

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ ДОРОЖНЫЙ БЕТОН

Асматулаев Нурсултан Борисович

Доктор PhD, академик ИТА, Руководитель проектно-изыскательского отдела научно-исследовательской производственной компании «КаздорИнновация»
Почта: asmatulaev@gmail.com

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Создать более долговечные дорожные покрытия со сроком службы не менее 50 лет на основе белитовых цементов, полученных из промышленных техногенных минеральных отходов. Такие решения рассматриваются как экологичная и экономически выгодная альтернатива традиционным и дорогостоящим цементобетонным покрытиям, большая часть которых сегодня зависит от импорта.

КЛЮЧЕВОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО ПРОЕКТА

Экологичность производства. Белитовые цементы изготавливаются без дополнительного обжига, так как исходные материалы уже прошли термическую обработку в рамках основного промышленного процесса. Это позволяет отказаться от высокотемпературного обжига (до 1500 °С), сократить расход топлива, снизить выбросы CO₂ на 7-10 % и уменьшить производственные затраты до 70 %.

Разрабатываемые материалы относятся к ресурсам - и энергосберегающим технологиям, предназначенным для ускоренного строительства долговечных автомобильных дорог. Эффективность решений подтверждена многолетней эксплуатацией асфальтобетонных и бетонных дорог, а их применение уже обеспечено нормативно-техническими документами в Республике Казахстан. Важно, что внедрение технологий не требует дополнительного оборудования, что делает их доступными для практического использования.

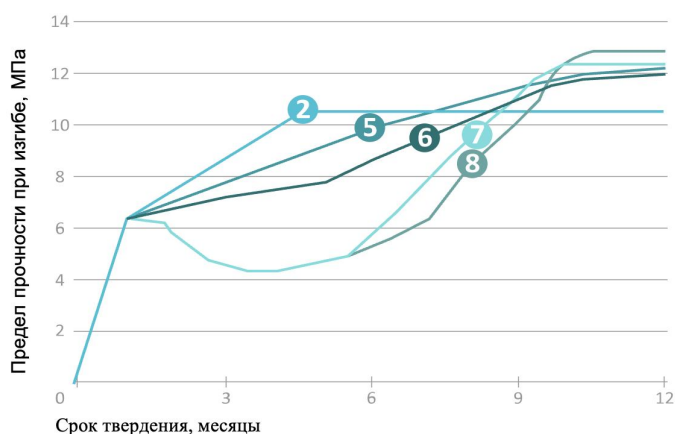


Рисунок 1 - Зависимость предела прочности при изгибе от срока твердения



Рисунок 2 - Схема конструкции дорожной одежды

В рамках проекта изучалось упрочнение наноструктурированных вяжущих материалов при различных температурных условиях.

Испытания проводились по следующей схеме:

- 2 образца выдерживались в нормальных условиях в течение 12 месяцев;
- Образцы 5, 6, 7 и 8 сначала выдерживались 1 месяц в нормальных условиях, затем 5 месяцев при пониженных температурах: +5 °С, 0 °С, -5 °С и -10 °С, после чего ещё 6 месяцев — снова в нормальных условиях.

Такая методика позволила оценить, как материалы набирают прочность и сохраняют эксплуатационные свойства при перепадах температур, характерных для климатических условий Казахстана.

«БЕЛИТОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ» - МОНОЛИТНОЕ ОСНОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Применение белитового вяжущего позволяет формировать монолитное дорожное основание, обеспечивающее высокую прочность и долговечность автомобильных дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Существенно снижает стоимость строительства за счёт сокращения объёмов завозимых материалов и технологических операций;
- Сокращает сроки строительства, упрощая процесс устройства основания;
- Уменьшает затраты на ремонт и содержание дорог в течение всего жизненного цикла;
- Обеспечивает требуемые проектные характеристики по нагрузкам и интенсивности движения и сохраняет их на всём протяжении эксплуатации;
- Позволяет использовать любой местный грунт, находящийся непосредственно на строительном объекте, без необходимости его замены;
- Снижает негативное воздействие на окружающую среду, включая выбросы и техногенную нагрузку;
- Исключает необходимость массовой поставки инертных материалов и привлечения большого количества тяжёлой техники.

ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ

В проекте применяются экологически чистые, ресурсо- и энергосберегающие материалы и технологии производства белитового вяжущего, основанные на переработке отходов промышленного производства.

Экономический эффект:

- Экономия при строительстве — до 11 %
- Экономия при содержании — до 230 % за счёт увеличения срока службы и снижения ремонтных работ

СТАНДАРТНЫЙ СПОСОБ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (ТРАДИЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ)

Технологическая схема:

- фрезерование существующего покрытия с последующей утилизацией;
- устройство нового покрытия:
- асфальтобетонная мелкозернистая смесь по СТ РК 2373-2019 - 5 см;
- асфальтобетонная крупнозернистая смесь по СТ РК 2373-2019 - 6 см.

Ключевые ограничения технологии (80-90-е годы):

- высокие затраты на производство асфальтобетонной смеси;
- ожидание до 28 суток для набора прочности материалов;
- длительные сроки строительства;
- низкий срок службы покрытия — от 2 до 5 лет;
- необходимость доставки больших объёмов материалов;
- изношенность существующих оснований;
- дефицит инертных материалов;
- ограниченные производственные мощности.

ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕЛИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО)

Технологическая схема:

- ресайклирование существующего слоя с добавлением вяжущего — 84,6 кг;
- устройство слоя износа:
- асфальтобетонная мелкозернистая смесь по СТ РК 2373-2019 — 6 см;
- применение вяжущего на основе отходов производства.

Преимущества технологии:

- полное соответствие действующим нормативам (СТ РК 1549-2006, СТ-KZ 2102 00897);
- осуществленное сокращение сроков строительства;
- увеличение срока службы покрытия на 20-40 лет;
- обеспечение любых требуемых проектных характеристик по нагрузкам и интенсивности движения с их сохранением на всём протяжении эксплуатации;
- снижение негативного воздействия на окружающую среду;
- исключение поставки инертных материалов и сокращение использования тяжёлой техники.

Нормативная и правовая база

- патенты на укрепленные дорожные основания;
- наличие СТ KZ;
- сертификат происхождения продукции;
- 100 % производство — Республика Казахстан



Рисунок 3 – Сравнительная схема конструкции дорожной одежды

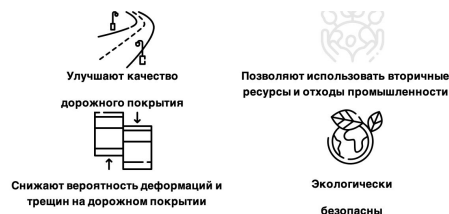


Рисунок 4 – Основные преимущества применения укрепленных слоев в дорожной конструкции

Нормативно-техническая база

- ТУ СТ РК «Шлаковые вяжущие для дорожного строительства»
- ТУ 7100 РК 40438344 КРТИ-173-2005 «Бетон дорожный на основе вяжущих из золы-уноса»
- СТ РК 781-2004 «Вяжущие шлаковые и шлако-щелочные для дорожного строительства. Технические условия»
- У 7100 РК 39115423 КАД и СИК-169-2004 «Вяжущие шламовые для дорожных и общестроительных работ»

Инновационные дорожно-строительные технологии Казахстана

Впервые в Республике Казахстан разработаны и освоены альтернативные традиционным мировым дорожно-строительным материалам и технологиям наноструктурирующие материалы коллоидного упрочнения, предназначенные для эксплуатации автомобильных дорог более 50 лет без проведения капитальных ремонтов.

Разработанные технологии обеспечивают:

- снижение затрат на строительство и реновацию существующих дорог на 20-30 %;
- существенное сокращение сроков строительных и ремонтных работ;
- снижение эксплуатационных затрат на 50-70 %;
- исключение образования трещин в конструкциях дорожной одежды;
- повышение влагостойкости и морозостойкости основания дорожной одежды;

- многократное увеличение межремонтных сроков эксплуатации;
- отсутствие ограничений в выборе основного материала для строительства дорог и площадок;
- снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Технологии имеют необходимое нормативное и правовое обеспечение:

- СТ КЗ «Асмадор» и «Асмапро»;
- сертификаты происхождения продукции;
- производство - Республика Казахстан.

ОБРАЗЦЫ КЕРНОВ

Образцы кернов используются для оценки **физико-механических и химических свойств** дорожных материалов.

На основании исследований кернов определяются: прочность;

- плотность;
- пористость;
- водостойкость и морозостойкость;
- однородность структуры;
- соответствие материалов требованиям стандартов и нормативных документов.

Полученные данные применяются для:

- оценки качества и долговечности материала;
- подтверждения его пригодности для использования в дорожном строительстве;
- обоснования проектных решений;
- контроля соответствия составов установленным нормативам.

СОСТАВЫ ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ (КЕРНОВ)

Составы на основе доменного и гранулированного шлака

1. Доменный шлак - 16 %

ЩПС - 70 %
Зола ТЭЦ - 10 %
Цемент - 4 %

2. Гранулированный доменный шлак - 16 %

ЩПС — 80 %
Цемент — 4 %

Составы с использованием вторичного асфальтобетона

3. Старый асфальтобетон — 40 %

ПГС - 40 %
Цемент - 4 %
Граншлак - 16 %

Составы на основе природных материалов

4. Зола ТЭЦ — 16 %

ПГС природная — 80 %
Цемент — 4 %

5. Граншлак — 16 %

ПГС природная — 80 %
Цемент — 4 %

Составы на основе фосфорных отходов

6. Фосфорный шлак — 90 %
Цемент — 10 %

7. Фосфорный шлак — 80 %

Фосфогипс — 19,5 %

Составы с использованием грунтов

8. Фосфорный шлак — 16 %

Грунт — 80 %
Цемент — 4 %

Вяжущие материалы

- ЩПС со шлаковым вяжущим
- Шлакопортландцемент

Результаты исследований кернов подтверждают, что применение шлаковых и наноструктурированных вяжущих на основе промышленных отходов обеспечивает формирование прочных, долговечных и экологически устойчивых дорожных оснований. Разработанные составы соответствуют действующим нормативным требованиям, позволяют использовать местные и вторичные материалы, существенно сокращают затраты на строительство и эксплуатацию автомобильных дорог и обеспечивают увеличение межремонтных сроков до 50 лет и более.