

ОТЧЁТ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ

АУДИТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО НАНЕСЕНИЮ ПОЛИМОНОВИНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОБЪЕКТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНИИ МЕТРО

2026

1. Общая информация

Дата аудита: 21.07.2026

Объект и адрес: строительство первой очереди линии метро, Республика Татарстан, г. Казань.

Цель аудита: оценка соблюдения технологии нанесения полимочевинного покрытия.

Применяемые материалы:

- «Химтраст Праймер-ПМ(1К)», партия 2694, 2925;
- «Химтраст ПМ Премиум», партия 1717, 2922, 2923.

Основание для нанесения покрытия:

- бетонное (минеральное) основание.

Участники аудита:

- от АО «Химтраст»: руководитель отдела технологической поддержки клиентов, технический специалист отдела технологической поддержки клиентов, специалист отдела проектных продаж;
- от клиента: шесть специалистов по нанесению полимочевинного покрытия, включая бригадира.

В ходе аудита измерены параметры окружающей среды и бетонного основания, проверена подготовка поверхности и зафиксированы параметры работы установки-дозатора.

2. Измерение, осмотр и подготовка

В ходе аудита измерены параметры окружающей среды и бетонного основания, проверена комплектация оборудования и зафиксированы параметры работы установки-дозатора.

Для измерений применялись следующие средства:

- влагомер МГ-4;
- пирометр ADA TemPro 900;
- тестер качества воздуха JD-3002.

Результаты измерений, проверки оборудования высокого давления и оценки покрытия приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты измерений и проверки оборудования

№	Проверяемый показатель	Фактические данные	Требования ЛТИ и ГОСТ Р 59561-2021	Оценка
1	Температура окружающего воздуха	+39,5 °С на солнце; от +20 до +25 °С в тени	От –10 до +30 °С	В тени — соответствует. На солнце температура превышает предельное значение +35 °С на 4,5 °С. Отклонение с учётом примечания **.
2	Относительная влажность воздуха	40,8 %	Для нанесения праймера — не более 75 %; для нанесения полимочевины — не более 85 %	Соответствует.
3	Температура поверхности бетона**	+35 °С	От –10 до +30 °С	Соответствует предельному значению с учётом примечания **.
4	Влажность поверхности бетонного основания	3,8 %	Для нанесения праймера — не более 4 %; для нанесения полимочевины — не более 6 %	Соответствует.

№	Проверяемый показатель	Фактические данные	Требования ЛТИ и ГОСТ Р 59561-2021	Оценка
5	Ветровые условия	Ветер отсутствует	Скорость ветра — не более 7 м/с	Соответствует.
6	Температура точки росы	От +5,2 до +22,6 °С	От +6,3 до +23,6 °С	Соответствует.
7	Журнал производства работ	Отсутствует	Ведение журнала предусмотрено ГОСТ Р 59561-2021	Не соответствует. Отсутствует документальная фиксация условий и параметров производства работ.
8	Комплектация установки-дозатора	Обогреваемые шланги, пистолет-распылитель, бочковые насосы, система рециркуляции, воздушный компрессор, нагреватели и осушитель воздуха	Обогреваемые шланги, пистолет-распылитель, бочковые насосы, система рециркуляции, воздушный компрессор, нагреватели и осушитель воздуха	Комплектация соответствует.
9	Температура нагревателя полиольного компонента	62 °С	От 50 до 70 °С	Соответствует.

№	Проверяемый показатель	Фактические данные	Требования ЛТИ и ГОСТ Р 59561-2021	Оценка
10	Температура нагревателя изоцианатного компонента	66,5 °C	От 50 до 70 °C	Соответствует.
11	Температура обогреваемого шланга	50 °C	От 50 до 70 °C	Соответствует.
12	Подготовка компонентов	Полиольный компонент перед переработкой не перемешивали	Полиольный компонент необходимо перемешивать в соответствии с ЛТИ	Не соответствует. Неоднородность компонента может привести к нарушению соотношения ингредиентов, нестабильному отверждению и изменению характеристик покрытия.

№	Проверяемый показатель	Фактические данные	Требования ЛТИ и ГОСТ Р 59561-2021	Оценка
13	Рабочее давление установки-дозатора	116 бар	150–200 бар	Не соответствует. Давление ниже минимального значения на 34 бар. Недостаточное давление ухудшает смешивание компонентов и стабильность факела распыления.
14	Возраст и прочность бетонного основания	Бетонное основание выполнено за 7 суток до начала напыления	Возраст бетона — не менее 28 суток; прочность — не менее 75 % проектной	Не соответствует. Выдержка основания меньше требуемой на 21 сутки.

№	Проверяемый показатель	Фактические данные	Требования ЛТИ и ГОСТ Р 59561-2021	Оценка
15	Возможность достижения требуемого давления	Максимально достижимое фактическое давление — 116 бар	Стабильное рабочее давление — 150–200 бар	Установка-дозатор не обеспечивает требуемый диапазон давления и не соответствует условиям нанесения данного материала.

* ЛТИ — лист технической информации.

** Нанесение полимочевины на заранее подготовленную поверхность допускается при температуре от –20 до +35 °С.

Участок бетонной плиты, имеющий полимочевинное покрытие (фото 1).



*Фото 1 — Полимочевинное покрытие
«Химтраст ПМ Премиум» на бетонном основании*



Фото 2 — Бетонное основание перед нанесением «Химтраст Праймер-ПМ (1К)»

Таблица 2. Результаты оценки бетонного основания

№ п/п	Показатель оценки	Результат оценки подготовки поверхности	Оценка
1	Бетонное основание	Пыль и рыхлые загрязнения визуально не обнаружены.	Соответствует.
2		Поверхность визуально ровная.	Соответствует.
3		Видимые трещины не обнаружены.	Соответствует.
4		Незаделанные отверстия и выраженные дефекты не обнаружены.	Соответствует.
5		Результаты измерений приведены в таблице 1.	С учётом выявленных температурных ограничений.

По результатам визуального осмотра на фото 2 (результаты внесены в таблицу 2) поверхность бетонного основания очищена от пыли, имеет ровный профиль; видимые трещины и незаделанные отверстия не обнаружены. Зафиксированные климатические параметры приведены в таблице 1.

Для ориентировочной оценки адгезии на нанесённом участке вырезан один образец полимочевинного покрытия размером 100 × 100 мм (фото 3). Лабораторные испытания адгезии не проводились. Показатели оценки внесены в таблицу 3.



Фото 3 — Вырезанный образец полимочевинного покрытия, вид торца

Таблица 3. Результаты оценки вырезанного образца полимочевины на объекте

№ п/п	Показатель оценки	Результат оценки образцов	Оценка
1	Адгезия	При ручной оценке образец отделялся с усилием; визуальные признаки недостаточной адгезии не выявлены. Лабораторные испытания не проводились.	Предварительно соответствует.
2	Внешний вид поверхности: цвет	Цвет покрытия — черный, соответствует заявленной характеристике.	Соответствует.
3	Вздутия и пузыри	На покрытии выявлены пузыри диаметром до 5 мм.	Не соответствует. Пузыри и вздутия не допускаются.

№ п/п	Показатель оценки	Результат оценки образцов	Оценка
4	Ровность поверхности	Поверхность неровная; наблюдаются волны и локальные утолщения.	Не соответствует требованиям к однородности покрытия.

Для оценки техники нанесения бригаде предложено выполнить контрольное напыление на участке, предварительно обработанном материалом «Химтраст Праймер-ПМ (1К)».

Результаты внесены в таблицу 4.



Фото 4 — Контрольное напыление полимочевинного покрытия в присутствии специалистов АО «Химтраст»

Таблица 4. Показатели оценки пробного напыления полимочевины, выполненного в присутствии представителей АО «Химтраст»

№ п/п	Показатель оценки	Результат наблюдения	Оценка
1	Скорость перемещения пистолета	Пистолет перемещали с недостаточной скоростью. На покрытии сформировались волны и локальные утолщения, что увеличивает расход материала.	Скорость перемещения должна обеспечивать равномерную толщину и однородный внешний вид покрытия.
2	Вздутия и пузыри	На контрольном участке образовались пузыри диаметром до 5 мм. Возможная причина — наличие влаги в системе установки-дозатора.	Пузыри и вздутия не допускаются.
3	Рабочее давление	Фактическое давление — 116 бар. Повысить давление не удалось из-за ограничений гидравлической системы установки.	Стабильное рабочее давление — 150–200 бар.
4	Форма факела и работа с пистолетом	На расстоянии около 1 м от пистолета однородный факел распадался на отдельные струи, что указывает на недостаточное давление или необходимость проверки смесительной камеры и сопла.	Факел должен быть стабильным и однородным; пистолет необходимо держать перпендикулярно поверхности.

3. Рекомендации по устранению выявленных отклонений

Таблица 5. Рекомендации по устранению выявленных отклонений

№	Рекомендация	Последствия невыполнения
1	По пунктам 1 и 3 таблицы 1 и результатам наблюдения за нанесением. Контролировать состояние праймера перед напылением полимочевины. Наносить полимочевину только на отвержденный праймер в состоянии «сухой на отлип», образующий сплошную пленку. При температуре воздуха +30 °С и выше учитывать сокращение технологического окна. На участки, где праймер полностью впитался и пленка не сформировалась, наносить дополнительный слой.	Нанесение на неотвержденный праймер или на основание без сплошной пленки может вызвать снижение адгезии, кратеры, пузыри и последующее отслоение покрытия.
2	По пункту 2 таблицы 4 и результатам оценки покрытия. Проверить работу осушителя рефрижераторного типа и блока подготовки воздуха с фильтрацией влаги и масла. Перед началом каждой смены и после длительной остановки проверять воздушную линию, сливать конденсат и удалять масло.	Влага и масло в воздушной линии могут вызвать пузыри, снижение адгезии и физико-механических характеристик, а также нарушение герметичности покрытия.
3	По пунктам 1 и 4 таблицы 4. Скорректировать технику напыления. Держать пистолет-распылитель перпендикулярно поверхности на расстоянии около 1 м. Перемещать его с постоянной скоростью, формируя равномерный факел и перекрывающиеся проходы. При появлении струй вместо однородного факела остановить работы и проверить давление, температуры, смесительную камеру и сопло.	Неправильное положение пистолета и нестабильная скорость приводят к неравномерной толщине, волнистой поверхности, перерасходу материала и снижению качества смешивания компонентов.
4	По пунктам 1–6 таблицы 1. Проводить операционный контроль климатических	Нарушение температурно-влажностных условий может

№	Рекомендация	Последствия невыполнения
	параметров. Перед нанесением праймера и полимочевины, а также в процессе работ измерять температуру и относительную влажность воздуха, температуру и влажность основания, температуру точки росы. Не наносить материалы на поверхность, нагретую прямым солнечным излучением выше +35 °С. В вечерние и ночные часы дополнительно контролировать образование конденсата.	привести к неполному отверждению праймера, образованию пузырей и кратеров, снижению адгезии и отслоению покрытия.
5	По пункту 7 таблицы 1. Оформить и вести журнал производства работ. Фиксировать дату и время работ, номера партий материалов, параметры воздуха и основания, температуры компонентов и шлангов, рабочее давление, настройки оборудования, исполнителей, результаты контрольного напыления, выявленные отклонения и корректирующие действия.	Без журнала невозможно подтвердить соблюдение технологии, проследить изменение параметров и установить причины дефектов или несоответствий.
6	По пункту 12 таблицы 1. Обеспечить подготовку компонентов перед переработкой. Перемешивать полиольный компонент в соответствии с ЛТИ. Рекомендуемый режим: лопастная мешалка, частота вращения 500–1000 об/мин, продолжительность 30 минут. После длительного хранения или перерыва повторно перемешивать компонент до однородного состояния. Не допускать попадания влаги и загрязнений в тару.	Неоднородный компонент может привести к нарушению соотношения ингредиентов, разнотекучности, нестабильному отверждению и снижению эксплуатационных характеристик покрытия.
7	По пунктам 13 и 15 таблицы 1 и пункту 3 таблицы 4. Заменить установку-дозатор. Прекратить применение существующей установки,	Недостаточное давление ухудшает смешивание компонентов и форму факела. Возможны

№	Рекомендация	Последствия невыполнения
	максимально достижимое давление которой составляет 116 бар. Использовать установку высокого давления, обеспечивающую стабильное рабочее давление 150–200 бар в процессе напыления. Установка должна быть оснащена первичными нагревателями компонентов, обогреваемыми шлангами, бочковыми насосами, системой рециркуляции, осушителем воздуха и средствами контроля давления и температуры. В качестве примеров производителей оборудования могут рассматриваться Graco, Proton и Pusmak. Из оборудования Proton по требуемым характеристикам подходят следующие модели: - Proton E-8x (24,5 кВт), шланги 90 м, 1 350 000 руб.; - Proton E-6x (18,5 кВт), шланги 30 м, 925 000 руб.	неоднородность слоя, волны, пузыри, снижение физико-механических характеристик, отслоение покрытия и перерасход материала.
8	По пункту 14 таблицы 1. Соблюдать требования к возрасту и прочности бетонного основания. Наносить систему покрытия после выдерживания бетона не менее 28 суток и подтверждения набора не менее 75 % проектной прочности. До начала работ документально подтверждать дату бетонирования и результаты контроля прочности.	Нанесение на недостаточно выдержанный бетон повышает риск выхода влаги и паров, образования пузырей, снижения адгезии и отслоения покрытия.
9	По результатам оценки образца и контрольного участка. После устранения отклонений выполнить контрольное напыление. Проверить стабильность давления и температур, форму факела, внешний вид, отсутствие пузырей и вздутий, равномерность толщины и адгезию. Основные работы	Без контрольного участка сохраняется риск распространения выявленных дефектов на всю площадь, увеличения объёма ремонта, расхода материалов и сроков работ.

№	Рекомендация	Последствия невыполнения
	возобновить только после положительной оценки контрольного участка. Дефектные участки удалить до прочного основания и восстановить после устранения причины дефекта.	

4. Итоговое заключение

- 1) При невыполнении рекомендаций сохраняется риск повторения выявленных дефектов, неравномерности покрытия, снижения адгезии, перерасхода материала и последующего ремонта.
- 2) При не соблюдении рекомендаций, предложенных в данном отчете, АО Химтраст не может гарантировать качественный результат производства работ по напылению полимочевины на объекте.
- 3) АО «Химтраст» готово провести на объекте мастер-класс по нанесению полимочевины с участием специалистов, аттестованных в АПНППУ по производству работ по напылению ПМ. После выполнения рекомендаций АО «Химтраст» готово провести повторный аудит и контрольное напыление для подтверждения устранения выявленных отклонений.

5. Предложение о технологическом сотрудничестве

По результатам аудита АО «Химтраст» предлагает клиенту системное технологическое сопровождение производства работ по нанесению полимочевинного покрытия.

При условии выполнения рекомендаций, изложенных в отчете, в том числе соблюдения климатических параметров, ведения журнала работ, оснащения аппаратом высокого давления от 150 до 200 бар., выполнения контрольного напыления и соблюдения технологии подготовки основания и нанесения покрытия, АО «Химтраст» предлагает:

- проводить регулярные технологические аудиты на объектах клиента;
- содействовать в подборе и приобретении оборудования для качественного выполнения работ;
- оказывать технологическое сопровождение на всех этапах — от подготовки основания до контроля готового покрытия;
- бесплатно обучать сотрудников клиента при выявлении нарушений технологии;
- проводить повторные контрольные напыления после устранения замечаний;
- предоставлять специальные скидки на продукцию АО «Химтраст»;

- провести на объекте мастер-класс по нанесению полимочевины с участием специалистов, аттестованных в АПНППУ по производству работ по напылению ПМ.
- гарантировать качество результата работ с применением продукции АО «Химтраст» сроком 5 лет при документально подтвержденном соблюдении согласованной технологии.

Такой формат позволит клиенту снизить риск дефектов, обеспечить стабильное качество покрытия и получать техническую поддержку производителя непосредственно на объектах.