



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»

имени И. В. Горюнина  
Государственный научный центр

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 11.131- 32 -2025

от « 04 » июня 2025г.

г. Санкт-Петербург  
Телефон (812) 274-17-29

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального  
директора, д.т.н.



А.В. Анисимов

### 1. Наименование Заказчика испытаний

ООО НПО «Броня»

Адрес: 400005, г. Волгоград, ул. Батальонная, д. 13 А

### 2. Наименование продукции и дата получения испытуемых образцов

Металлические образцы из стали марки ВСтЗсп2, предварительно загрунтованные грунтовками: ФЛ-03К (ГОСТ9109-80), ЭП-0010 (ГОСТ 28379-89) и окрашенные жидким керамическим теплоизоляционным покрытием Броня Классик (ТУ 2216-006-09560516-2013 с изм.1), цвет белый, партия № 00001 (17-337-137), дата изготовления 04.12.2024г.

Образцы с теплоизоляционным покрытием Броня Классик получены для испытаний по акту изготовления и передачи № 01 от 10.01.2025г. от представителя ООО НПО «Броня».

### 3. Краткая характеристика испытуемого образца:

Объектом испытаний являются образцы из углеродистой стали размером 100x150x3 мм, предварительно окрашенные с обеих сторон грунтовками ФЛ-03К, и ЭП-0010 с нанесенным на образцы с одной стороны теплоизоляционным покрытием Броня Классик.

Керамическое теплоизоляционное покрытие Броня Классик представляет собой смесь жидкой водно-дисперсионной композиции, состоящей из стирол-акриловых полимеров, пигментирующих, антипиреновых и ингибирующих добавок и керамического наполнителя вакуумированных микросфер.

**4. Вид испытаний:** Определение стойкости покрытия к воздействию изменения температуры, повышенной влажности, соляного тумана и сернистого газа с прогнозированием долговечности для условий эксплуатации во внутренних судовых помещениях на срок не менее 5 лет.

**5. Нормативно-технические документы, используемые при испытаниях, в т.ч. методики:** ГОСТ 9.401-2018 метод 20, ГОСТ 31993-2025 (ISO 2808:2019) метод 7B.2, ГОСТ 32299-2013 (ISO 4624:2002), ГОСТ 9.407-2015, ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007)

**6. Количество испытанных образцов и дата проведения испытаний**

8 образцов размером 150 x 100 x 3 мм

испытания проведены с 27 января по 30 мая 2025 г.

**7. Условия проведения испытаний**

- температура окружающего воздуха (21-23) °C
- относительная влажность воздуха (50-55) %

**8. Средства измерений и испытательное оборудование, используемое при испытаниях:**

Таблица -1- Средства измерений и испытательное оборудование

| Наименование СИ и ИО                                                                         | Тип СИ/ИО            | Заводской номер СИ/ИО | Сведения о поверке СИ; аттестации ИО                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Прибор комбинированный                                                                       | Testo 608-H1         | 45026199              | Свидетельство о поверке № С-СП/28-10-2024/385213894, срок действия до 27.10.2025 |
| Прибор измерения геометрических параметров и параметров окружающей среды многофункциональный | Константа К5         | 18452                 | Свидетельство о поверке № С-СП/22-07-2024/356033276, срок действия до 21.07.2025 |
| Линейка измерительная металлическая                                                          | -                    | 6                     | Свидетельство о поверке № С-СП/11-11-2024/386732870, срок действия до 10.11.2025 |
| Лупа измерительная                                                                           | ЛИ-3-10 <sup>x</sup> | A3005                 | Свидетельство о поверке № 2286-ПО7/23, срок действия до 18.07.2025               |
| Камера соляного тумана и сернистого газа                                                     | «VSN 500»,           | 40561                 | аттестат № 2075/0193-24, срок действия до 25.06.2025                             |
| Камера тепла и холода                                                                        | VLK 08/500           | 40565                 | аттестат № А-103/25, срок действия до 23.04.2026 г.                              |
| Климатическая камера тепла, холода и влаги                                                   | CHALLENGE 600C       | 51414                 | аттестат № 2075/0121-23, срок действия до 18.06.2025                             |



## 9. Место проведения испытаний

«Лаборатория лакокрасочных материалов и ускоренных лабораторных испытаний»,  
№ 131, НПК-11 НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»  
191167, г. Санкт-Петербург, Синопская набережная, д. 32/35

## 10. Методика испытаний

Испытания проводили по ГОСТ 9.401, метод 20, сущность которого заключается в последовательном циклическом воздействии на образцы искусственно создаваемого комплекса климатических факторов: соляного тумана и сернистого газа, повышенных температуры и влажности, холода.

Испытания в соответствии с методикой ГОСТ 9.401, метод 20 проводили циклами, продолжительность одного цикла – 96 ч.

Продолжительность испытаний составила 17 циклов, что соответствует 5,2 годам эксплуатации в условиях морской атмосферы внутренних судовых помещений.

В конце каждого цикла испытаний проводили оценку внешнего вида покрытий на наличие/отсутствие дефектов, оцениваемых в соответствии с ГОСТ 9.407 (образование пузырей, продуктов коррозии, растрескивания, отслаивания, изменение цвета и блеска).

Адгезию покрытий определяли методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) до и после испытаний. Перед определением адгезии после испытаний образцы с покрытиями выдерживали в течение 7 суток в лабораторном помещении при температуре  $(20 \pm 2)$  °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Дополнительно для набора статистических данных проводили определение адгезии методом отрыва по ГОСТ 32299 (ISO 4624).

Покрытие считается выдержавшим испытания, если после испытаний:

- обобщенная оценка внешнего вида по комплексу изменений защитных (АЗ) и декоративных свойств (АД) составляет не более АЗ2, АД3.

- адгезия покрытия методом Х-образного надреза до и после испытаний - не более балла 3.

Прогнозируемый срок службы покрытия в условиях эксплуатации ( $\tau_э$ ) в годах, определяется по формуле:

$$\tau_э = \frac{K_y \cdot 4 \cdot \tau_y}{365}$$

где  $K_y$  – коэффициент ускорения, равный 28;

$\tau_y$  – продолжительность испытаний до разрушения покрытия или установленная заказчиком, если система покрытия не достигла критического состояния, циклы.

### 11. Результаты испытаний:

Результаты оценки внешнего вида покрытия с грунтовкой ФЛ-03К в процессе испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты оценки внешнего вида покрытия Броня Классик по ГОСТ 9.407 в процессе испытаний

|                               |                                                   |   |     |   |      |   |    |   |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|---|-----|---|------|---|----|---|
| Длительность испытаний, циклы | Вид покрытия                                      |   |     |   |      |   |    |   |
|                               | Грунтовка ФЛ-03К - 2 сл.<br>Броня Классик – 3 сл. |   |     |   |      |   |    |   |
|                               | Номер образца                                     |   |     |   |      |   |    |   |
|                               | 9                                                 |   | 10  |   | 12   |   |    |   |
|                               | Средняя толщина покрытия, мкм                     |   |     |   |      |   |    |   |
|                               | 969                                               |   | 994 |   | 1131 |   |    |   |
|                               | Оценка внешнего вида покрытия по ГОСТ 9.407, балл |   |     |   |      |   |    |   |
|                               | АД                                                |   | АЗ  |   | АД   |   | АЗ |   |
| 1-4                           | Б                                                 | 0 | Т   | 0 | Б    | 0 | Т  | 0 |
|                               | Ц                                                 | 0 | С   | 0 | Ц    | 0 | С  | 0 |
|                               | Г                                                 | 0 | В   | 0 | Г    | 0 | В  | 0 |
|                               | М                                                 | 0 | П   | 0 | М    | 0 | П  | 0 |
|                               |                                                   |   | К   | 0 |      |   | К  | 0 |
| 5-10                          | Б                                                 | 0 | Т   | 0 | Б    | 0 | Т  | 0 |
|                               | Ц                                                 | 1 | С   | 0 | Ц    | 1 | С  | 0 |
|                               | Г                                                 | 0 | В   | 0 | Г    | 0 | В  | 0 |
|                               | М                                                 | 0 | П   | 0 | М    | 0 | П  | 0 |
|                               |                                                   |   | К   | 0 |      |   | К  | 0 |
| 11-17                         | Б                                                 | 0 | Т   | 0 | Б    | 0 | Т  | 0 |
|                               | Ц                                                 | 1 | С   | 0 | Ц    | 1 | С  | 0 |
|                               | Г                                                 | 0 | В   | 0 | Г    | 0 | В  | 0 |
|                               | М                                                 | 0 | П   | 0 | М    | 0 | П  | 0 |
|                               |                                                   |   | К   | 0 |      |   | К  | 0 |



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ  
№ 11.131-32-2025 от «04» июня 2025 г.

Результаты оценки внешнего вида покрытия с грунтовкой ЭП-0010 в процессе испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты оценки внешнего вида покрытия Броня Классик по ГОСТ 9.407 в процессе испытаний

| Длительность испытаний, циклы | Вид покрытия                                       |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|
|                               | Грунтовка ЭП-0010 - 2 сл.<br>Броня Классик – 3 сл. |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |
|                               | Номер образца                                      |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |
|                               | 22                                                 |    |    |    | 24   |    |    |    | 25   |    |    |    |
|                               | Средняя толщина покрытия, мкм                      |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |
|                               | 1090                                               |    |    |    | 1016 |    |    |    | 1168 |    |    |    |
|                               | Оценка внешнего вида покрытия по ГОСТ 9.407, балл  |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |
|                               | АД                                                 | АЗ | АД | АЗ | АД   | АЗ | АД | АЗ | АД   | АЗ | АД | АЗ |
| 1-4                           | Б                                                  | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  |
|                               | Ц                                                  | 0  | С  | 0  | Ц    | 0  | С  | 0  | Ц    | 0  | С  | 0  |
|                               | Г                                                  | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  |
|                               | М                                                  | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  |
|                               |                                                    |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |
| 5-10                          | Б                                                  | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  |
|                               | Ц                                                  | 1  | С  | 0  | Ц    | 1  | С  | 0  | Ц    | 1  | С  | 0  |
|                               | Г                                                  | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  |
|                               | М                                                  | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  |
|                               |                                                    |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |
| 11-17                         | Б                                                  | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  | Б    | 0  | Т  | 0  |
|                               | Ц                                                  | 1  | С  | 0  | Ц    | 1  | С  | 0  | Ц    | 1  | С  | 0  |
|                               | Г                                                  | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  | Г    | 0  | В  | 0  |
|                               | М                                                  | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  | М    | 0  | П  | 0  |
|                               |                                                    |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |      |    | К  | 0  |

Результаты определения адгезии покрытия Броня Классик к загрунтованным поверхностям методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) и методом отрыва по ГОСТ 32299 (ISO 4624) приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Результаты определения адгезии методом Х-образного надреза на образцах с грунтовками ФЛ-03К и ЭП-0010.

| Адгезия по ГОСТ 32702.2, балл (Х-образный надрез) |                  |                 |           |                   |                 |
|---------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|
| № образца                                         | грунтовка ФЛ-03К |                 | № образца | грунтовка ЭП-0010 |                 |
|                                                   | До испытаний     | После испытаний |           | До испытаний      | После испытаний |
| 20К                                               | 0                | –               | 23К       | 0                 | –               |
| 1                                                 | –                | 0               | 22        | –                 | 0               |

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ  
№ 11.131-32-2025 от «04» июня 2025 г.

Таблица 5 – Результаты определения адгезии методом отрыва комплексных покрытий после искусственного старения в условиях повышенной температуры и влажности

| Система покрытий                                   | № образца | Адгезия методом отрыва по ГОСТ 32299, МПа |                                                   |
|----------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                    |           | Характер отрыва                           |                                                   |
| Грунтовка ФЛ-03К - 2 сл.<br>Броня Классик – 3 сл.  | 4         | 2,3                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,6                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,6                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    | 12        | 2,4                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,5                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,3                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    | среднее   | 2,5                                       |                                                   |
| Грунтовка ЭП-0010 - 2 сл.<br>Броня Классик – 3 сл. | 24        | 1,8                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 1,6                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,1                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    | 25        | 2,1                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,6                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    |           | 2,7                                       | 100 % когезионный отрыв по покрытию Броня Классик |
|                                                    | среднее   | 2,2                                       |                                                   |

Результаты проведенных испытаний по ГОСТ 9.401, метод 20 в течение 17 циклов свидетельствуют о том, что:

- Внешний вид образцов с покрытием Броня Классик, нанесенным на штатные судовые грунтовочные покрытия (ФЛ-03К, ЭП-0010) не претерпел видимых изменений. Обобщенная оценка внешнего вида покрытия по комплексу изменений защитных свойств по ГОСТ 9.407 - А30 (отсутствуют пузыри, продукты коррозии, растрескивания, отслаивания), декоративных – АД1 (очень слабое, едва различимое изменения цвета). Покрытие не достигло критического состояния.

- Адгезия методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 как до испытаний, так и после составляет 0 баллов.

- Результаты определения адгезии методом отрыва по ГОСТ 32299 свидетельствуют о том, что отсутствует адгезионный отрыв покрытия Броня Классик от грунтовочных покрытий.

Адгезионная прочность комплексных систем покрытий после испытаний имеет низкие значения и находится в пределах от 1,6 МПа до 2,7 МПа, характер отрыва когезионный по покрытию Броня Классик, что может быть связано с особенностями состава Броня Классик как покрытия с теплоизоляционными свойствами.



### 13. Заключение

Прогнозируемый срок службы системы покрытий:

#### Система 1

Грунтовка ФЛ-03К – 2 сл. х 50-60 мкм

Материал «Броня Классик» - 3 сл. (толщина – 1000 мкм.)

#### Система 2

Грунтовка ЭП-0010 – 1 сл. х 50-60 мкм

Материал «Броня Классик» - 3 сл. (толщина – 1000 мкм.)

во внутренних судовых помещениях составляет более 5 лет.

**14. Настоящий протокол распространяется только на образцы продукции, подвергнутые испытаниям.**

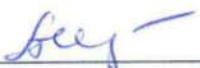
**15. Копирование или частичная перепечатка протокола не допускается.**

Руководитель испытаний

Заместитель начальника лаборатории

 Н.Ф. Обыденных

Ведущий инженер

 И.В. Пешакова

Инженер 1 категории

 А.А. Поддымов