



КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# Применение местных дорожно-строительных материалов при строительстве региональной сети автомобильных дорог Республики Татарстан

*Проректор по научно-исследовательской деятельности КГАСУ,  
зав. каф. «Автомобильные дороги,  
мосты и тоннели»  
Вдовин Евгений Анатольевич*

# НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ КГАСУ



Научно-образовательный центр «Roads/Дороги»



Научно-образовательный центр «Системы / Systems»



Научно-образовательный центр «Технологии / Technology»



Научно-образовательный центр «Прочность»



## «Разработка эффективных конструкций дорожных одежд сельских автомобильных дорог с применением укрепленных и модифицированных местных минеральных материалов»

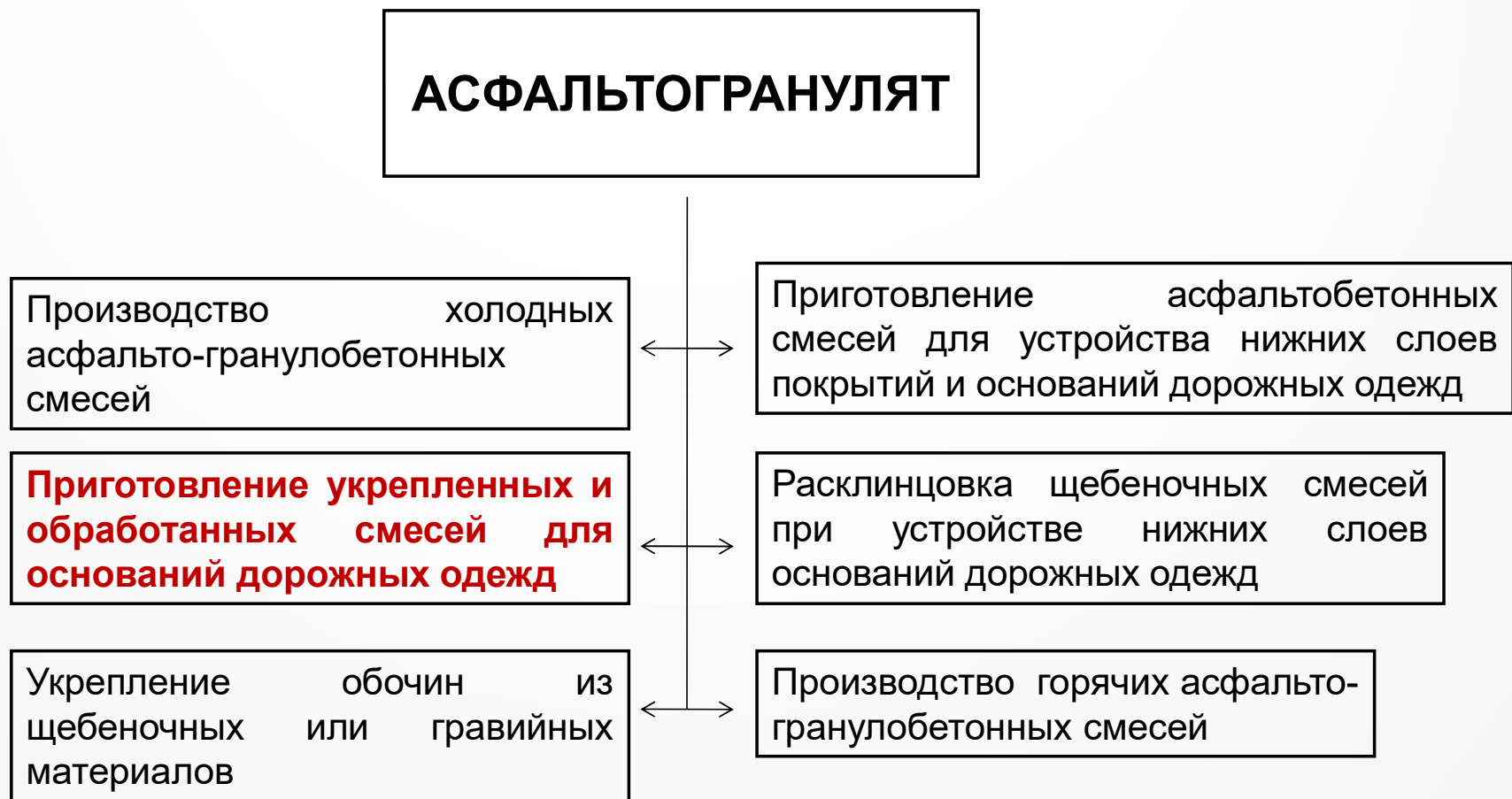


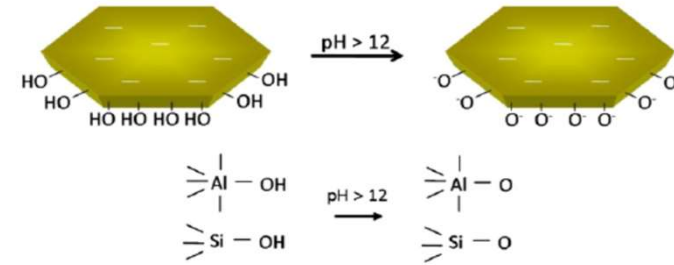
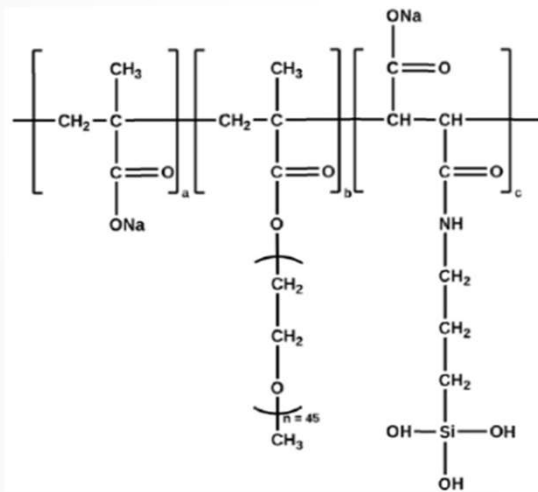
Проект направлен на **увеличение объемов строительства сельских автомобильных дорог с применением местных минеральных материалов: укрепленных грунтов, обработанных малопрочных каменных материалов и отходов промышленности Республики Татарстан.**





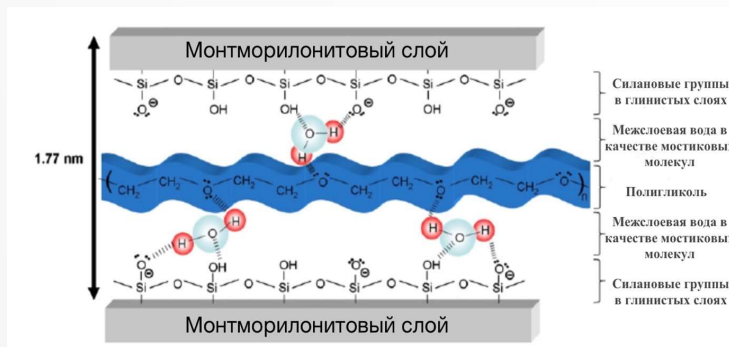
## Области применения асфальтогранулята



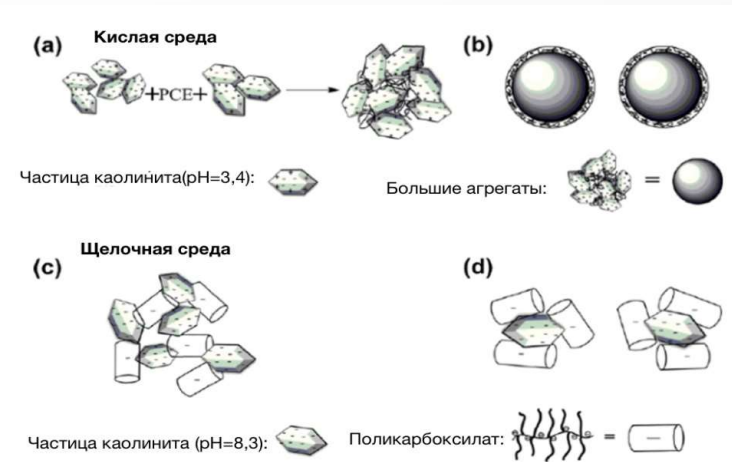


Схематическое изображение распределения заряда и депротонирования -ОН-групп вдоль кристаллических ребер монтмориллонита при высоких значениях pH

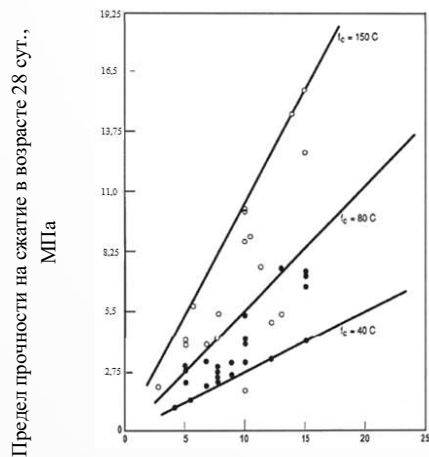
**Химическая формула поликарбоксилатного суперпластификатора, модифицированного органо-силаном**



**Взаимодействие полиэтиленгликоля с алмосиликатными слоями монтмориллонита**  
 J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, S. Ng, L. Lei, L. Zhang, Q. Lu, Zh. Xu, Q. Liu, H. Zeng и др.

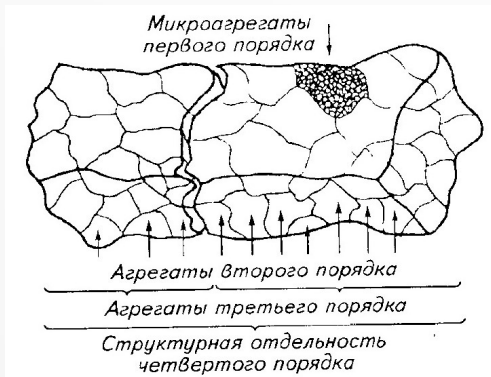


**Взаимодействие эфира поликарбоксилата с каолином в кислых (pH=3,4) и щелочных (pH=8,3) средах:**  
 а) pH=3,4 и малая дозировка ПКС, б) pH=3,4 и большая дозировка ПКС, в) pH=8,3 и малая дозировка ПКС, д) pH=8,3 и большая дозировка ПКС

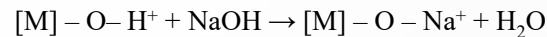
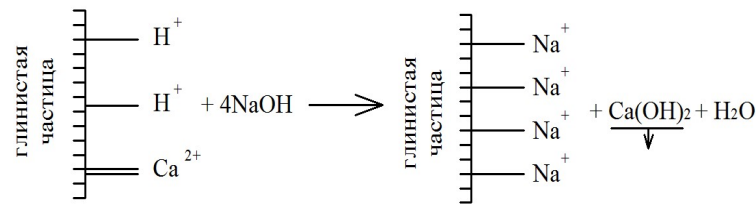


содержание цемента, % (от массы грунта)

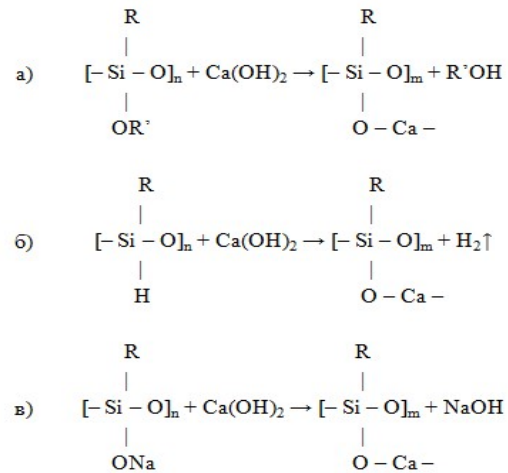
**Зависимость прочности цементогрунта от содержания цемента и гранулометрического состава грунта**



Структура грунтового агрегата



**Реакции взаимодействия глинистых частиц с электролитами**



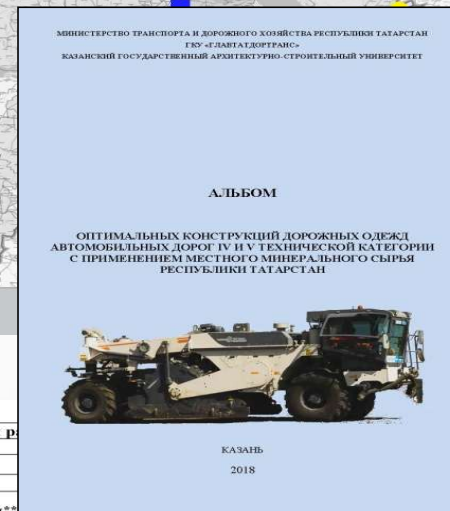
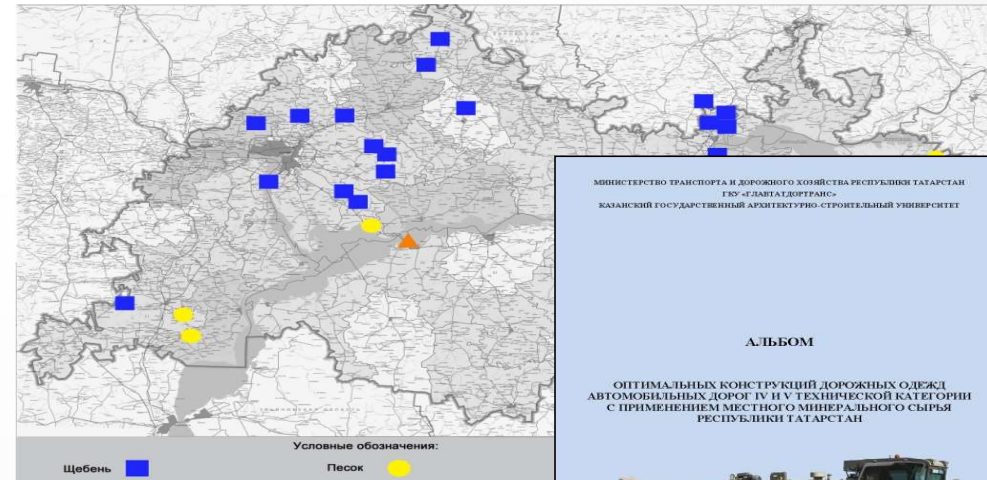
Химические реакции в бетоне, модифицированном различными кремнийорганическими соединениями  
 а – полиорганалкоксилосилоксаном, б – полигидросилоксаном, в – полиалкилсиликонатом натрия



# Научно-технические результаты реализации проекта

Совместно с Министерством транспорта и дорожного хозяйства РТ, ГКУ «Главтатдортранс»:

- Исследованы **грунты и материалы карьеров местного минерального сырья Республики Татарстан** (щебень, песок, ПГС). Определены их свойства и пригодность для дорожных одежд;
- Разработаны **оптимальные составы укрепленных грунтов с добавками** на основе гидрофобных и гидрофильных ПАВ и полимеров, электролитов, активированных минеральных наполнителей, фиброволокон. В качестве гранулометрических добавок применены местные минеральные материалы (песок, ПГС, карбонатный щебень) с действующих карьеров и асфальтобетонный гранулят;
- Разработан **Альбом эффективных конструкции дорожных одежд сельских автомобильных дорог IV и V технической категории** с применением в качестве слоев основания укрепленных и модифицированных местных минеральных материалов РТ;
- Выполнено **строительство 20 экспериментальных участков автомобильных дорог в Республике Татарстан**, с осуществлением **мониторинга** в процессе эксплуатации в 2013-2021 г.г.



Вид грунта	Карьеры	Дорожная одежда					Агрыйский р.					
		Конструкция	IV категории*		V категории**		6	7	8	9	10	11
Песок средней крупности	Отсутствуют	1	2	3	4	5	B1	10	90	АГ	10	14,21/10,16
		1	2	3	4	5	B2	8	70	ПГС	30	14,26/10,18
		1	2	3	4	5	B3	10	100	ЛСТ	0,07	14,30/10,19
		1	2	3	4	5	B4	10	100	КХТ	0,4	14,36/10,21
		1	2	3	4	5	B5	10	100	ПКС	0,07	14,40/10,23
		1	2	3	4	5	B6	10	100	СН	0,3	14,71/10,34
		1	2	3	4	5	B7	8	80	Щ	20	14,72/10,35
		1	2	3	4	5	B8	8	100	АЩМ	0,06	14,87/10,40
		1	2	3	4	5	B9	-	-	-	-	-

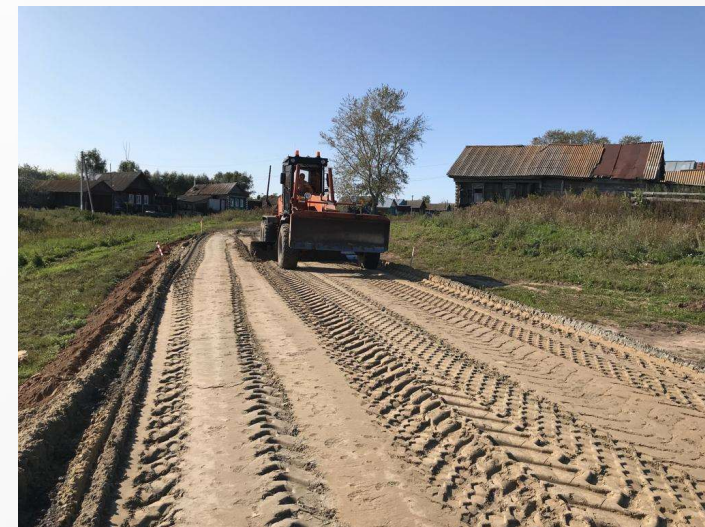
\* коэффициент надежности - 0,70; интенсивность для V категории - не более 100 авт/сут  
 \*\* коэффициент надежности - 0,80; интенсивность для IV категории - не более 400 авт/сут  
 \*\*\* расход щебня и каменной добавки от массы грунта, в %; расход полимерной добавки, в % от общей массы  
 Щ - щебень карбонатный; АГ - асфальтогранулят; АЩМ - асфальтобетон с щебнем из карьера; ПКС - поликарбонат; КХТ - каменный хлористый; СН - силикат натрия; ЛСТ - ленточный строительный; ПГС - песчаный гравийно-щебневый; АЩМ - асфальтобетон с щебнем из карьера; ПКС - поликарбонат; КХТ - каменный хлористый; СН - силикат натрия; ЛСТ - ленточный строительный.



# Объекты внедрения

В 2019 году осуществлено строительство **3 экспериментальных участков при ремонте дорожно-уличной сети в с. Три Озера Спасского района РТ** с применением обработанных и модифицированных местных минеральных материалов:

- 1 участок: укрепленный цементом песок с добавлением асфальтогранулята и модифицированный активированным минеральным наполнителем (ООО «Гидроинтех плюс» г. Казань);
- 2 участок: укрепленный цементом песок с добавлением асфальтогранулята и модифицированный активированным минеральным наполнителем (ООО «Гидроинтех плюс» г. Казань) совместно с гидрофобизатором (добавка «Типром К», ООО «САЗИ» г. Москва);
- 3 участок: укрепленный цементом песок с добавлением асфальтогранулята и модифицированный стеклянным фиброволокном (отход производства стекловолокна, ООО «П-Д Татнефть-Алабуга Стекловолокно» г. Елабуга).



# Объекты внедрения

В **2020 году** осуществлено строительство **3-х экспериментальных участков** на объекте: с. Красная Слобода Спасского района Республики Татарстан.

- 1 участок: слой основания дорожной одежды из укрепленной портландцементом супеси с добавлением асфальтогранулята, модифицированной активированным наполнителем;
- 2 участок: слой основания дорожной одежды из укрепленной портландцементом супеси с добавлением асфальтогранулята, модифицированный активированным наполнителем;
- 3 участок: слой основания дорожной одежды из укрепленной портландцементом супеси с добавлением асфальтогранулята, модифицированный активированным и отходом АО «Нэфис косметикс».



# Объекты внедрения

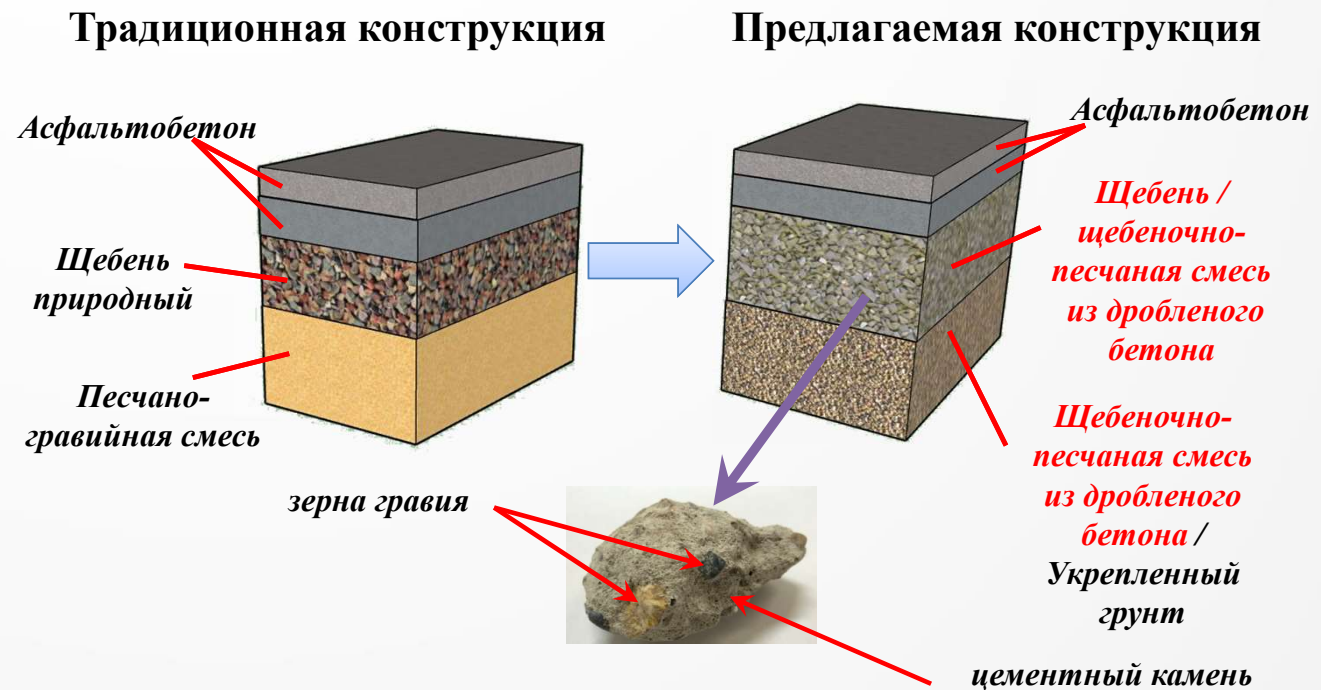
**В 2021 году осуществлено строительство 2 экспериментальных участков на автомобильной дороге «Кильдебяк-Старая Икшурма» в Сабинском районе Республики Татарстан:**

- **1 участок:** слой основания дорожной одежды из обработанной портландцементом щебеночно-песчаной смеси, модифицированной **цеолитсодержащей породой** (Татарско-Шатрашанское месторождение);
- **2 участок:** слой основания дорожной одежды из обработанной портландцементом щебеночно-песчаной смеси, модифицированной **кремнийорганическим соединением** алкилсиликонат щелочного металла (ООО «ПК «САЗИ»).



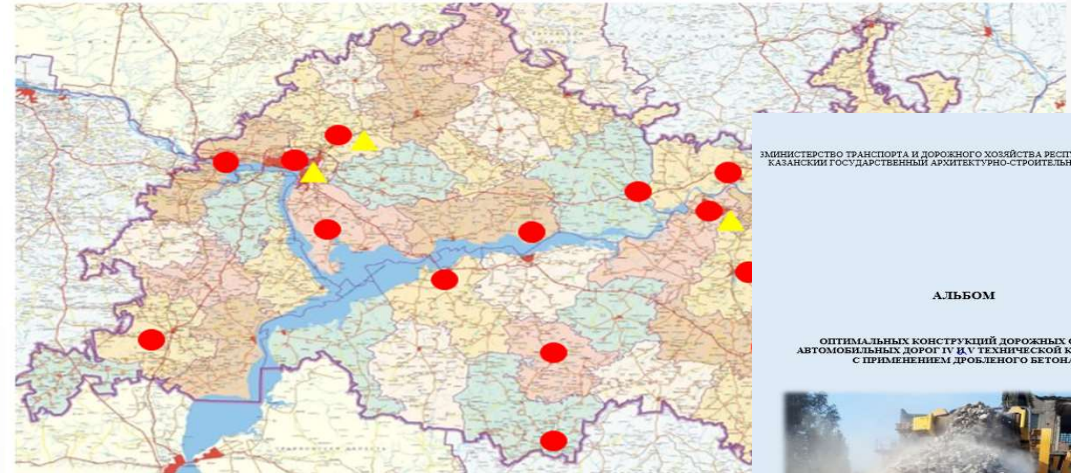
# Разработка конструкций дорожных одежд автомобильных дорог и площадок в Республике Татарстан с применением материалов из дробленого бетона

Проект направлен на увеличение объемов строительства автомобильных дорог с применением материалов из дробленого бетона объемы, которого увеличиваются в связи с реализацией федеральных и республиканских программ по строительству жилья.



# Научно-технические результаты реализации проекта

- Разработана карта мест производства бетонных смесей, щебня и щебеночно-песчаных смесей из дробленого бетона в Республике Татарстан;
- Разработан альбом «Оптимальных конструкций дорожных одежд автомобильных дорог IV и V технической категории с применением материалов из дробленого бетона»
- Разработан Стандарта организации СТО 5711-004-02069622-2020 «Щебень, щебеночно-песчаные, цемента-грунто-щебеночные и щебеночно-песчано-цементные смеси из дробленого бетона и железобетона для дорожного строительства».



● - Цементобетонный завод  
▲ - Дробильно-сортировочный узел бетонного

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АЛЬБОМ

ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ IV И V ТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРОБЛЕНОГО БЕТОНА



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Наименование слоев и материалов	Схема конструкции дорожной одежды	Толщины слоев		
		IV категории**	IV категории	
1. Асфальтобетон плотный II марки типа Б, марка битума БНД-60/90 по ГОСТ 9128-2013		5	4	СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  ЩЕБЕНЬ, ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫЕ, ЦЕМЕНТО-ГРУНТО-ЩЕБЕНОЧНЫЕ И ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНО-ЦЕМЕНТНЫЕ СМЕСИ ИЗ ДРОБЛЕНОГО БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  СТО 5711-004-02069622-2020  Издание официальное
2. Асфальтобетон к/з пористый II марки, марка битума БНД-60/90 по ГОСТ 9128-2013		6	6	
3. Щебень из дробленого бетона с маркой по дробимости не менее М400 по ГОСТ 32495-2013		24	21	
4. Смеси щебеночно-песчаные С4 - 80 мм из дробленого бетона (марка щебня по дробимости не менее М400) по ГОСТ 32495-2013		30	30	

\* коэффициент надежности – 0,80; требуемый модуль упругости для IV категории – 150 МПа  
\*\* коэффициент надежности – 0,80; требуемый модуль упругости для IV категории – 100 МПа  
\*\*\* коэффициент надежности – 0,70; требуемый модуль упругости для V категории – 50 МПа

Казань 2020

# Объекты внедрения

**В 2021 году осуществлено строительство 3 экспериментальных участков на объектах в Тукаевском районе Республики Татарстан:**

**1. В 52-ом комплексе г. Набережные Челны**

*(Применен **дробленый бетон фракции (40-70)мм** в качестве основания конструкции дорожной одежды)*

**2. Реконструкция автомобильной дороги Набережные Челны - Сарманово, км 0+451 - км 0+624 в Тукаевском муниципальном районе Республики Татарстан**

*(Применен **дробленый бетон фракции (5-20)мм** в составе цементобетона)*

**3. Реконструкция автомобильной дороги по ул. Гостева, участок от ул. Аэродромная до ул. Батенчука в г.Набережные Челны Республики Татарстан**

*(Применен **дробленый бетон фракции (40-70)мм** в качестве основания временной дороги перед укладкой дорожных плит)*



## Разработка материала земляного полотна промышленных дорог и площадок на основе выбуренной породы нефтяных скважин

**Утилизации бурового шлама** в верхнем слое земляного полотна промышленных дорог и площадок в качестве стабилизирующего модификатора обеспечивает возможность **повышения водно-физических свойств** дорожного полотна и **снижения экологической нагрузки** на прилегающую территорию.



# Научно-технические результаты реализации проекта

- Исследованы **свойства бурового шлама из продуктивного и непродуктивного слоя скважины.** Определена их максимальная плотности и оптимальная влажность.
- Получены **составы пескошламоцементной смеси, пригодные для использования** при сооружении верхнего слоя земляного полотна из щебня/грунтощебня методом пропитки или перемешивания, а также в качестве самостоятельного слоя.
- Разработаны **рекомендации по технологии сооружения верхнего слоя земляного полотна** из материалов, стабилизированных буровым шламом, а также щебня и грунтощебня с пескошламоцементной смесью.
- Разработаны **Технологический регламент и ТУ 42.11-001-22872241-2019 для применения бурового шлама в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог.**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ -7»  
(ООО СМУ-7)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО "СМУ-7"



*С. У. Хайретдинов* Ф.У. Хайретдинов  
«    »    2019 г.

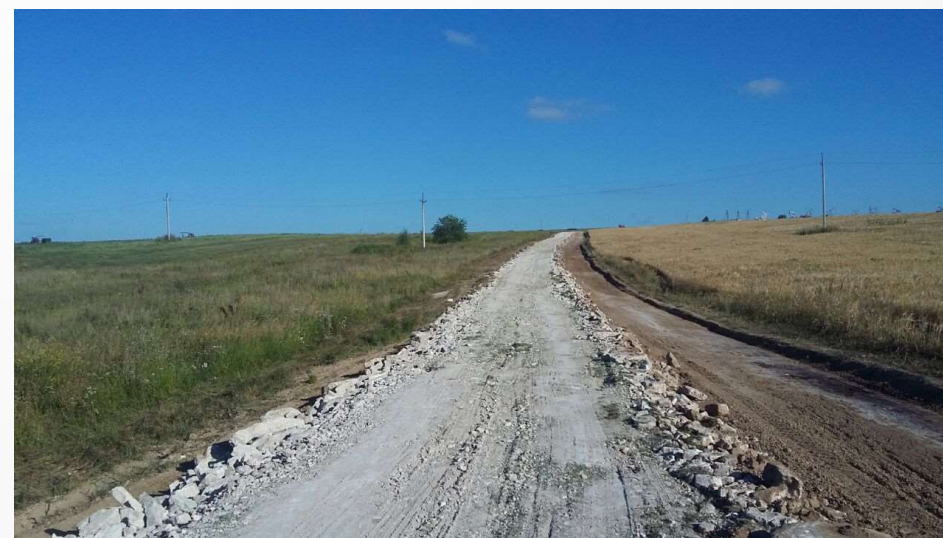
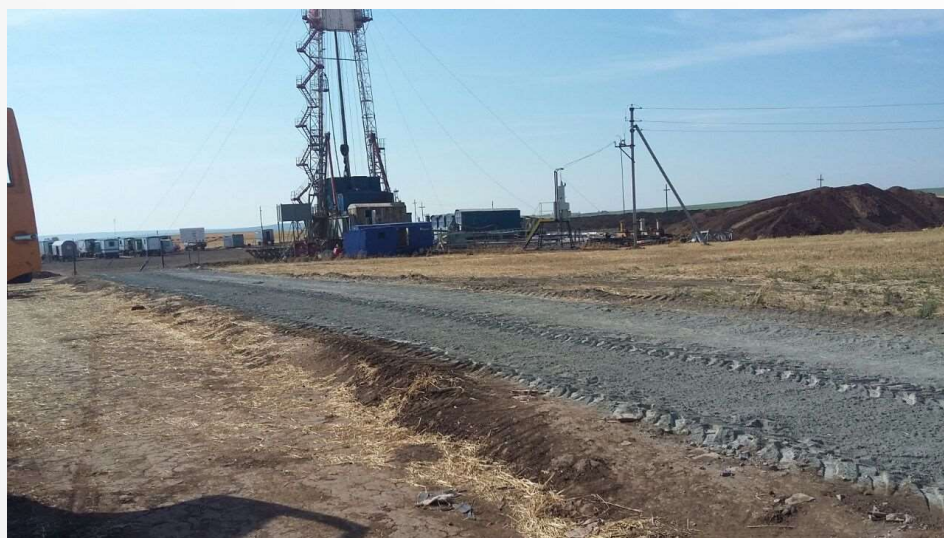
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ**  
на использование бурового шлама и горной породы  
в дорожной одежде и земляном полотне  
автомобильных дорог и площадок





# Объекты внедрения

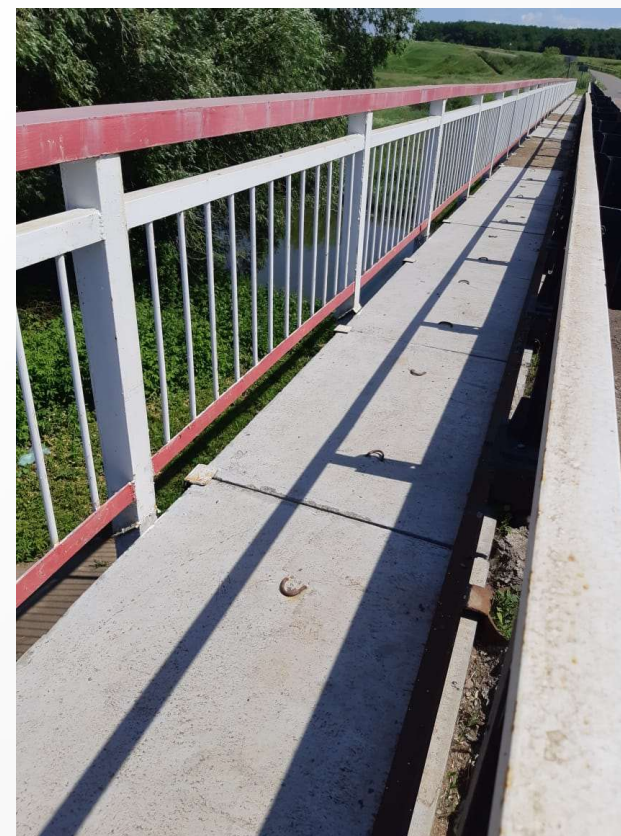
Внедрено на 28 объектах нефтедобычи РТ общей площадью **более 130 тыс. м<sup>2</sup>**.



# «ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРКОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И МОСТОВ»



**Водопропускные трубы**



**Тротуарные плиты**

## Научно-технические результаты реализации проекта

- выполнен пересчет схемы армирования конструкций сборных бетонных колец для дорожных водопропускных труб при переходе на полимеркомпозитную арматуру;
- на заводе ЖБИ изготовлены сборные бетонные кольца для дорожных водопропускных труб с полимеркомпозитной арматурой;
- проведены испытания образцов колец водопропускных труб армированных стеклопластиковой арматурой, подтверждена возможность их использования при строительстве автомобильных дорог.



## Объекты внедрения

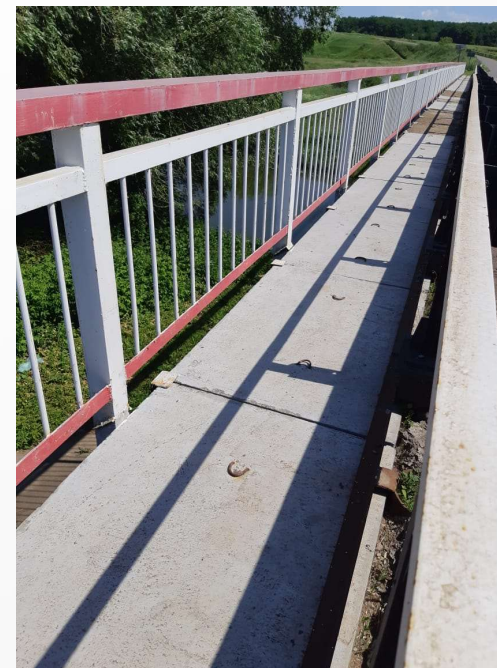
Выполнена укладка дорожных водопропускных труб из **сборных бетонных колец с полимеркомпозитной арматурой** взамен стальной на участках автомобильных дорог Республики Татарстан:

- Высокий Колок - Новоспасск;
- Нурлат - Чувашский Тимерлик (с. Аксумла).

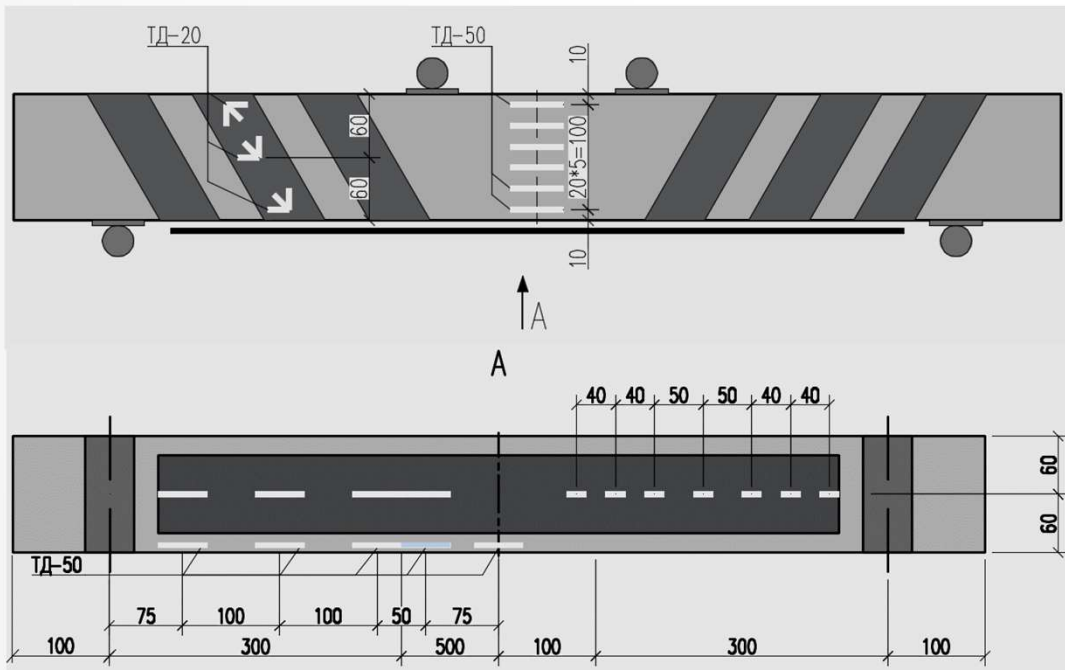


## Объекты внедрения

- Выполнена укладка **сборных тротуарных плит, армированных полимеркомпозитной арматурой** на мосту через р. Большая Бахта у с. Байтеряково в Чистопольском районе РТ.



## Разработка ГОСТ Р «Система внешнего армирования из полимерных композитов. Метод ускоренной оценки долговечности»



## «ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК VIATOR PLUS СТ 40 И VIATOR PLUS FER»



Стабилизирующая добавка VIATOR PLUS FER

Состав:

20% целлюлозные волокна ARBOCEL ZZ 8/1;

80 % функциональная добавка

Функциональное назначение:

- увеличение времени старения вяжущего;
- снижение образования трещин;
- отличное сопротивление износу и образованию колеи;
- увеличение срока эксплуатации дорожного покрытия



Стабилизирующая добавка VIATOR PLUS СТ40

Состав:

60% целлюлозные волокна ARBOCEL ZZ 8/1;

40 % воск, полученный по методу Fisher-Tropsch

Функциональное назначение:

- более легкое уплотнение;
- повышает устойчивость к деформациям и образованию колеи;
- позволяет снизить температуру приготовления и укладки смеси на 20-30 °С

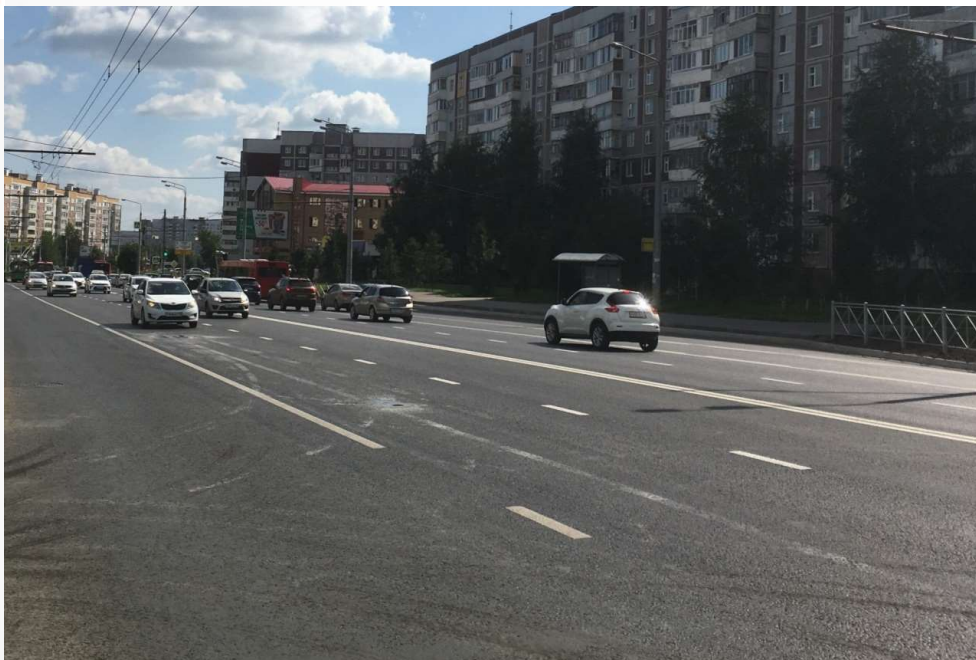
## Научно-технические результаты реализации проекта

- выполнен подбор составов щебеночно-мастичных асфальтобетонов марки ЩМА-10 и ЩМА-15 с применением стабилизирующих добавок серии VIATOP PLUS;
- исследованы физико-механические показатели образцов щебеночно-мастичных асфальтобетонов, показатели стойкости асфальтобетонов к истиранию, показатель стойкости асфальтобетонов к колееобразованию;
- построены опытные участки на улице Сахарова г. Казань и на участке автодороги «Казань-Оренбург-Бута-Аппаково»





## Объекты внедрения



**участок автомобильной дороги по  
ул. Сахарова (г. Казань)  
с применением добавки  
VIATOR PLUS FER**



**участки автомобильной дороги  
«Казань-Оренбург-Бута-Аппаково»  
Альметьевского района РТ  
с применением добавок  
VIATOR PLUS FER,  
VIATOR PLUS СТ 40**

# «Разработка ремонтного материала на основе эпоксидной смолы для устранения колеиности в зоне взвешивания автоматических пунктов весогабаритного контроля (АПВГК)»



**АПВГК  
 «Тула-2»**



**Текстура ремонтного материала**

## Основные показатели ремонтных материалов для устранения колеиности

Наименование показателя	Технические характеристики
Соотношение эпоксидной смолы и отвердителя, по массе	73/27
Максимальная крупность заполнителя, мм	4, 8, 11,2
Марка по осадке конуса	П4-П5
Марка по морозостойкости, не менее	F <sub>2</sub> 100
Водопоглощение, %, не более	3,5
Коэффициент сцепления колеса с покрытием, не менее	0,4
Класс по истираемости, в см <sup>3</sup>	До 25
Предел прочности на сжатие в 7 суточном возрасте, не менее, МПа	25
Предел прочности на растяжение при изгибе в 7 суточном возрасте, не менее, МПа	10

# «СМЕСОВОЙ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТ (ТЭП) ИЗ ПОЛИОЛЕФИНОВ И КАУЧУКОВ НКНХ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ»

## «ВНЕДРЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ПОЛИМЕРНОБИТУМНОМ ВЯЖУЩЕМ»

Схема получения смешанного термоэластопласта (ТЭП)

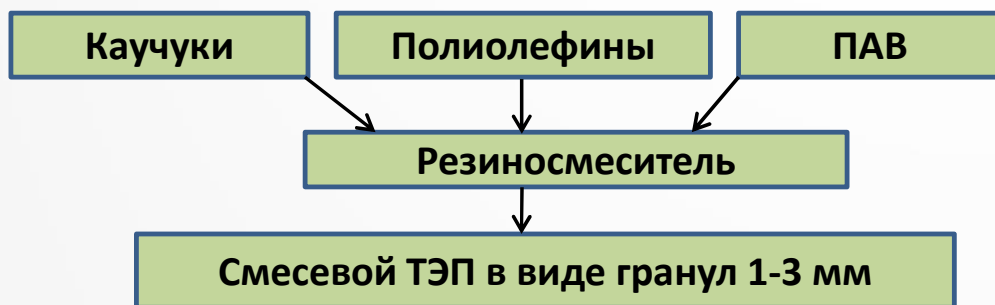
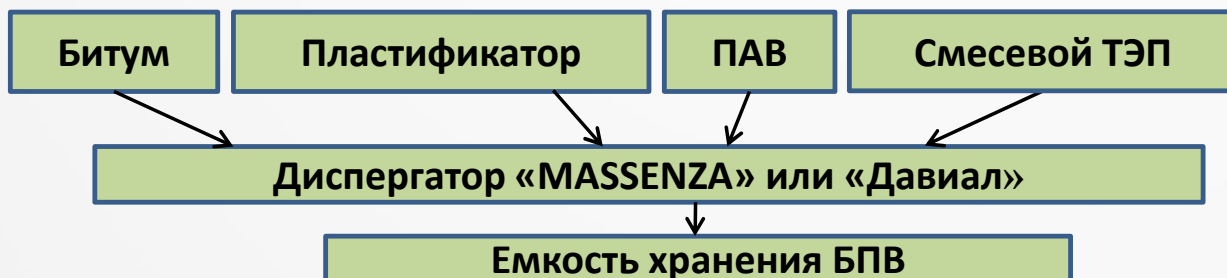


Схема получения полимернобитумного вяжущего (ПБВ)



Проект направлен на разработку полимерно-битумного вяжущего для дорожных асфальтобетонов с целью повышения их долговечности.

Смесевой ТЭП получается скоростным смешением полиолефинов, каучуков и ПАВ, отвечающих за определенный набор свойств битумного вяжущего.



# Научно-технические результаты реализации проекта

- Разработан **Стандарт организации СТО 0256-003-572536637** «Полимерно-битумные вяжущие дорожные на основе смесового термоэластопласта»;
- Разработан **Стандарт организации СТО 5718-002-572536637** «Асфальтобетоны дорожные на основе полимерно-битумных вяжущих».
- **Строительство участка автомобильной дороги н.п. Большой Кульбаш – н.п. Дубъязы Зеленодольского р-на РТ, с осуществлением мониторинга асфальтобетонного покрытия**

Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан  
ОКП 02 5612

УТВЕРЖДАЮ  
Министр  
А.Р. Сафин  
2015 г.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ  
ДОРОЖНЫЕ НА ОСНОВЕ СМЕСОВОГО  
ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТА

СТО 0256-003-572536637-2015

СОГЛАСОВАНО  
Директор КУ «Газтатдортранс»  
Ю. Дюлов  
2015 г.

РАЗРАБОТАНО  
Ректор КазГАСУ  
Е.К. Назамов  
2015 г.

Казань  
2015

Министерство транспорта и дорожного хозяйства  
Республики Татарстан

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ДОРОЖНЫЕ  
НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ  
ВЯЖУЩИХ

СТО 5718-002-572536637-2015

Главное казенное управление содержания и развития  
дорожно-транспортного комплекса Татарстана  
ГКУ «Белыегорск»

Казань

# Объекты внедрения

Строительство участка автомобильной дороги н.п. Большой Кульбаш – н.п. Дубъязы Зеленодольского р-на



# Эксплуатация и мониторинг асфальтобетонного покрытия на разработанном ПБВ

**Состояние дорожного покрытия после 1 года эксплуатации**



**Состояние дорожного покрытия после 2 лет эксплуатации**



**Состояние дорожного покрытия после 3 лет эксплуатации**



**Состояние дорожного покрытия после 4 лет эксплуатации**





КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

***Спасибо за внимание!***

***Проректор по научно-исследовательской  
деятельности КАСУ,  
зав. каф. «Автомобильные дороги,  
мосты и тоннели»  
Вдовин Евгений Анатольевич***