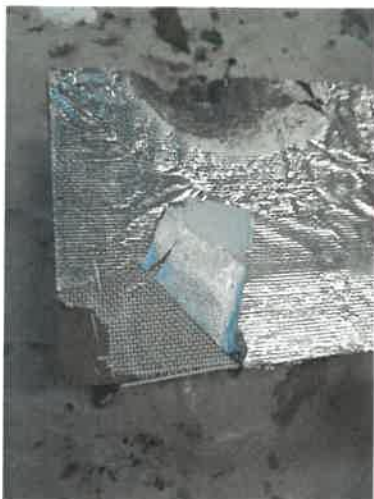


Рис.№ 23 Последствия высокотемпературного воздействия на систему с фольма-тканью.

Фольма-ткань СФ (К) продемонстрировала «негорючесть», стойкость к высоким температурам и достаточную адгезию, что подтверждает первоначально позитивную оценку данного материала для целей создания негорючего воздуховода из каменной ваты.

## 5. НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. ГОСТ Р 53299-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 09.12.2013 N 2213-ст).
2. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
3. "ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования" (введен в действие Постановлением Минстроя РФ от 23.03.1995 N 18-26).
4. "ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Альтернативные и дополнительные методы" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 06.10.2014 N 1275-ст)
5. ТУ 23.99.19-005-53792403-2017 Плиты теплоизоляционные ISOROC из минеральной ваты на синтетическом связующем. Технические условия.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате серии экспериментов выявлены наиболее подходящие компоненты для разработки огнестойкого воздуховода из каменной ваты «Climaver+».

Получено экспериментальное подтверждение достаточной адгезии силикатного клея как к металлу основания так и к минеральной вате.

Исходя из требуемого баланса свойств (вес, плотность, огнестойкость, прочность) материалов для самонесущего огнестойкого воздуховода и результатов проведенных испытаний, можно рекомендовать к дальнейшей проработке возможности применения следующие компоненты:

- плита минераловатная на базе каменного волокна плотностью 110 кг/м<sup>3</sup>;
- фольма-ткань на негорючей основе СФ (К);
- клей силикатный.