

# ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ **TENSAR**® В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ



**Tensar**®

## Технология Тенсар — уникальное ноу-хау и проверенные на практике решения

Технология Тенсар® широко используется для стабилизации оснований и оптимизации как асфальтобетонного, так и грунтового покрытия дорог и площадок. Применение технологии Тенсар® для армирования грунта позволяет существенно сократить расходы на строительство и более универсально по сравнению с традиционными решениями.

Современная технология — это возможность снизить затраты, связанные с реализацией проекта, и надолго сохранить инвестиции.



## Более 30 лет Тенсар поставляет экономически эффективные решения в сфере строительства и развития инфраструктуры

### ТЕНСАР — МИРОВОЙ ЛИДЕР

Тенсар является мировым лидером по разработке геотехнических решений в области армирования грунтов и стабилизации оснований. Благодаря успешной реализации проектов различной степени сложности по всему миру компания имеет огромный опыт в этой узкоспециализированной области. Все применяемые технологии, методики проектирования и строительства отработаны на практике, что позволяет найти максимально эффективное решение для поставленных инженерных задач.

### ТЕНСАР В РОССИИ

В 2014 году при поддержке Правительства, Посольства Великобритании в РФ и почетном участии Ее Высочества Принцессы Анны состоялось торжественное открытие завода по производству георешетки Тенсар в России. Российская производственная компания — это инвестиции в долгосрочную стабильность российского рынка за счет внедрения современных инновационных технологий.

Уже сегодня партнерами Тенсар являются такие крупные компании как МИНТРАНС, РЖД, РОСНЕФТЬ, РОСАВИАЦИЯ, РОСМОРПОРТ.

Материалы и технологии Тенсар были использованы при проектировании и строительстве СПАД, высокоскоростной ж\д магистрали Спб-Москва, стадионов ЧМ 2018, площадок ПЕТРОЛЕСПОРТА, объектов Зимних Олимпийских Игр 2014 в Сочи, а также трассы Формула 1

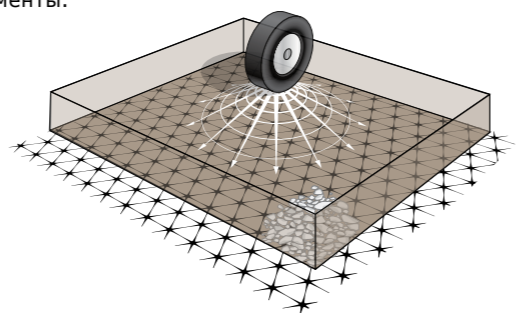
### ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ ГЕОРЕШЕТКА TriAx®

Основной принцип действия георешетки Тенсар TriAx® прост — ограничение боковых перемещений гранул зернистого заполнителя, проникающих в отверстия. Такое механическое заклинивание создает жесткую платформу, в которой георешетка Тенсар TriAx® предотвращает горизонтальный сдвиг частиц инертного материала. Армированный таким образом слой равномерно перераспределит нагрузку на большую площадь и, тем самым, максимально мобилизует несущую способность слабого подстилающего грунта.

Технология производства георешеток Тенсар TriAx® предусматривает перфорирование сплошного листа полипропилена с дальнейшим растяжением в продольном и поперечном направлениях под воздействием высокой (свыше 120°C) температуры. При этом хаотично ориентированные длинноцепные молекулы вытягиваются в упорядоченное состояние и создают прочные связи. Этот технологический процесс существенно повышает жесткость георешетки при растяжении, задавая необходимые инженерные свойства.

Гексагональные решетки Тенсар TriAx® отличаются своей регулярной треугольной структурой. Такая структура имеет целый ряд преимуществ, среди них — способность равномерно воспринимать растягивающие усилия во всех направлениях на 360°.

Георешетки Тенсар TriAx® испытаны целым рядом государственных и иных независимых институтов во всем мире. В результате многочисленных исследований были установлены коэффициенты армирования для различных условий и получены соответствующие документы.



## Содержание

Стабилизация грунта и георешетки Тенсар TriAx®	4 – 5
Проектирование дорожной одежды	6 – 7
Система армирования грунта для крутых откосов	8 – 9
Система армирования грунта для подпорных стен, устоев мостов	10 – 11
Система усиления основания. Насыпи на слабых грунтах. Сотовый геоматрас	12
Свайные ростверки	13
Асфальтобетонные покрытия	14 – 15
Железные дороги. Стабилизация балласта и подбалластных защитных слоев	16
Противоэрозионная защита	17
История компании. Лаборатория. Экспертиза	18 – 19
Независимая сертификация	20



## Стабилизация грунта

**ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ГРУНТОМ ГЕОРЕШЕТКА ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКИЙ АРМИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ, ПРЕОБРАЗУЯ СЛОИ ЗЕРНИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В МЕХАНИЧЕСКИ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ СЛОЙ (МСС) ТЕНСАР**

При строительстве дорог, портов, аэродромов, контейнерных терминалов, транспортных площадок современного уровня в условиях слабых и неоднородных грунтов к проектным решениям предъявляются повышенные экономические и экологические требования. Технологии с применением георешеток Тенсар позволяют найти решение, отвечающее всем необходимым условиям.

Принцип работы георешетки состоит в армировании несвязных слоев дорожных одежд. Благодаря уплотнению инертного материала и надежной заклинке его частиц в отверстиях георешетки формируется Механически Стабилизированный Слой (МСС) с улучшенными прочностными характеристиками.

Георешетка Тенсар TriAx® обладает высокой изотропной жесткостью и способна распределять растягивающие усилия во всех направлениях равномерно на 360°.

Независимые испытания подтвердили преимущества уникальной геометрии отверстий, ребер и узлов георешетки Тенсар и ее исключительную эффективность при создании Механически Стабилизированного Слоя (МСС).

С 1980 года успешно реализовано множество проектов, уложены сотни миллионов квадратных метров георешетки Тенсар в различных климатических и гидрогеологических условиях.



## Стабилизация грунта — эффективная оптимизация проекта

В начале 1980-х годов компания Тенсар представила на рынке жесткую полимерную георешетку. С тех пор георешетка является неотъемлемой инженерной составляющей большинства проектов. Применение технологии Тенсар возможно по одному или нескольким направлениям в рамках проекта.

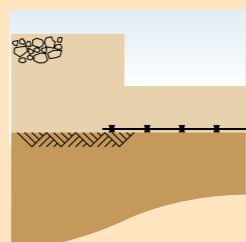
Служба технической поддержки Тенсар готова дать бесплатные консультации на любом этапе производства работ, а также сделать расчет на основании данных и полное проектное предложение, включающее пакет проектной документации, поставку материала и гарантии.

### СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДОВ И ЗАБОТА ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Применение георешеток Тенсар TriAx® позволяет существенно сократить расходы за счет уменьшения толщин конструктивных слоев. По сравнению с неармированным слоем это:

- ▶ Экономия инертных материалов до 50% с сохранением прочностных характеристик
- ▶ Уменьшение объема земляных работ, связанных с заменой грунта
- ▶ Решение проблем, вызванных неравномерными осадками
- ▶ Уменьшение негативного воздействия тяжелой техники на естественное грунтовое основание
- ▶ Быстрое и качественное уплотнение слоев
- ▶ Увеличение срока эксплуатации
- ▶ Увеличение несущей способности
- ▶ Сокращение выброса CO<sub>2</sub> в атмосферу до 50%

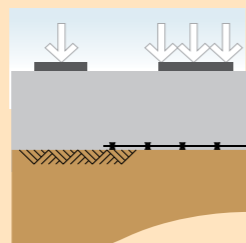
### ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТЕНСАР ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТА



#### УМЕНЬШЕНИЕ ТОЛЩИН КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ

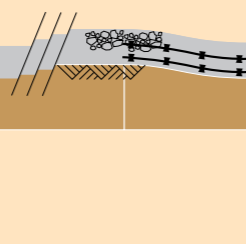
Высокие коэффициенты армирования георешеток Тенсар подтверждены независимыми научными исследованиями. Инновационная разработка Тенсар георешетка Тенсар TriAx® позволяет максимально сократить расходы на инертные материалы.

\*См. брошюру "Механическая стабилизация"



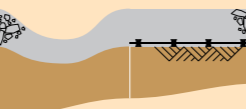
#### ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Применение технологии Тенсар TriAx® позволяет равномерно распределить нагрузку на армированные конструктивные слои дорожной одежды, и, тем самым, увеличить несущую способность оснований рабочих платформ для тяжелой техники, кранов и установок для забивки свай.



#### РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК

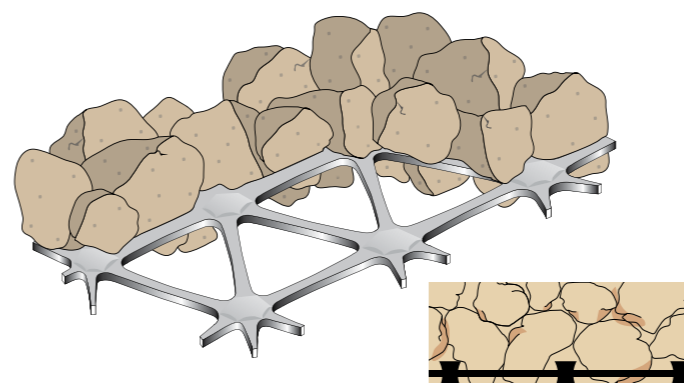
Многослойное армирование каменного материала георешетками Тенсар TriAx® создает умеренно жесткую платформу. Таким образом, технология Тенсар способствует сглаживанию негативного эффекта, связанного с неоднородностью грунтов подстилающего слоя и неравномерными осадками.



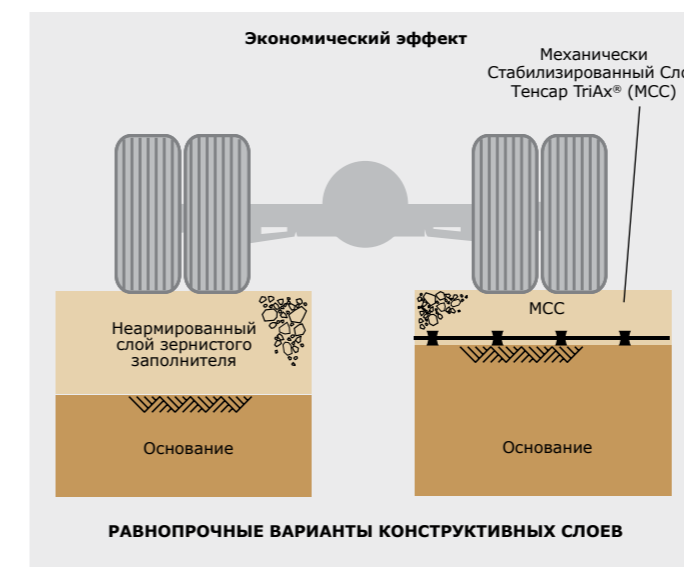
#### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СВАЛОК

В условиях слабых грунтов технология Тенсар TriAx® дает возможность перекрытия потенциально опасных участков. Георешетки Тенсар TriAx® обеспечивают безопасную укладку и качественное уплотнение инертного материала при перекрытии илстых отложений, свалок промышленных отходов и т.п.

При взаимодействии с грунтом георешетка Тенсар TriAx® обеспечивает высокий армирующий эффект и, благодаря механизму заклинивания, преобразует слои зернистого заполнителя в МСС Тенсар.



Механизм заклинивания частиц инертного заполнителя в отверстиях георешетки и Эффект Механической Стабилизации слабых слоев грунта.



Георешетка Тенсар TriAx® позволяет уменьшить толщину слоя зернистого заполнителя и сократить выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу.



### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СВАЛОК

Компания Тенсар постоянно совершенствует технологии перекрытия зон со слабым основанием. На сегодняшний день инженерные решения Тенсар считаются самыми эффективными для перекрытия илстых отложений и свалок ТБО.



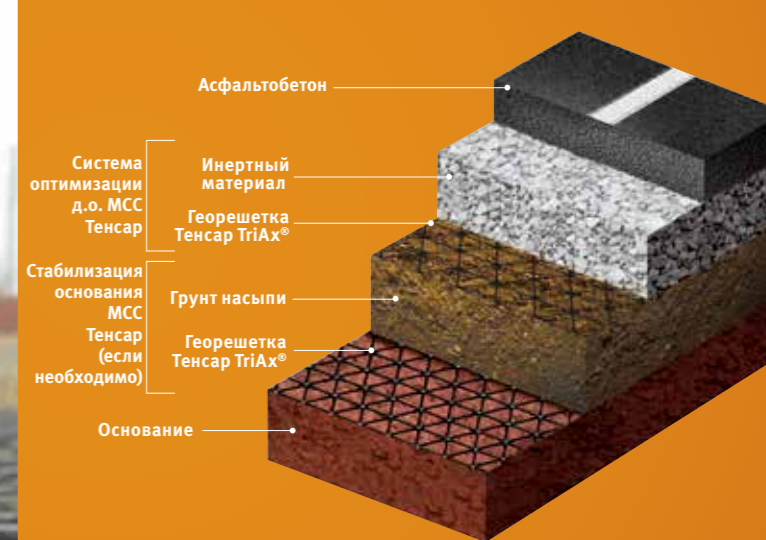
### ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Технология Тенсар незаменима на слабых грунтах при устройстве подъездных путей или рабочих площадок для тяжелой техники и оборудования с высокими нагрузками. Применение георешетки — это гарантия безопасности на стройплощадке и значительный экономический эффект.

Проектирование дорожной одежды

**УЛУЧШЕНИЕ ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИИ БЛАГОДАРЯ ТЕХНОЛОГИИ АРМИРОВАНИЯ ТЕНСАР И СОЗДАНИЮ МЕХАНИЧЕСКИ СТАБИЛИЗОВАННОГО СЛОЯ (МСС)**

Расчет дорожной одежды с использованием материалов Тенсар позволяет эффективно решить задачи по проектированию и при этом снизить затраты на строительство и эксплуатацию. Применение технологии стабилизации Тенсар - это грамотная инвестиция и гарантия надежности благодаря уникальным свойствам МСС и огромному опыту его применения.



Проектирование дорожных одежд по технологии Тенсар позволяет повысить качество и прочностные характеристики дорожной одежды в целом

Данная технология работает благодаря уникальным свойствам Механически Стабилизированного Слоя Тенсар. Инновационное решение дает возможность инженерам экономить при проектировании за счет уменьшения толщин асфальтобетона и объема инертного материала, одновременно повышая качество дорожного строительства.

**Увеличение срока службы дорожной одежды путем стабилизации слоев из каменных материалов**

Проектирование дорожной одежды по технологии Тенсар опирается на эффект механической стабилизации инертного заполнителя с использованием георешетки Тенсар TriAx®.

**МЕХАНИЧЕСКИ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ СЛОЙ (МСС) ТЕНСАР**

Благодаря механизму заклинивания частиц заполнителя в ячейках георешетки создается качественно иной слой с повышенными прочностными характеристиками – Механически Стабилизированный Слой (МСС) Тенсар.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Анализ стабилизирующего эффекта позволяет произвести точный расчет толщин конструкции с учетом экономии и дает дополнительные преимущества при проектировании:

- ▶ Проверенная методика проектирования дорожных одежд
- ▶ Оценка срока службы дорожной одежды
- ▶ Спецификации с указанием прочностных характеристик

**СТАБИЛИЗАЦИЯ**

Понятие стабилизации введено в СП «Автомобильные дороги» СНиП 2.05.02-85\* и описывается как «упрочнение, придание постоянной большей устойчивости дискретным (сыпучим) материалам слоев дорожных конструкций, в том числе с использованием геосинтетических материалов».

Европейская Комиссия по Технической Сертификации (EOTA® www.eota.eu) определяет стабилизацию как «положительный эффект от блокировки и ограничения боковых перемещений несвязанных частиц зернистого заполнителя под воздействием нагрузки как результат механического уплотнения инертного слоя благодаря заклиниванию гранул в некоей структуре». (см. технический отчет EOTA 41, октябрь 2012)

**ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕСТЫ**

В конце 1990-х гг Военный Инженерно-Технический Университет (СПб) занялся комплексным исследованием влияния геосинтетических материалов на конструктивные слои дорожных одежд. Большая часть исследований была посвящена вопросам стабилизации зернистых материалов георешетками Тенсар. Работы были продолжены РосДорНИИ, а результаты исследований легли в основу существующей методики расчета, утвержденной РосАвтоДором (ОДМ 218). Данные исследований полностью совпали с результатами, полученными Корпусом инженерных войск США, Американской Ассоциацией Государственного Дорожного Департамента (AASHTO), Транспортной Исследовательской Лабораторией Великобритании (TRL), Институтом Строительных Технологий Германии (Deutsches Institut für Bautechnik) и другими независимыми организациями, и подтвердили эффективность стабилизированных слоев с применением георешетки Тенсар.

Данные исследовательские проекты позволили рассчитать коэффициенты армирования для георешеток Тенсар, оценить их эффективность при расчете дорожных одежд и ввести параметры в существующую методику.



Для оценки эффекта стабилизации от применения георешетки Тенсар в жестких дорожных одеждах компания Тенсар регулярно проводит как лабораторные тесты, так полномасштабные испытания.

**Сокращение затрат на строительство и увеличение межремонтных сроков**

Проектирование дорожных одежд с использованием материалов Тенсар — это современная технология, применение которой облегчает эффективное решение проектных задач в рамках выделенного финансирования.

**УМЕНЬШЕНИЕ ТОЛЩИН КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ**

Стабилизация слоев дорожной одежды из каменных материалов Тенсар позволяет сократить толщину конструктивных слоев до 50% с сохранением прочностных и эксплуатационных показателей.

Уменьшение необходимого объема инертного материала и/или асфальтобетона обеспечивает:

- ▶ Экономии средств на транспортировку, засыпку и уплотнение
- ▶ Уменьшение количества выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу

**УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ**

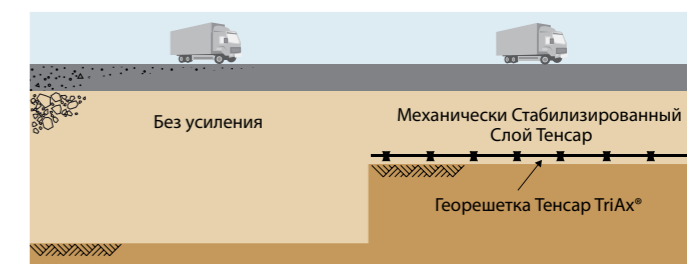
Проектирование дорожного покрытия по технологии Тенсар увеличивает сроки его эксплуатации и позволяет:

- ▶ Увеличить межремонтные сроки
- ▶ Повысить транспортную нагрузку без увеличения толщин конструктивных слоев

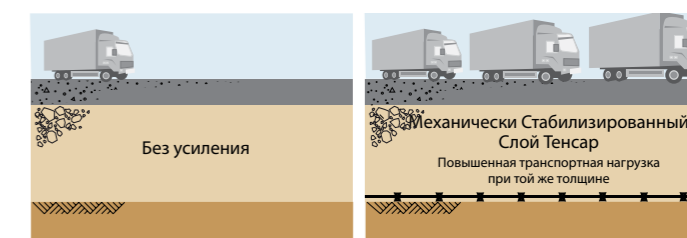
**СНИЖЕНИЕ РАСХОДОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

Технология стабилизации Тенсар способствует снижению расходов на содержание дорожного покрытия за счет:

- ▶ Снижения первичных затрат на строительство
- ▶ Повышения качества и эксплуатационных характеристик дорожного покрытия
- ▶ Повышения качества и эксплуатационных показателей дорожной одежды



Существенная экономия инертных материалов (до 50%) при сохранении прочности.



Увеличение срока эксплуатации без увеличения толщин конструктивных слоев.



Стабилизация основания с помощью георешетки Тенсар TriAx® повышает надежность конструкции и существенно увеличивает срок службы дорожного покрытия.

Технология усиления откосов позволяет строить быстро и надежно



Системы усиления откосов позволяют сократить сроки строительства и минимизировать время остановки движения.



Технология Тенсар обеспечивает надежную, экономичную и эстетичную защиту от поверхностной эрозии.

## Крутые откосы: армирование и озеленение

### НАДЕЖНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Благодаря технологии армирования откосов можно сократить сроки строительства и сэкономить до 75% по сравнению с традиционными методами.

Сегодня, в условиях постоянного удорожания земли, когда при строительстве объекта необходимо максимально использовать полезную площадь земли, строго соблюдая ряд инженерных требований и экологических ограничений, компания Тенсар предлагает несколько вариантов конструктивных решений для армирования откосов с крутизной до 90°.

Армогрунтовые системы Тенсар расширяют спектр архитектурных решений в сравнении с традиционными подпорными стенками.

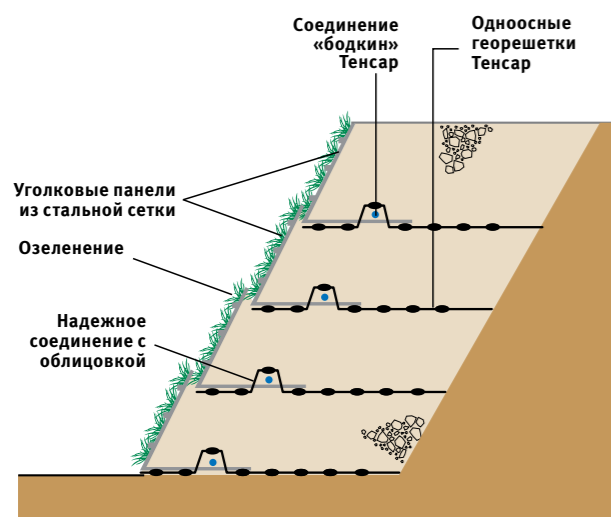
Широкий выбор облицовки и геометрии откоса делает применение технологии универсальным.

## ПРАКТИЧНОЕ, ЭФФЕКТИВНОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КРУТЫХ ОТКОСОВ.

Одна из технологий Тенсар разработана специально для возведения армогрунтовых систем с углом заложения до 70°. Облицовка представляет собой долговечные панели из оцинкованной стальной сетки, которые крепятся к георешетке при помощи надежного соединения Тенсар «бодкин». На поверхности откоса производится укладка противозерозионного мата Тенсар. Удерживая грунт, мат способствует формированию корневой системы растений. Армирование откоса по технологии Тенсар обходится значительно дешевле, чем строительство традиционных бетонных сооружений, и выглядит более естественно, чем габионы и ряжевые стенки.

### ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМ УСИЛЕНИЯ ОТКОСОВ

- ▶ Быстрое и экономичное строительство
- ▶ Разнообразные углы заложения
- ▶ Решение проблемы неравномерных осадок
- ▶ Максимально эффективное использование площади застройки
- ▶ Применение местного грунта или использование отходов горнодобывающего производства и продуктов сгорания ТЭЦ в качестве заполнителя
- ▶ Высокая степень сейсмоустойчивости
- ▶ Отсутствует необходимость в устройстве дорогостоящего фундамента



Сечение откоса, армированного по технологии Тенсар. Откос имеет ступенчатую структуру для удобства орошения.

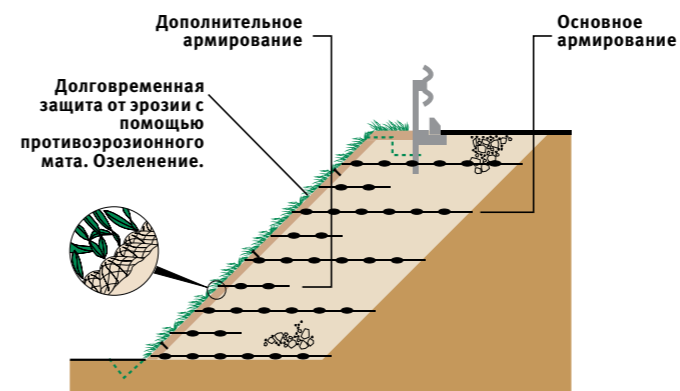


Технология Тенсар также применима для решения сложных инженерных задач.

### РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОТКОСОВ ДО 45°

В основе системы — технология армирования грунта георешетками Тенсар, преобразующая несвязанный сыпучий материал в прочный композит, поверхность которого надежно защищена от эрозии и способствует укоренению молодой растительности. Противозерозионный мат обеспечивает защиту и анкерование корневой системы, удерживает необходимое для активного роста растений количество влаги, таким образом откос быстро и равномерно приобретает вид естественного ландшафта.

Компания Тенсар поможет найти оптимальное инженерное решение и подготовить откос для последующего озеленения.



Армирование грунта георешетками Тенсар — надежное и эффективное решение на долгие годы.

### БЫСТРОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТКОСОВ

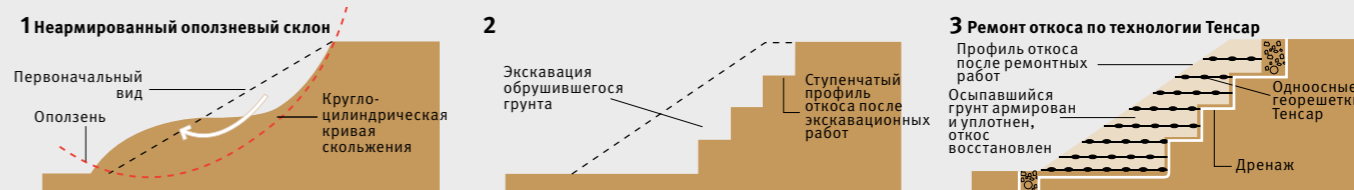
Тенсар предлагает использовать георешетки в качестве эффективной, экологичной и недорогой альтернативы традиционным решениям при восстановлении оползневых откосов.

Традиционные ремонтные мероприятия после оползней включают в себя разработку и утилизацию обрушившегося массива с последующим возведением откосной части из привозного грунта.

Альтернативное решение — армирование георешетками Тенсар, которое позволяет использовать имеющийся грунт откоса, не нарушая экосистему, и значительно сокращает трудозатраты, время строительства и расходы на транспортировку материала.

- ▶ надежность конструкции
- ▶ сокращение объема земляных работ
- ▶ снижение транспортных расходов
- ▶ уменьшение количества вредных выбросов в атмосферу
- ▶ экономия до 75% по сравнению с традиционным способом
- ▶ сокращение времени остановки движения по реконструируемому участку

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТКОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТЕНСАР





Системы Тенсар могут использоваться в сложных геотехнических условиях, а различные виды отделки позволяют учитывать в том числе и эстетические требования.

## Армогрунтовые системы Тенсар для подпорных стен и устоев мостовых сооружений

### Полный спектр технических решений и консультации по проекту

Безупречные по качеству, системы Тенсар хорошо зарекомендовали себя в строительстве подпорных стен и устоев мостов, обеспечивая экономию до 50% по сравнению с традиционными железобетонными конструкциями.

Применение одноосных георешеток для армирования грунта в системах Тенсар экономит бюджет и сокращает сроки строительства.

Компания Тенсар предлагает использовать готовые технические решения или разработать индивидуальный проект с учетом специфических требований. Полный пакет включает сертифицированную техническую документацию, спецификацию, чертежи и поставку материала.

Широкий выбор вариантов облицовки открывает дополнительные возможности для окончательной отделки.

- ▶ Надежная система из конструктивных элементов, прошедших независимую сертификацию
- ▶ Простой и быстрый монтаж сокращает время строительства и снижает расходы
- ▶ Привлекательный внешний вид сооружения
- ▶ Система модульных блоков не требует использования строительных смесей
- ▶ Свобода выбора геометрии в плане и профиле
- ▶ Долговечность
- ▶ Возможность использования местного материала в качестве засыпки
- ▶ Армогрунтовые системы Тенсар надежно зарекомендовали себя при динамическом воздействии в сейсмоопасных районах
- ▶ Нет необходимости в устройстве свайного основания или работ по усилению основания

## Тенсар предлагает варианты армогрунтовых систем

### СИСТЕМЫ ТЕНСАР С МОДУЛЬНОЙ ОБЛИЦОВКОЙ ДОКАЗАЛИ СВОЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОЗВОЛЯЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНО СОКРАТИТЬ ВРЕМЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Система Тенсар представляет собой набор элементов, создающих надежную и долговечную подпорную стену. Система состоит из бетонных модульных блоков в качестве облицовки и георешетки, армирующей грунт. Специальное соединение модульной облицовки с георешеткой отличается особой прочностью.

Технология позволяет вписывать профиль стены, получаемый с помощью облицовочных блоков, в горизонтальные и вертикальные кривые, различные углы поворота, создавать сложный ступенчатый рельеф. Широкий выбор вариантов отделки, богатая цветовая гамма, а также возможность установки закладных деталей, обеспечивает простое и быстрое сооружение элементов.



Высокая прочность соединения георешетки с элементами облицовки — характерная особенность всех армогрунтовых систем Тенсар.

## Значительное сокращение времени проектирования, строительства и бюджетных средств

Применение технологии Тенсар не требует использования опалубки или специальной строительной техники, что в значительной степени сокращает расходы. Облицовочные модули просты в монтаже, они быстро и надежно крепятся к георешетке при помощи уникального соединения. Помимо сокращения времени строительства — до 50% по сравнению с традиционными методами, к преимуществам технологии относится долговечность конструкции, а также большой выбор декоративных элементов для окончательной отделки.



Система Тенсар — для отделки поверхности устоя моста использована комбинация из цветных модульных блоков.

## Технология Тенсар — правильный выбор

Тенсар предлагает различные варианты экономичных решений для подпорных стен, как капитальных, так и временного характера.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ НА ВСЮ ВЫСОТУ

Полновысотные облицовочные панели заводского изготовления соединяют непосредственно с армирующей георешеткой, создавая абсолютно ровную поверхность без горизонтальных швов. Возможна различная отделка лицевой поверхности.

### ОБЛИЦОВКА ГАБИОНАМИ

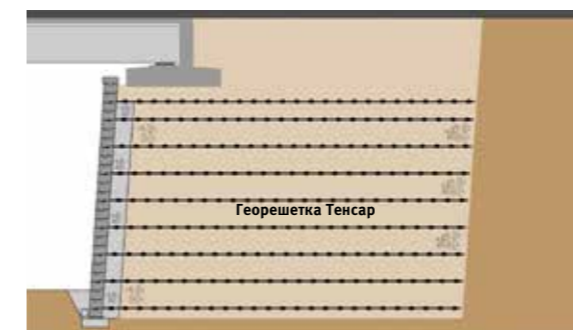
Облицовка габионами по технологии Тенсар внешне практически не отличается от гравитационных габионных стен, но по сравнению с ними является менее трудозатратным и более экономичным вариантом.

### ГИДРОБЛОКИ ТЕНСАР

Устойчивые к волновой нагрузке и агрессивному воздействию морской воды крупногабаритные железобетонные блоки не требуют сооружения опалубки в процессе строительства.

### ВРЕМЕННЫЕ АРМОГРУНТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Эта система предназначена главным образом для временных сооружений, где практичность и экономический расчет оказываются важнее эстетической составляющей. Она проста в монтаже и разработана специально для ситуаций, когда подрядчику необходимо использовать временную конструкцию.



Характерное сечение устоя моста, армированного по технологии Тенсар и облицованного модульными блоками.

### РЯЖЕВАЯ ОБЛИЦОВКА

Система представляет собой декоративную облицовку ряжевными элементами в качестве альтернативы деревянной или бетонной отделке. В Великобритании ряжевые элементы изготавливаются из полимера вторичной переработки.

### БЕТОННАЯ ОБЛИЦОВКА ОТКОСОВ

Вариант бетонной отделки для облицовки армогрунтовых подпорных стен с углом заложения 68°. Облицовка имеет рифленую поверхность, доступны различные цветовые решения.



В качестве отделки на фасадах могут быть использованы панели как заводского изготовления, так и отлитые на месте.



Система Тенсар с облицовкой из гидроблоков, возведенная в морской гавани, устойчива к агрессивным условиям прибрежной зоны.

Технология Тенсар поможет найти надежное и эффективное решение проблем основания в любых инженерно-геологических условиях.



Сотовый геоматрас. Автодорога Тайшет-Чуна-Братск.

## Насыпи на слабых грунтах

### НАДЕЖНЫЕ, ПРОВЕРЕННЫЕ НА ПРАКТИКЕ РЕШЕНИЯ, ЭКОНОМИЧНЫЕ И БЫСТРЫЕ В МОНТАЖЕ

Зачастую при строительстве насыпей на слабых основаниях по экономическим или экологическим соображениям не представляется возможным произвести выемку и замену слабого грунта. Тенсар предлагает широкий выбор современных способов решения подобных проблем, экономически эффективных и проверенных на практике.

В ситуации, когда проблема устойчивости земполотна стоит острее, нежели проблема осадки, использование георешетки Тенсар обеспечивает начальный доступ к объекту на слабом основании и позволяет приступить к строительству насыпи в контролируемых и безопасных условиях.

Георешетки Тенсар и геотекстиль Бейзтекс могут быть уложены в основании насыпи как в один, так и в несколько слоев для предотвращения разрушения насыпи.

При существующей опасности провала или размыва над карстами в качестве жесткой плиты используется армирующий слой из георешеток Тенсар, либо геотекстиль Тенсар Бейзтекс, который работает как мембрана и, являясь временной мерой, позволяет при необходимости обеспечить эксплуатацию объекта до ремонта.



Применение системы сотового геоматраса Тенсар в условиях неоднородных грунтов.

## Система сотового геоматраса

Для снижения неравномерных осадок и повышения устойчивости насыпи оптимальным решением может стать применение сотового геоматраса Тенсар.

Сотовый геоматрас — это система в виде открытых сот высотой 1 м, сформированная из георешеток посредством специальных соединений. Она устривается непосредственно на слабом основании и заполняется скальным грунтом. Таким образом создается квазижесткий фундамент для будущей насыпи, обеспечивающий также безопасность доступа людей и строительной техники на площадку строительства.

Применение сотового геоматраса ускоряет темпы строительства и позволяет избежать земляных работ по замене и перемещению слабого грунта.

### ТЕХНОЛОГИИ ТЕНСАР ДЛЯ ОСНОВАНИЙ НАСЫПЕЙ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Компания Тенсар предлагает ряд проверенных на практике экономичных решений для строительства в условиях слабых и неоднородных грунтов, что дает возможность:

- ▶ Существенно повысить несущую способность слабого основания
- ▶ Обеспечить безопасный доступ людей и строительной техники
- ▶ Быстро осуществить строительство
- ▶ Обеспечить безопасный доступ людей и строительной техники
- ▶ Избежать работ по выемке и замене слабого грунта
- ▶ Максимально сэкономить грунт засыпки, предотвращая его смешивание со слабыми слоями
- ▶ Безопасно перекрыть карстовые пустоты

## Свайные ростверки

Сжатые сроки строительства некоторых объектов зачастую не оставляют времени для необходимой степени консолидации слабых и просадочных грунтов основания. В этой ситуации единственным эффективным решением является устройство свайного основания.

Гибкий ростверк Тенсар перераспределяет вес насыпи на сваи. Это решение значительно дешевле традиционного железобетонного ростверка. Гибкий ростверк Тенсар, как правило, состоит из щебня, армированного несколькими слоями георешеток Тенсар. При отсутствии возможности использовать качественный заполнитель альтернативным решением может стать применение высокопрочного геотекстиля Бейзтекс. Гибкий ростверк Тенсар может с успехом работать под железобетонными полами, что позволяет избежать устройства традиционного железобетонного ростверка.



Строительство КАД. (Санкт-Петербург)

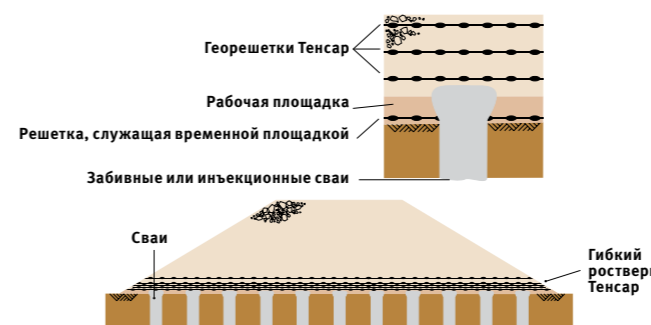
## Проблема неравномерных осадок

Если для строительства насыпи или покрытия из плит во избежание неравномерных осадок необходимо заглубить свайный фундамент, гибкий ростверк Тенсар:

- ▶ Является альтернативой железобетонному ростверку
- ▶ Позволяет быстро вести строительные работы
- ▶ Представляет собой надежное решение, неоднократно проверенное на практике
- ▶ Может применяться под несущими элементами, обеспечивая равнопрочное качественное основание



Гибкий ростверк Тенсар, поддерживающий плиты пола первого этажа здания завода. (Орехово-Зуево)



Строительство дороги с применением гибкого ростверка Тенсар на торфяках. (Индонезия)

Системы армирования дорожного покрытия Тенсар — это проверенное решение проблемы повышенных транспортных нагрузок в различных климатических условиях.



Технология укладки Glasstex™ проста и эффективна. Бригада квалифицированных специалистов укладывает до 12 000 м² материала в день.

## Асфальтобетонные покрытия

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ И РЕКОНСТРУКЦИИ

Технология армирования асфальтобетона способствует увеличению межремонтного срока службы дорожной одежды и, таким образом, обеспечивает экономию средств относительно всего эксплуатационного цикла дорожной одежды.

Компания Тенсар располагает 30-летним опытом успешного применения технологии армирования асфальтобетона в различных климатических условиях целого ряда стран.

Конструктивные решения с использованием технологии армирования асфальтобетонных слоев Тенсар позволяют замедлить развитие отраженных трещин и образование усталостных трещин, а также существенно уменьшают остаточную деформацию, препятствуя тем самым образованию колеи. Благодаря уникальной технологии изготовления сохраняется длительная стойкость георешеток к воздействию динамических нагрузок, химически агрессивных сред при многолетней эксплуатации.

### НАДЕЖНОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ, ПОДТВЕРЖДЕННОЕ 30-ЛЕТНИМ ОПЫТОМ

При правильном выборе соответствующей системы Тенсар гарантированы следующие преимущества:

- ▶ Значительное сокращение усталостного и отраженного трещинообразования
- ▶ Уменьшение колееобразования
- ▶ Увеличение срока службы дорожной одежды
- ▶ Отработанная технология укладки
- ▶ Экономия средств за счет снижения затрат на плановые ремонты



Материал AR-GN надежно приклеивается к нижележащему слою.



Glasstex™ Patch™ 880 прикрепляется на практически любую монолитную поверхность с помощью адгезивной составляющей композита.



Технология укладки Glasstex™ проста, полотна укладываются внахлест.



Колееобразование, усталостное и отраженное растрескивание — основные виды деформации дорожного покрытия.



Слой асфальтобетона укладывается непосредственно на георешетку AR-GN.



## ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Стабилизация балластного и защитного подбалластного слоев с применением георешетки Тенсар TriAx® препятствует осадкам, увеличивая таким образом межремонтные интервалы.



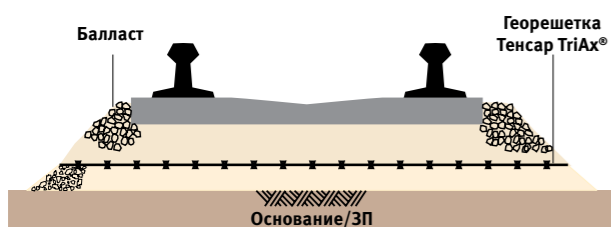
Укладка георешетки Тенсар TriAx® в подбалластном слое для повышения несущей способности

## ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА

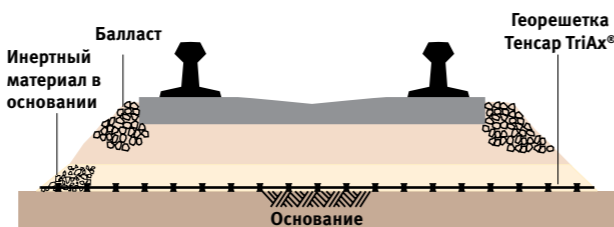
Проблема эрозии грунтовых и скальных откосов.

Грунтовые откосы. Технология Тенсар для долговременной защиты от эрозии

## Армирование балластного слоя железнодорожного полотна Основные варианты применения технологии Тенсар в верхнем строении пути



Механическая стабилизация балластного слоя уменьшает деформацию балласта и увеличивает межремонтный срок.



Механическая стабилизация подбалластного слоя повышает несущую способность слабого основания.

### УМЕНЬШЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ БАЛЛАСТА ЗА СЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ

Осадка и боковое смещение балласта, ведущие в свою очередь к деформациям железнодорожного пути, являются основной причиной ограничения скорости на определенных участках и необходимости ремонтных работ. Проблемы подобного рода вынуждают вносить изменения в расписание, отрицательно сказываются на работе железной дороги в целом и приводят к увеличению затрат.

Плановые ремонты железнодорожного полотна, включающие подбивку или полную замену балласта, необходимы не только на слабом, но и на прочном основании.

Механическая стабилизация балласта с применением георешеток Тенсар является эффективным инженерным решением, которое позволяет увеличить межремонтные интервалы.

Георешетки Тенсар используются для армирования балластного слоя с начала 1980-х гг и доказали свою эффективность, поддерживая высокий уровень качества перевозок и обеспечивая значительную экономию средств на ремонт и содержание железных дорог.



Реконструкция железнодорожного пути на высокоскоростной линии Москва-Санкт-Петербург с применением технологии Тенсар для стабилизации подбалластного слоя

### УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛТОТНА ПОСРЕДСТВОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗАЩИТНОГО ПОДБАЛЛАСТНОГО СЛОЯ

При строительстве железной дороги на грунтах с низкой несущей способностью возникает проблема эффективного усиления слабого основания. К традиционным способам решения данной проблемы можно отнести химическую стабилизацию, требующую больших временных затрат, а также выемку и замену слабого грунта большим объемом качественных инертных материалов, что является очень дорогостоящим мероприятием.

Применение технологии армирования с помощью Тенсар TriAx® обеспечит значительное уменьшение толщины подбалластного слоя при сохранении высоких показателей несущей способности.

Это в свою очередь позволит сократить объем необходимых земляных работ — выемка, утилизация, замена слабого грунта, транспортные расходы — и, одновременно, достичь требуемого уровня прочности подбалластного слоя.

Компания Тенсар располагает исключительным опытом механической стабилизации подбалластных слоев благодаря участию в крупных европейских проектах по модернизации железных дорог.

### НЕЗАВИСИМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДТВЕРЖДАЮТ, ЧТО ГЕОРЕШЕТКИ ТЕНСАР:

- ▶ Уменьшают величину осадки балласта
- ▶ Сохраняют геометрию балластной призмы длительное время
- ▶ Увеличивают интервалы между плановыми ремонтами в 3 раза
- ▶ Выполняют свои функции более 20 лет без снижения физико-механических характеристик
- ▶ Препятствуют деформации и разрушению балластного слоя, возникающим в процессе эксплуатации

## Компания Тенсар предлагает эффективные решения для защиты откосов от эрозии.

В основе системы — технология армирования грунта одноосной георешеткой Тенсар, преобразующей несвязанный сыпучий материал в прочную структуру, поверхность которой надежно защищена от эрозии и способствует росту молодой растительности. Противоэрозионные технологии Тенсар обеспечивают защиту и анкерровку корневой системы, удерживают необходимое для активного роста растений количество влаги, таким образом откос быстро и равномерно приобретает вид естественного ландшафта.

### ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ

Естественная растительность обеспечивает превосходную защиту от эрозии, тем не менее, зачастую процесс строительства подразумевает повреждение или полное уничтожение растительного покрова, изменение ландшафта, а иногда и рельефа местности. Урбанизация приводит к тому, что на месте некогда зеленых ландшафтов появляются дороги, дорожные развязки и жилые массивы. Подобные изменения являются причиной эрозии почв и нежелательной концентрации сорных трав. Противоэрозионные маты с органическим наполнителем позволяют ускорить процесс восстановления естественной растительности и являются быстрым и эффективным способом борьбы с эрозией.

### ПРЕИМУЩЕСТВА

- ▶ Обеспечивают долгосрочную защиту от эрозии за счет формирования корневой системы растительного покрова
- ▶ Экономичны по сравнению с укладкой плит и каменной наброской
- ▶ Экологичны, гармонично вписываются в естественный ландшафт
- ▶ Простой и быстрый монтаж

Для крутых откосов насыпей и других искусственных сооружений иногда необходимы дополнительные меры по предотвращению эрозии.



### ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ 3D МАТЫ Vmax<sup>3</sup>

Территории, находящиеся в зоне затопления, паводковых вод, сильного течения, такие как береговая линия, набережные, каналы, плотины и водосбросы дамб могут быть также подвержены эрозии. В этих случаях требуется специальная защита, способствующая закреплению растительного покрова, при этом материал не должен выделяться на фоне естественного ландшафта.

При повышенных нагрузках подобного рода Тенсар предлагает использовать серию трехмерных противоэрозионных композитных матов Vmax3. Благодаря уникальной гофрированной структуре мат образует препятствие в плоскости, перпендикулярной стоку, и изменяет направление гидравлической силы, вызывающей размыв поверхности грунта, и обеспечивает тем самым максимальную защиту от эрозии. Объемная структура на основе органических или синтетических волокон защищает не только молодую корневую систему, но и основание стебля растений.

### МОРСКИЕ МАТРАСЫ ТРИТОН

Для надежной защиты от размыва крупных прибрежных сооружений, трубопроводов и береговой линии, подверженной воздействию прибоя, волновой нагрузке, в зоне схода селевых потоков и др. рекомендуется укладка морских матрасов Тритон. Морской матрас представляет собой объемный целостный блок из георешетки с плотностью наполнителя сравнимой с плотностью каменной наброски. Матрасы Тритон могут быть собраны как непосредственно на объекте, так и за пределами стройплощадки, там, где доступен каменный материал, если транспортировка в собранном виде актуальнее. Возможность быстро и точно уложить матрасы является значительным преимуществом при работе на воде, особенно при подводной и глубоководной укладке. Морские матрасы Тритон — гибкие, прочные, долговечные, устойчивы к коррозии.





С 2014 года георешетка Тенсар производится в России из отечественного сырья.

## История Тенсар

Компания Тенсар известна с 1983 года, когда при участии GulfCanadaLimited, NetlonLimited (известной сегодня в Великобритании как TensarGroupLimited) и Брайана Мерсера, владельца NetlonLimited, было основано совместное предприятие.



Брайана Мерсера по праву следует считать основателем и идейным вдохновителем Тенсар. Именно он изобрел основные принципы технологии производства, в результате которого молекулы полимера ориентируются в цельную, равномерно прочную структуру, наладил технологические процессы и постоянно совершенствовал их, посвятив этому делу большую часть своей жизни. Значимость этой работы состояла в том, что до начала проекта Тенсар полимеры не рассматривались как серьезные материалы для инженерно-строительных работ. Кропотливый научно-исследовательский труд позволил добиться результата. Компания Нетлон получила пять наград Королевы за достижения в сфере промышленности, две из них выиграл процесс Нетлон как технологическая инновация, затем ещё три награды было получено за развитие Тенсар - замечательный рекорд для относительно небольшой компании.

Сегодня корпорация Тенсар это – мировой лидер в сфере механической стабилизации грунтов, уникальная запатентованная технология, 3 крупных завода по производству геосинтетики в Великобритании, США, Китае, широко развитая во всем мире сеть проектных бюро и дистрибьюторов. В феврале 2014 года в России был открыт 4-ый по счету завод Тенсар. А с 2015 года производство перешло на 100% отечественное сырье

### НЕЗАВИСИМАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Продукция компании Тенсар регулярно тестируется и проходит полномасштабные испытания в ведущих мировых исследовательских институтах, независимых лабораториях и аккредитованных государственных учреждениях. Все материалы Тенсар имеют международные сертификаты. Для эффективного применения технологии Тенсар разработана методика расчетов, основанная на действующих нормативных документах.

### ВЫГОДНОЕ ПАРТНЕРСТВО

Неотъемлемой частью партнерских отношений в рамках каждого совместного проекта является профессиональная техническая поддержка со стороны компании Тенсар. Высококвалифицированные специалисты оказывают помощь в разработке технического решения на начальной стадии проектирования. Основная цель при этом – предложить максимально эффективный вариант, в полной мере соответствующий поставленным задачам, а также позволяющий сэкономить время и деньги.

### ЛИДЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОНЦЕПЦИЙ

Квалифицированные специалисты представительства компании Тенсар в России готовы оказать всестороннюю техническую поддержку как на стадии проектирования, так и в процессе производства строительных работ.

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Все материалы, в том числе и производимые на российском заводе, имеют одинаково высокий стандарт качества, соответствующий принятым международным стандартам. Завод располагает современной лабораторией, оборудованной высокоточными приборами для контроля качества (КК) выпускаемой продукции (выборочный КК геометрических параметров полуфабрикатов и готовой продукции, тест на содержание сажи, испытания на разрыв и др.)

Лаборатория оснащена самым современным оборудованием для проведения тестов на разрыв и удлинение с учетом специфики одноосных материалов, контроля содержания технического углерода, определения качества входного сырья, что позволяет проверять продукцию Тенсар по всем актуальным российским и зарубежным методикам, в том числе EOTA TR041.

Данные полученных результатов регистрируются и хранятся на сервере компании. Каждый выпущенный рулон имеет специальную маркировку, по которой можно определить номер партии, дату выпуска и сопоставить эту информацию с протоколами испытаний независимо от срока давности.



## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ TENSARSLOPE™ И TENSARSOIL™

Компанией Тенсар разработан пакет специального программного обеспечения, который включает в себя параметры проектирования и существенно экономит время. При необходимости проектный отдел компании Тенсар предоставит всестороннюю поддержку и проконсультирует по расчетам.

## ТЕНСАР ПРЕДЛАГАЕТ ТРИ ВАРИАНТА СОТРУДНИЧЕСТВА

- 1 **ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА МАТЕРИАЛА**
- 2 **ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И ПОСТАВКА МАТЕРИАЛА**  
*Проектное предложение, расчет и техническая поддержка при участии материалов Тенсар в тендере*
- 3 **ПРОЕКТ И ПОСТАВКА МАТЕРИАЛА**  
*Полный пакет проектно-сметной документации, строительные чертежи, схема применения ТЕХНОЛОГИИ ТЕНСАР*

## Независимая сертификация

Георешетки Тенсар сертифицированы целым рядом государственных и иных независимых международных сертификационных органов.

- Сертификаты British Board of Agrément разрешают применять наши материалы при строительстве подпорных структур, устоев мостов и крутых откосов.



TENSAR RE AND RESO GEOGRIDS FOR REINFORCED SOIL RETAINING WALL AND BRIDGE ABUTMENTS.



TENSAR RE AND RESO GEOGRIDS FOR REINFORCED SOIL EMBANKMENTS.

- Network Rail, британский орган, ответственный за работу государственной сети железных дорог, утвердил применение георешеток Тенсар для строительства и ремонта армогрунтовых железнодорожных структур (сертификаты PA05/02516).



- В Гонконге Geotechnical Engineering Office выдал сертификат RF 1/09, разрешающий применение георешеток Тенсар RE500 в армированных грунтовых конструкциях.



Reinforced Fill Product Certificate  
No RF2/2013 for Tensar RE500 Geogrids

- The Roads & Traffic Authority в Сиднее, Австралия, сертифицировал георешетки Тенсар SR и RE (номер R57) для применения в армогрунтовых стенах.

Производство и представительство в России:

ООО «Тенсар Инновэйтив Солюшнз»  
197198, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Введенская, дом 21  
Тел. +7 (812) 677 07 94  
+7 (812) 677 87 91  
Факс. +7 (812) 405 91 16  
info@tensar.ru  
www.tensar.ru

За дополнительной информацией и литературой обращайтесь в компанию Тенсар Интернэшнл или к Вашему локальному дистрибьютору.

По запросу можно получить технические характеристики материалов, руководства по монтажу и спецификации.

Полный перечень брошюр Тенсар:

- **Геосинтетические материалы Тенсар.** Обзор технических решений и области их применения
- **Стабилизация грунтов основания.** Армирование конструктивных слоев дорожных одежд и участков с высокими транспортными нагрузками
- **Армогрунтовые системы Тенсар.** Устои мостов. Подпорные стены. Крутые откосы.
- **Железные дороги.** Армирование балласта под железнодорожным путем
- **Асфальтобетонные покрытия.** Армирование асфальтобетонных слоев дорожных и транспортных конструкций
- **Технологии Тенсар в нефтегазовой отрасли**
- **Технологии Тенсар в ветроэнергетике**

# Tensar®

Tensar International Limited  
Units 2-4 Cunningham Court  
Shadsworth Business Park  
Blackburn BB1 2QX  
United Kingdom

Tel: +44 (0) 1254 262431  
Fax: +44 (0) 1254 266867  
e-mail: info@tensar.co.uk  
tensar-international.com



Q 05288  
ISO 9001:2008



EMS 86463  
ISO 14001:2004

Copyright © Tensar International Limited 2014  
Printed September 2014, Issue 15, EN, SDA 717600

Информация, содержащаяся в настоящей брошюре, поставляется Тенсар Интернэшнл бесплатно. Тенсар Интернэшнл не принимает на себя никаких обязательств по соблюдению Ваших интересов и интересов любых третьих сторон. Никакая ответственность за небрежность (исключая смерть или личный вред) не может возникнуть в результате любого использования информации или доверия к информации, содержащейся в настоящей брошюре или использования любой упоминаемой продукции Тенсар Интернэшнл. Тенсар Интернэшнл не несет ответственность в случае, если настоящая брошюра содержит какую-либо неточную или ошибочную информацию. Определение пригодности информации или любой упоминаемой здесь продукции Тенсар Интернэшнл для какого-либо проекта должно производиться вашим инженером или другим профессиональным консультантом, имеющим полное знание продукции. Вы сами, а также любой такой инженер или консультант, принимаете на себя весь риск любых убытков и любого ущерба, произошедшего по причине использования данной информации или любой продукции Тенсар Интернэшнл, исключая риск смерти и личного вреда. Если вы или любая третья сторона, впоследствии приобретаете продукцию, указанную в данной брошюре, или любую другую продукцию Тенсар Интернэшнл, все условия контракта на приобретение и все обязательства Тенсар Интернэшнл, относящиеся к продукции, или возникающие в результате использования продукции, будут такими, как указано в стандартных Условиях Тенсар Интернэшнл, действующих на момент приобретения, копия которых может быть запрошена у Тенсар Интернэшнл.

# TENSAR® GEOSYNTHETICS IN CIVIL ENGINEERING

A GUIDE TO PRODUCTS, SYSTEMS  
AND SERVICES



# Tensar®