



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСДОРНИИ

II научно-техническая конференция РУЦЕМ
«Вопросы качества, долговечности и безопасности строительных
материалов»

Долговечность цементобетонных аэродромных покрытий

*Попов В.А., к.т.н., начальник управления
перспективных технологий и
стандартизации ФАУ «РОСДОРНИИ»*

Москва, 12 декабря 2024 года

Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года

(Утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 №3363)



Раздел IV. Цели и задачи развития транспортного комплекса Российской Федерации *предусматривает:*

- цель 4 "Цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий"

Предложения по строительным материалам и технологиям *предусматривают в т.ч.:*

- внедрение **долговечных материалов и технологий**, направленных на увеличение межремонтных сроков;
- проведение **мониторинга результатов применения новых технологий и материалов** с последующей оценкой их эффективности по качественным и количественным показателям;
- обеспечение **регулярного обновления действующей сметно-нормативной базы, нормативов и норм**, учитывающих внедрение новых, **усовершенствованных технологий ремонта** инфраструктуры. Ускоренное внедрение новых технологий

Сколько аэродромов имеют **ВПП с жестким покрытием**

Количество аэродромов

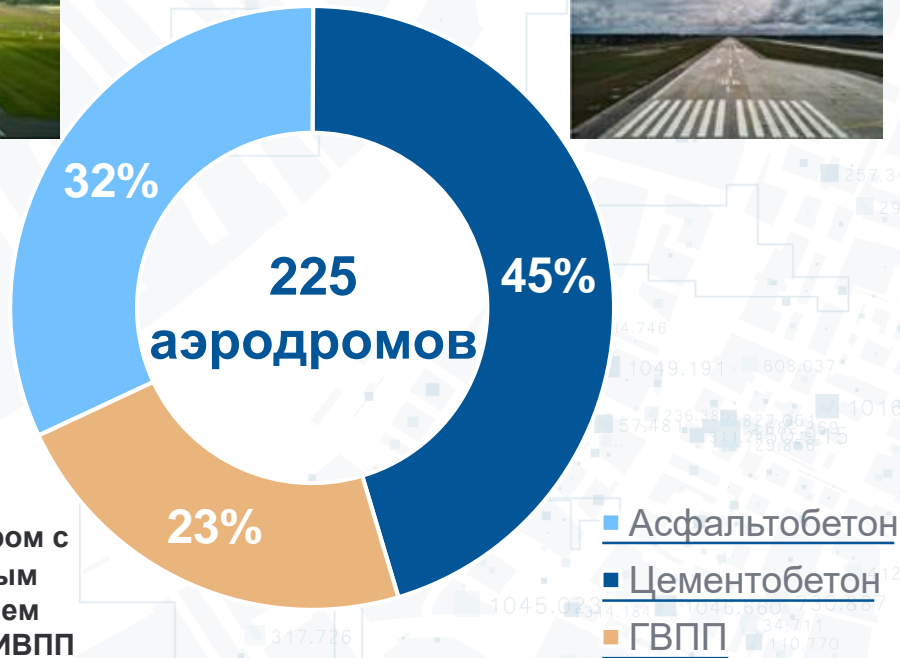
72 аэродрома с асфальтобетонным покрытием основной ИВПП



102 аэродрома с цементобетонным, армобетонным, железобетонным покрытием основной ИВПП



51 аэродром с грунтовым покрытием основной ИВПП



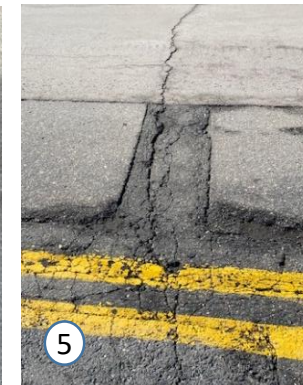
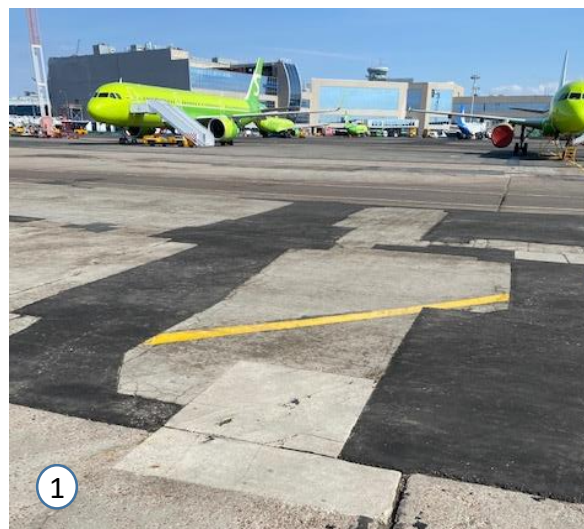
Балансодержатель	Общее количество ВПП, находящихся на балансе	Количество ИВПП		Количество ГВПП
		с верхним слоем из цементобетона, армобетона, железобетона	с верхним слоем из асфальтобетона	
ФГУП «Администрация гражданских аэропортов (аэродромов)»	75	37	38	0
ФКП «Аэропорты Севера»	31	6	2	23
ФКП «Аэропорты Камчатки»	12	2	2	8
ФКП «Аэропорты Чукотки»	9	2	0	7
ФКП «Аэропорты Красноярья»	12	11	1	0
ФКП «Аэропорт Амдерма»	1	1	0	0
ФКП «Аэропорты Дальнего Востока»	8	2	2	4
ФКП «Аэропорт Кызыл»	2	1	1	0
Другие балансодержатели	75	40	26	9
Итого:	225	102	72	51

Анализ эксплуатационно-технического состояния аэродромов

Графики изменения сигнальной оценки ВПП



Фото дефектных мест ремонта

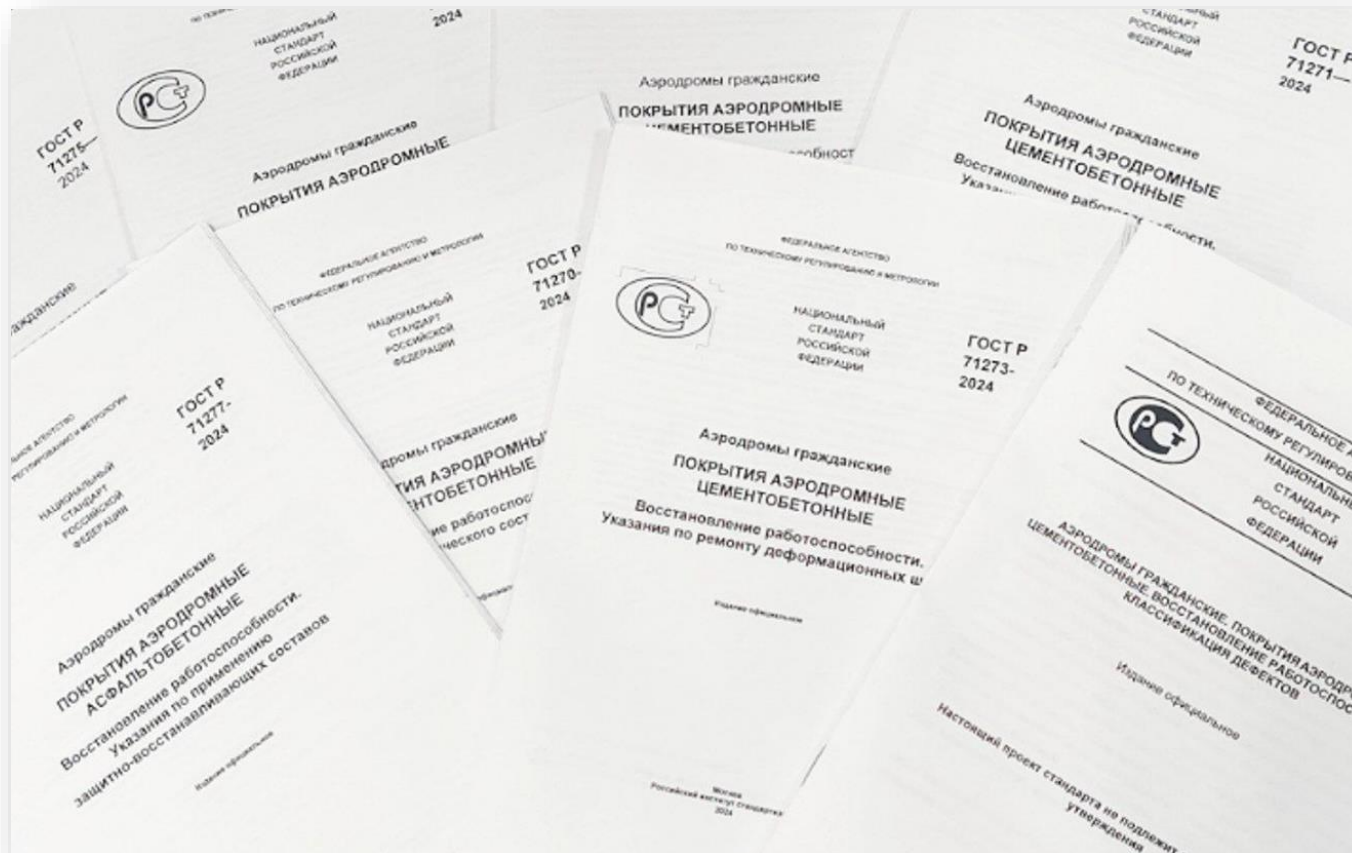


Нарушения технологий ремонта

1. Аварийный ремонт цементобетона асфальтобетоном (не проектное решение)
2. Аварийный ремонт литым асфальтобетоном (не исправлено в ВЛП)
3. Пломба без оконтуривания
4. Пломба из холодного асфальтобетона (не исправлено в ВЛП)
5. Трещина без разделки в ц/б и а/б (не исправлено в ВЛП)

Вывод: Экономия средств при ремонте приводит к сокращению срока службы аэродромных покрытий и снижению безопасности полетов

Совершенствование *нормативного обеспечения* эксплуатации аэродромов



2021 год:
Разработка СТО ФГУП АГА(А)

2023 год:
Организация подкомитета
ПК 29 «Аэродромы»
в ТК 323 «Авиационная техника»

2024 год:
Разработка ГОСТ Р по восстановлению
работоспособности аэродромных покрытий:

- Указания по консервации трещин
- Категории технического состояния плит
- Указания по устранению сколов кромок плит
- Указания по устранению шелушения и гидрофобизации поверхности
- Указания по замене плит средствами малой механизации
- Указания по консервации трещин
- Указания по ремонту деформационных швов
- Указания по применению защитно-восстанавливающих составов

Экспертная дефектация при визуальном обследовании аэродромных покрытий элементов летного поля

Измерительные инструменты для определения параметров дефектов при визуальном обследовании аэродромных покрытий



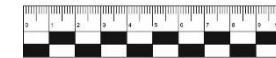
Универсальная дорожная рейка с клиновидным промерником для измерения колеиности



Колесо дорожное - измерительное колесо (курвиметр) для определения длины трещин, разгерметизации швов и пр.



Штангенциркуль



Линейка криминалистическая



Рулетка ГОСТ 7502-98



Щупы ГОСТ 882-75



Линейка ГОСТ 427-75

Высокоточные средства картографирования для координатной привязки дефектов покрытий

Защищенный планшет на операционной системе Android с RTK-модулем (Prin Ce LT700H)

Работает в режиме РТК с приёмом поправок от базовой станции.

Позволяет координировать:

- трещины, сколы (линейные объекты),
- раковины (точечные объекты),
- сетки трещин, участки эрозии (площадные объекты).

Координация осуществляется в ходе размещения планшета над характерными точками объекта (начало, конец, поворотные точки).

Точность: 5 см, Защита: IP67,
Падение 1.2 м, Влажность <95%

Инструментальное обследование аэродромных покрытий элементов летного поля

- Составление плана дефектов
- Фотографирование дефектов
- Контрольно-проверочные мероприятия



Результат: Картографический материал, доступный для редактирования в САПР и ГИС системах.

Использование мобильных лазерных сканеров для координирования дефектов аэродромных покрытий и создания 3D-моделей аэродромов

Инструментальное обследование аэродромных покрытий элементов летного поля

- Сканирование дефектов.
- Фотографирование дефектов.
- Оценка параметров дефектов.



Результат: Картографический материал,
ортофотоплан, полигональная 3D-модель.

Мобильный лазерный сканер с фотокамерами на базе автомобиля. CHCNAV Alpha3D

Работает в режиме сканирования плоскостью с коррекцией за счет инерциальной системы и GNSS-постобработки базовой станции.

Позволяет получить:

- трехмерные сканы (массив ТЛО),
- панорамные фото,
- координированные снимки для ортофотоплана.

Совмещает несколько систем сканирования и фотографирования.

Точность: 5 мм (дальномер), 2 см (GNSS+MRU),
Защита: IP64,
Влажность <80%

Технологии лазерного сканирования на примере ВПП-2 аэропорта Домодедово



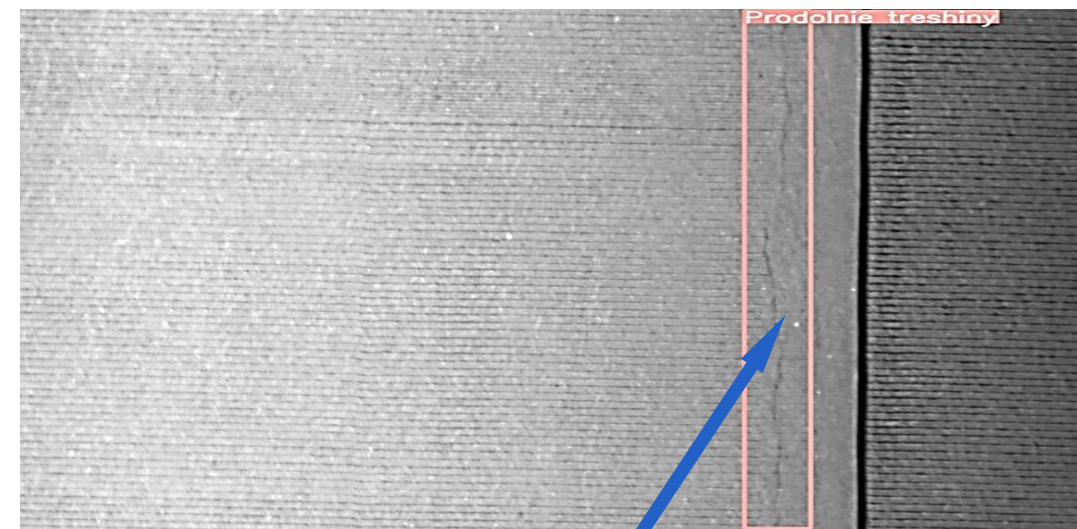
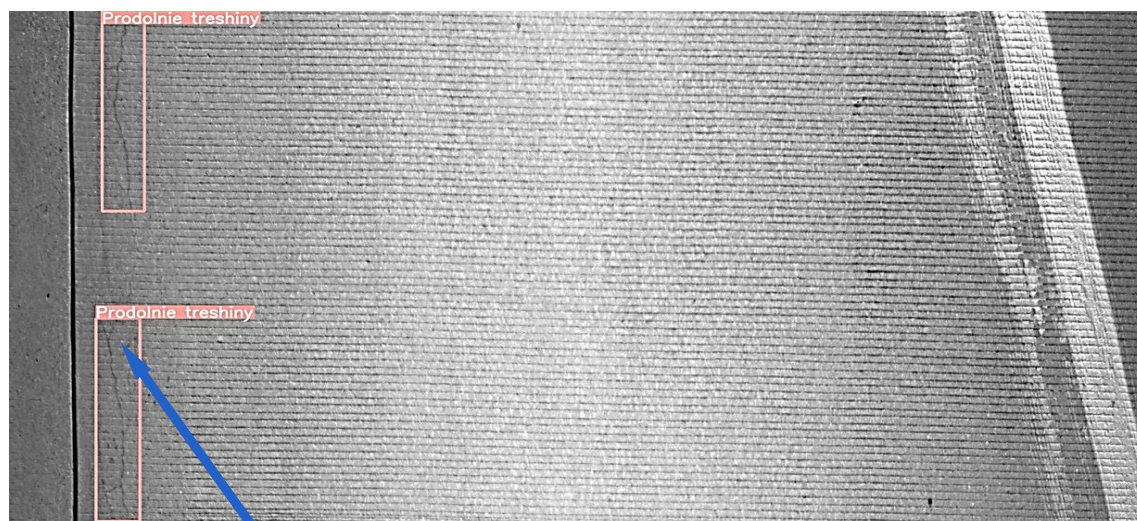
Сегодня – сканирование и
фиксация имеющихся
дефектов



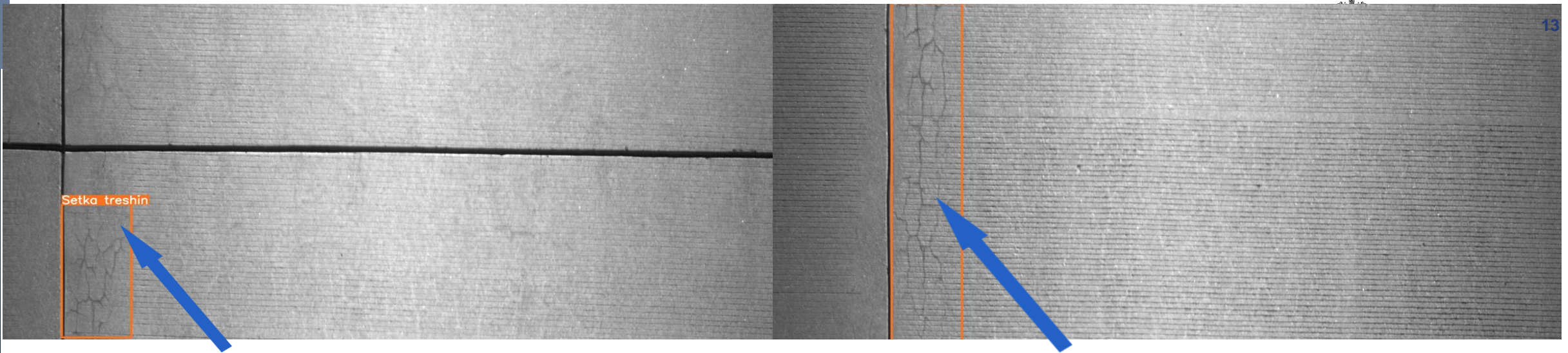
Через год – сканирование, сравнение
цифровых слоев и выводы о динамике
изменения технического состояния

Применение *искусственного интеллекта*

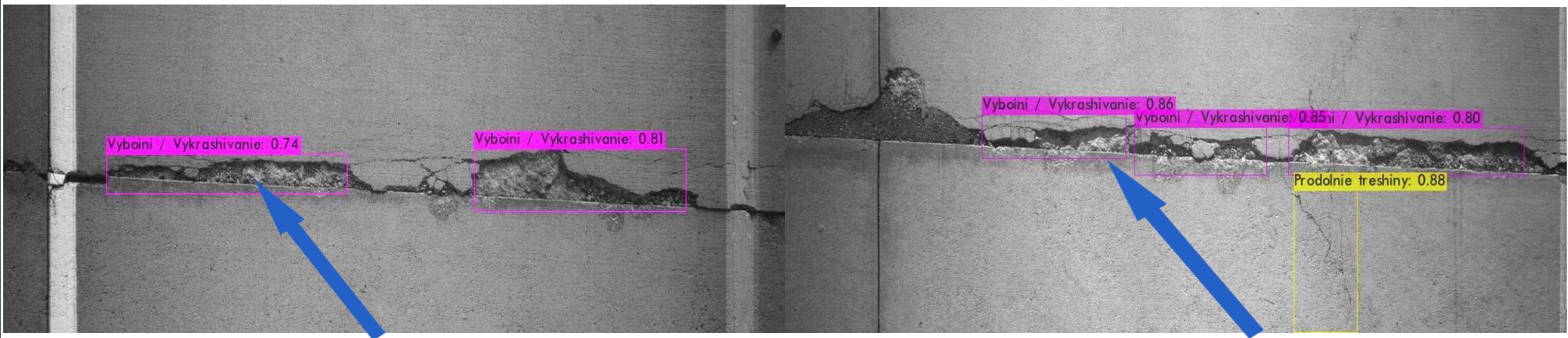
С помощью *искусственного интеллекта (ИИ)* можно проводить распознавание любых дефектов на отсканированной поверхности аэродромных покрытий, исключая влияние «человеческого фактора»



Распознавание с помощью ИИ одиночных трещин и определение их длины



Распознавание с помощью ИИ сетки трещин и определение их площади



Распознавание с помощью ИИ сколов, выбоин и определение их площади

Применение *искусственного интеллекта*

С помощью искусственного интеллекта (ИИ) можно получать ответы на запросы не только по дефектам аэродромных покрытий, но и о том, как представляет себе ИИ современный аэродром, например в стиле Кандинского, или Малевича, или просто ранним утром.



Цифровая платформа управления аэродромной инфраструктурой гражданских аэропортов

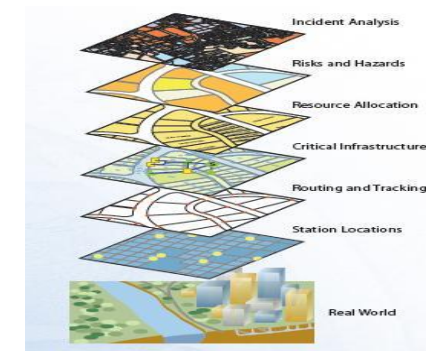
Автоматизация работ по мониторингу технического состояния

Систематизация сбора и анализа дефектов элементов аэродромной инфраструктуры

Расчет, аналитическая обработка и визуализация на карте ключевых параметров

Прогнозирование остаточного ресурса элементов инфраструктуры аэродромов

Оперативное обеспечение актуальной информацией об элементах инфраструктуры аэродромов





Щелоче-силикатная коррозия



Аэродромное покрытие, поврежденное в ходе щелоче-силикатной реакции

Профилактика (нейтрализация)
щелоче-кремниевой реакции
за счет управляемой провокации
с применением активных минеральных добавок.
Практика зарубежных стран.

А.Ю. Миронова, Зам. директора по
качеству ООО «ГК Девиз»



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА РУТ (МИИТ)

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Добшиц Лев Михайлович, д.т.н., профессор кафедры «СМиТ» / levdobshits@yandex.ru
Николаева Алина Андреевна, старший преподаватель кафедры «ЗиС» /
nikolaeva.roat@gmail.com, РУТ (МИИТ), Москва

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический университет)

Кафедра химической технологии строительных и специальных
вяжущих веществ

А.С. Брыков

ЩЕЛОЧЕ-СИЛИКАТНЫЕ РЕАКЦИИ И КОРРОЗИЯ БЕТОНОВ

ЦЕМРОС



НАТАЛЬЯ СТРЖАЛКОВСКАЯ

РУКОВОДИТЕЛЬ ДЕПАРТАМЕНТА
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ МАРКЕТИНГУ
АО ЦЕМРОС

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА

«Тюменский индустриальный университет»

доктор техн. наук, профессор, академик РАТ ОВЧИННИКОВ ИГОРЬ ГЕОРГИЕВИЧ
89033280380, E-mail: bridgesar@mail.ru
канд. техн. наук, доцент, академик РАТ ОВЧИННИКОВ ИЛЯ ИГОРЕВИЧ
89603443236, E-mail: bridgeart@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ХЛОРИДНОЙ КОРРОЗИИ И КАРБОНИЗАЦИИ

КОНФЕРЕНЦИЯ RUCEM
СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕМОНТ, СОДЕРЖАНИЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ
2023 год

Решение актуальных задач 2024 при помощи современной химии: борьба с щелочной коррозией

Заместитель генерального директора,
руководитель испытательного центра
«НИИ СМиТ», к.х.н., доцент

О.В.Замуруев



Федеральное государственное унитарное предприятие
Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт гражданской авиации «Аэропроект»

Сборник трудов
участников научно-практической конференции,
посвященной 80-летию ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект»

Земляков А.Н., Королев Е.В., Смирнов В.А.
«Особенности коррозионного разрушения бетона аэродромных
покрытий»



Диагностирование щелоче-силикатной коррозии

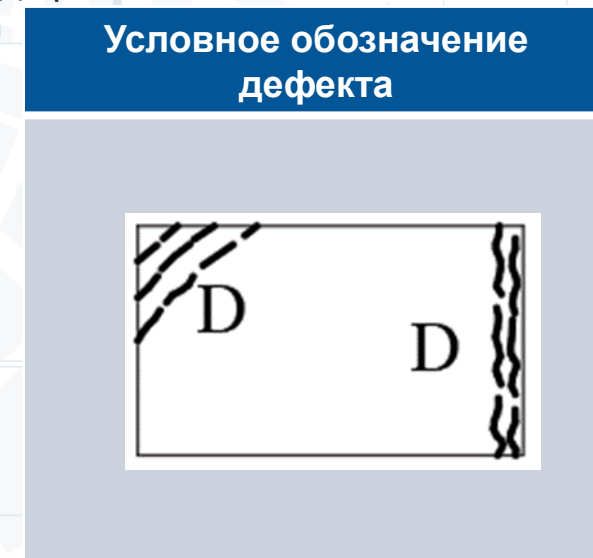
СП 491.1325800.2020 «Аэродромы. Правила обследования технического состояния»

Таблица А.1 -Виды дефектов аэродромных покрытий из цементобетона»

Таблица Б.1- Условное обозначение дефекта

СП 491.1325800.2020

Вид дефектов и повреждений	Возможные причины возникновения	Проявление дефекта
D-образное растрескивание	В результате: <u>щелочной реакции между составляющими цемента и щебня</u> , обжатия бетона при температурных деформациях плит и возникновения сверхрасчетных напряжений	D-образное растрескивание проявляется виде узора (сетки) трещин, идущих параллельно шву в виде концентрических трещин в углу плиты. Вокруг этих трещин может наблюдаться потемнение покрытия вследствие концентрации влаги в трещинах



Вывод: *нормативной базой по обследованию аэродромов в части классификации дефектов цементобетонных покрытий дефект щелоче-силикатная коррозия не предусмотрен*

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D5340 – 12 (Reapproved 2018)

Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys¹

NOTE X2.1—The sections in this appendix are arranged in the following order:

	Section
Distresses in Jointed Concrete Pavement	X2.1
Blowup	X2.2
Corner Break	X2.3
Cracks; Longitudinal, Transverse, and Diagonal	X2.4
Durability ("D") Cracking	X2.5
Joint Seal Damage	X2.6
Patching, Small	X2.7
Patching, Large and Utility Cuts	X2.8
Popouts	X2.9
Pumping	X2.10
Scaling	X2.11
Settlement or Faulting	X2.12
Shattered Slab/Intersecting Cracks	X2.13
Shrinkage Cracking	X2.14
Spalling (Longitudinal and Transverse Joint)	X2.15
Spalling (Corner)	X2.16
Alkali Silica Reaction (ASR)	X2.17

X2.17 Alkali Silica Reaction (ASR)

X2.17.1 *Description*—ASR is caused by chemical reaction between alkalis and certain reactive silica minerals which form a gel. The gel absorbs water, causing expansion which may damage the concrete and adjacent structures. Alkalis are most often introduced by the portland cement within the pavement. ASR cracking may be accelerated by chemical pavement deicers. Visual indicators that ASR may be present include:

- (1) Cracking of the concrete pavement (often in a map pattern)
- (2) White, brown, gray or other colored gel or staining may be present at the crack surface
- (3) Aggregate popouts
- (4) Increase in concrete volume (expansion) that may result in distortion of adjacent or integral structures or physical elements. Examples of expansion include shoving of asphalt pavements, light can tilting, slab faulting, joint misalignment, and extrusion of joint seals or expansion joint fillers.

Because ASR is material-dependent, ASR is generally present throughout the pavement section. Coring and concrete petrographic analysis is the only definitive method to confirm the presence of ASR. The following should be kept in mind when identifying the presence of ASR through visual inspection:



FIG. X2.75 Medium-Severity ASR

X2.17.2.3 *H*—One or both of the following exist: (1) Loose or missing concrete fragments and poses high FOD potential, (2) Slab surface integrity and function significantly degraded and pavement requires immediate repairs; may also require repairs to adjacent structures or elements (see Fig. X2.76).

X2.17.3 *How to Count*—No other distresses should be recorded if high-severity ASR is recorded.



FIG. X2.76 High-Severity ASR

Признаки щелоче-силикатной коррозии

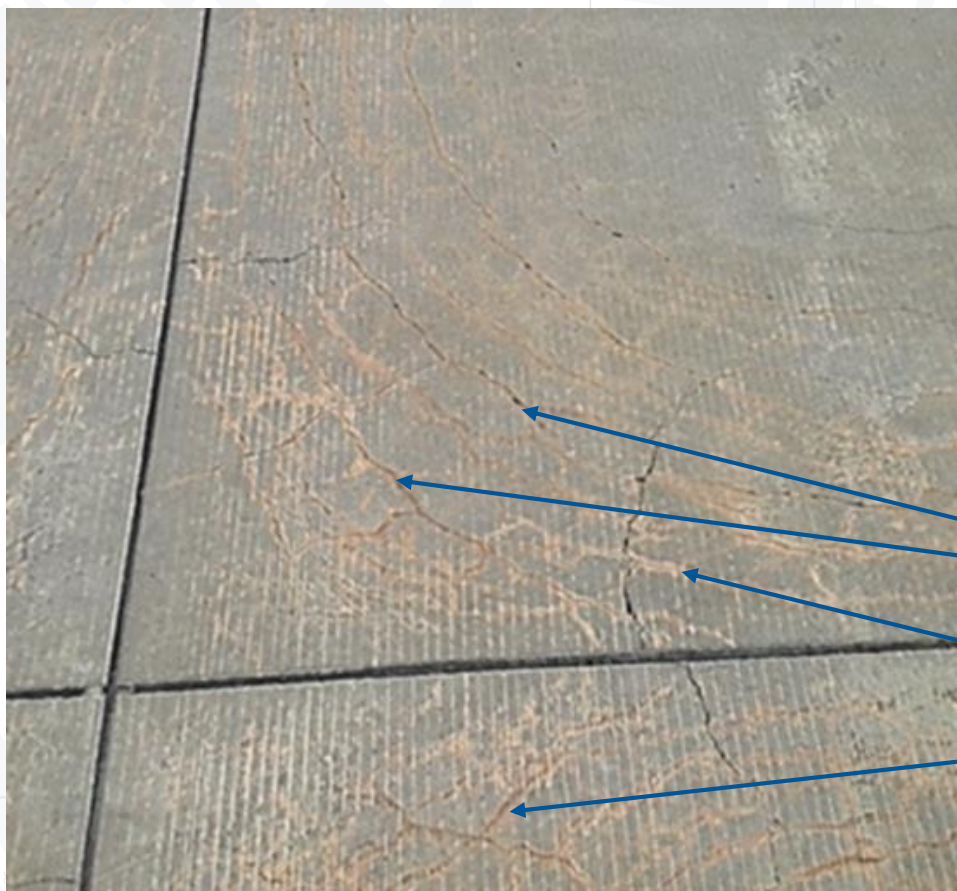
1. D-образные трещины в углах плит



- Появление характерных D-образных трещин в углах плит, сетки мелких трещин вдоль швов и очагов по поверхности плит.
- Рост ширины раскрытия трещин, выкрашивание фрагментов цементного камня

Признаки щелоче-силикатной коррозии

2. Продукты ЩСР на кромках D-образных трещин



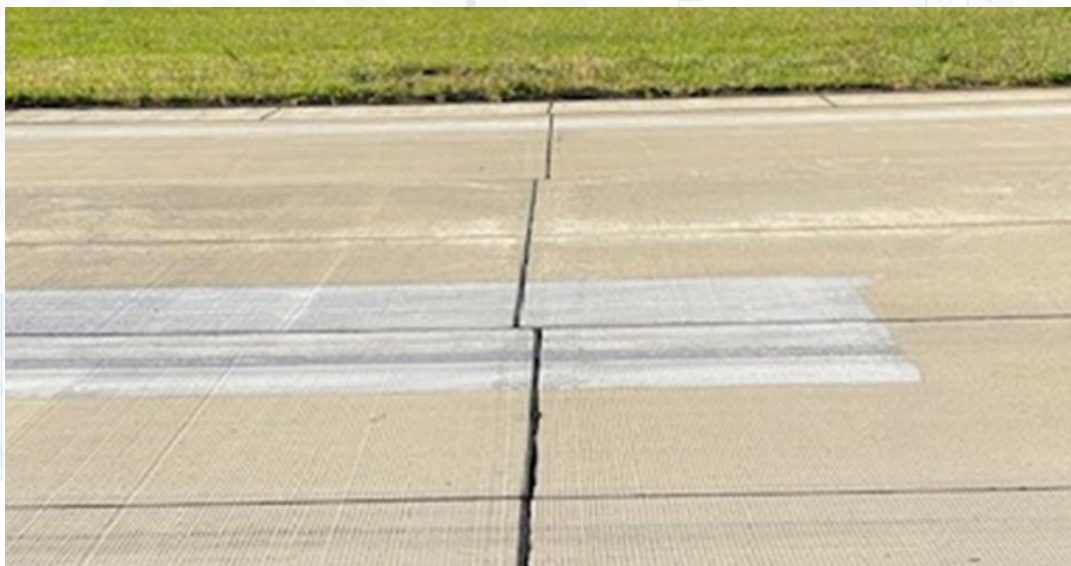
- На кромках сетки трещин появляются продукты щелоче-силикатной коррозии
- Щелочесиликатный гель через некоторое время подсыхает и приобретает желтоватый оттенок

D-образные трещины

Следы щелоче-силикатного геля на кромках трещин

Признаки щелоче-силикатной коррозии

3. Нарушение прямолинейности поперечных **швов сжатия** из-за сдвижки рядов плит



- ✓ Ранее прямолинейные по всей ширине покрытия швы сжатия смещаются
- ✓ Часть плит расширяется в большей степени и сдвигают рядом расположенные плиты

4. **Швы расширения** смыкаются, но обратный процесс не происходит



Шов сомкнулся

Шов сохранил свои параметры

- ✓ Швы расширения смыкаются из-за увеличения объема плит, но при снижении температуры обратный процесс не происходит
- ✓ Неравномерность смыкания швов в связи с разной интенсивностью расширения плит и активностью ЩСР

Признаки щелоче-силикатной коррозии

5. Возрастает опасность внезапной потери продольной устойчивости плит (коробления)



Наиболее опасные периоды:

- Летом, **при повышении температуры** окружающего воздуха выше температуры укладки ц/б смеси, происходит температурное расширение плит покрытия
- Весной и осенью, **при увеличении влажности** активность ЦСР возрастает, расширение плит усиливается

Признаки щелоче-силикатной коррозии

6. Образование продольных трещин внутри плит, нарушении монолитности внутренней структуры бетона



Образование в плитах внутренней слоистой системы в результате роста напряжений, вызванных увеличением сжимающих усилий от соседних плит



Признаки щелоче-силикатной коррозии

7. Выпуклый изгиб плит покрытия



Вдоль линии разметки виден выгиб плит по всей длине пути руления воздушных судов, образовавшийся в результате расширения плит, смыканием швов, увеличения напряжений от действующих на плиты продольных сжимающих усилий

Признаки щелоче-силикатной коррозии

8. Резкое увеличение числа плит, подлежащих замене



- В соответствии с
СП 491.1325800.2020



- В соответствии с
СТО ФГУП «АГА(А)»

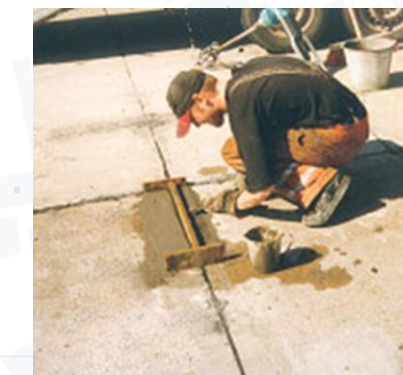
Плиту (или ее часть) необходимо заменять:

- При разделении плиты сквозными трещинами на несколько частей, блоков, размером менее 3,75x3,75 м;
- При образовании сколов кромок, превышающих 15% от площади плиты;
- При глубоком шелушении поверхности бетона - выкрашивании цементного камня и заполнителя;
- При потере плитой продольной устойчивости;
- При нарушении монолитности внутренней структуры бетона, падении прочности и несущей способности.

Меры обеспечения безопасной эксплуатации цементобетонных покрытий в условиях ЦСР

Для обеспечения безопасности полетов необходимо:

- Нарезать сомкнувшихся деформационные швы, не допустить сколов, трещин, а главное - коробления покрытий. Нарезать при необходимости дополнительные швы расширения;
- Выполнять кольматацию и гидрофобизацию сетки трещин, не допустить проникания в плиту влаги, а также купировать шелушение;
- Герметизировать швы и трещины, не допустить увлажнения покрытия через открытые швы и трещины;
- Ремонтировать сколы и разрушенные ремонтные вставки, восстановить работоспособность покрытий;
- Заменять разрушенные плиты, восстановить прочность и несущую способность покрытий;
- Контролировать исправную работу водосточно-дренажной системы, не допустить увлажнение покрытий.





Спасибо за внимание

