

### СТРОИТЕЛЬСТВО НОВОГО АЭРОПОРТА В ПАКИОНГЕ ШТАТ СИККИМ, ИНДИЯ

**ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ И АРМИРОВАНИЕ ГРУНТА, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ЗАЩИТА ОТ ЭРОЗИИ, СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ КАМНЕПАДОВ**  
**Продукция: Террамеш, Зеленый Террамеш, Паралинк, Габियोны, Биомак**

**Описание объекта:**

Штат Сикким вошел в состав Индии в 1975 году. Ввиду географических особенностей территории до него можно добраться только автомобильным транспортом. Этот штат всегда привлекал туристов своей буйной растительностью, широким разнообразием флоры, фауны и близостью к Гималаям. Ближайшей железнодорожной станцией к Сиккиму является Нью-Джалпайгури, а ближайший аэропорт находится в Багдоре, в 120 км от Гантока. Хотя Сикким и обладает огромным потенциалом для развития туризма, прямого доступа к региону нет из-за отсутствия коммерческого аэропорта. В связи с этим было предложено построить новый аэропорт в Пакионге, приблизительно в 33 км от столицы штата – Гантока.

**Проблема:**

Площадка для размещения аэропорта площадью 809 372 кв. м. располагается в гористой местности. Взлетно-посадочную полосу планировалось строить в направлении с севера на юг, осуществляя врезку в существующий холм с естественным склоном с запада (участок выемки на подъеме) на восток (участок закладки на спуске). Поскольку для сооружения ВПП и аэропорта требовалась плоская поверхность шириной 150 метров, наиболее эффективным способом строительства было признано возведение насыпи из грунта выемки (насыпь вниз по склону формировалась за счет выемки в верхней части склона). По проекту было необходимо обеспечить баланс между объемами выемки и насыпи грунта, от которых зависел уровень готовой ВПП. Высота выемки и засыпки грунта варьируется от 4 до 111 м и от 4 до 72 м соответственно.

**Заказчик:**

АДМИНИСТРАЦИЯ АЭРОПОРТОВ ИНДИИ (AAI)

**Генеральный подрядчик:**

PUNJJ LLOYD LTD

**Консультант:**

MOTT MACDONALD INDIA PVT LTD

**Проектировщик:**

MACCAFERRI ENVIRONMENTAL SLNS. PVT. LTD

**Примененная продукция:**

ТЕРРАМЕШ, ЗЕЛЕНЫЙ ТЕРРАМЕШ, ГАБИОНЫ  
 ПАРАЛИНК: 200 кН - 45 900 м<sup>2</sup>; 300 кН - 41 900 м<sup>2</sup>; 400 кН - 84 700 м<sup>2</sup>; 500 кН - 368 000 м<sup>2</sup>; 600 кН - 508 500 м<sup>2</sup>; 700 кН - 432 600 м<sup>2</sup>; 800 кН - 29 500 м<sup>2</sup>

**Сроки строительства:**

ФЕВРАЛЬ 2009 г. — ИЮЛЬ 2013 г.





Для Сиккима характерен очень высокий годовой объем осадков, поэтому сбор и отведение ливневых вод являлось одним из важнейших требований проекта. Помимо этого, местное население потребляет воду из 11 естественных потоков (джхор), пересекающих предполагаемое направление ВПП, для удовлетворения своих ежедневных потребностей в воде, как – питьевой, так и для сельскохозяйственных нужд. Это необходимо было учитывать при осуществлении работ по возведению аэропорта.

Особыми требованиями заказчика, Администрации аэропортов Индии (AAI), являлись экологичность применяемых решений и минимальное воздействие на местную окружающую среду. Баланс выемки и насыпи грунта был идеально выверен, чтобы максимально сократить объем доставки и вывоза строительных материалов и отходов.

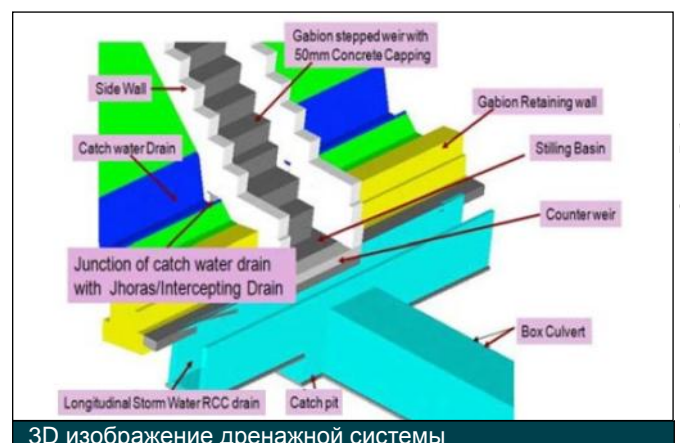
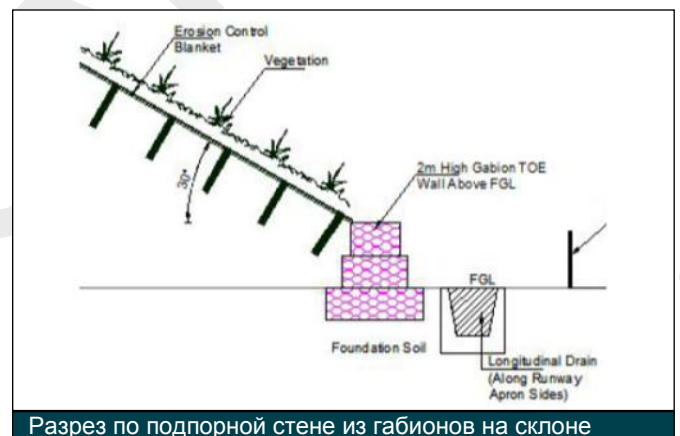
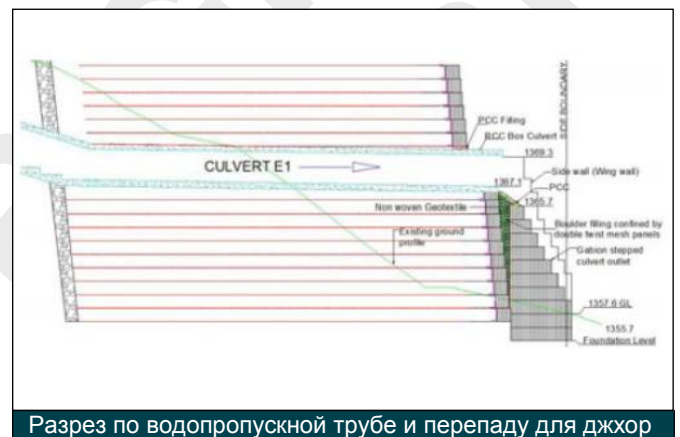
### Решение:

Компанией Maccaferri Environmental Solutions Pvt. Ltd. (Индия) в сотрудничестве с консультантом проекта Mott MacDonald India были предложены следующие решения:

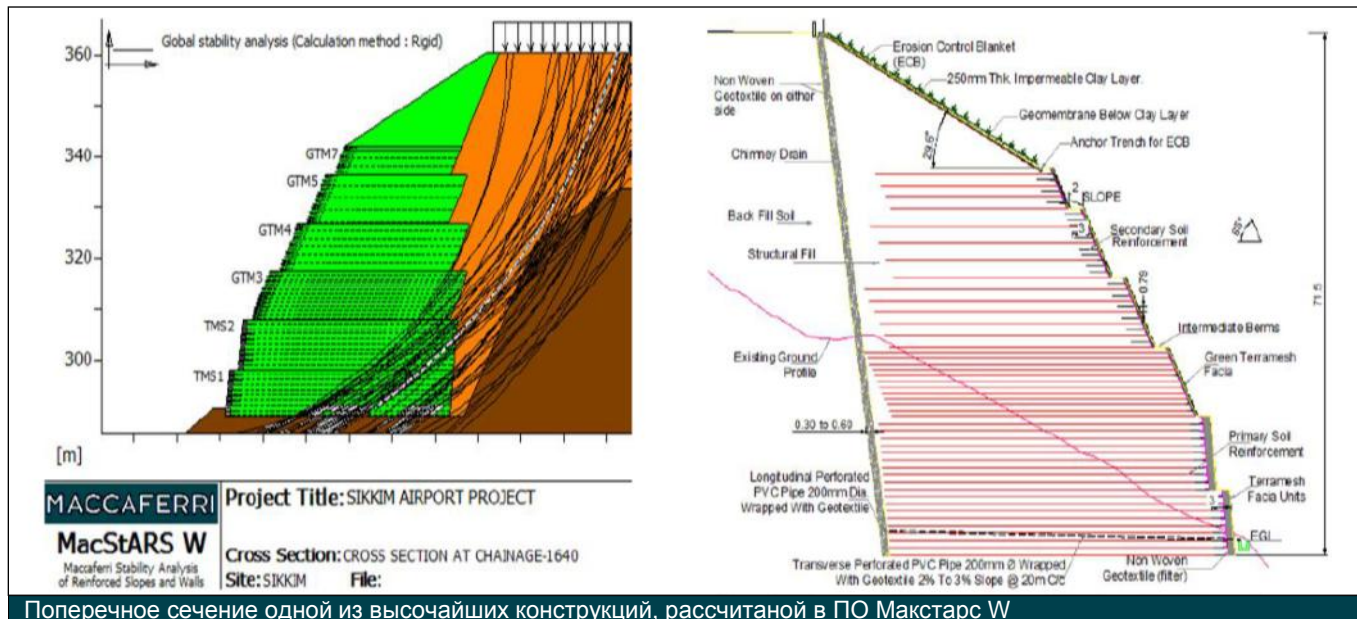
1. Стены из армированного грунта Парамеш® и Паралинк® для стабилизации насыпного участка склона (высотой от 4 до 72 м)
2. Габионы (высотой 3 м) на стороне выемки вверх по склону для стабилизации откосов
3. Противозерозионная защита склонов с помощью геоматов Биомак® С
4. Дренажные сооружения для сбора и отвода поверхностных вод и существующих естественных потоков (джхор) с использованием габионных каскадов и конструкций из железобетона.

С геологической точки зрения площадка представляет собой сочетание почвы и скального грунта. Структура грунта фрагментирована и сильно выветрена в верхних слоях. При продвижении вглубь грунта наблюдается снижение степени выветривания и встречаются рыхлые и твердые породы.

Местоположение, уровень и ширина взлетно-посадочной полосы были определены с учетом необходимого пространства для полетов в условиях холмистой местности.





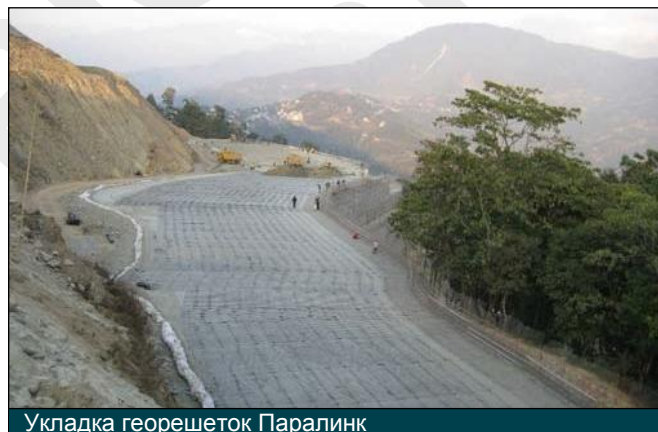


Материал выемки вверх по склону использовался для закладки нижней части холма, создавая площадку для ВПП. Подошва склонов была укреплена трехметровыми подпорными стенами из габионов, через которые также осуществлялся естественный отвод ливневых вод. Неустойчивые откосы выемки были покрыты геоматами Биомак® С из кокосового волокна. Использование геоматов Биомак® С сводит к минимуму связанную с воздействием дождей и поверхностных вод эрозию грунта, а также дополнительно способствует восстановлению растительности. Таким образом, откос выемки быстро стабилизировался и слился с живописным пейзажем.

Для удержания насыпи внутри границ аэропорта со стороны долины было предложено использовать подпорные сооружения высотой от 4 до 72 м. Для этих элементов использовалась опробованная по всему миру система армированного грунта Парамеш компании Maccaferri. Система Парамеш состоит из двух компонентов:

- Высокопрочной георешетки Паралинк® в качестве армирующих слоев с прочностью на разрыв от 200 до 900 кН/м
- Модулей Террамеш® и (или) Зеленый Террамеш®

Уникальный высокопрочный материал Паралинк® укладывают горизонтально и затем располагают между



слоями обратной засыпки с уплотнением, тем самым значительно улучшая характеристики засыпки. Модули Террамеш® и Зеленый Террамеш® образуют непрерывную горизонтальную плоскость из витой стальной проволочной сетки с встроенным лицевым модулем.

В результате, сборка системы осуществляется эффективно и технологично благодаря отсутствию соединения между решеткой и лицевым элементом. Установка производится быстрее и снижается риск потенциальных ошибок и упущений в процессе строительства.







Система Зеленый Террамеш в процессе сборки

Данный факт приобретает значение с учетом местной рабочей силы и потребности в качественном сооружении данных высоких конструкций.

Модули Террамеш® заполняются либо долговечным каменным материалом, либо в случае использования системы Зеленый Террамеш® – грунтом в целях возобновления растительного покрова. Выбор материала Зеленый Террамеш®, Террамеш® или сочетания того и другого обусловлен ограниченностью пространства и расположением водопропускных труб.

После сборки на высоте ок. 74 м данные конструкции Парамеш стали входить в число самых высоких стен и откосов из армированного грунта в мире.

Организация отведения ливневых вод в рамках проекта приобрела особое значение ввиду очень высокого годового объема осадков. Любое ограничение естественного движения воды могло привести к росту порового давления воды в стенках из армированного грунта (что потенциально могло сказаться на их устойчивости) или сокращению объема воды, поступающей населению вниз по течению от аэропорта. Из 11 естественных потоков (джхор), обнаруженных в границах участка, 9 пересекали ВПП и требовали реорганизации.



Водопропускная труба для джхор и перепад из габионов



Система Зеленый Террамеш после озеленения

В конечном итоге гидротехнические сооружения подвели воду к 4 бетонным водопропускным трубам, расположенным перпендикулярно к ВПП. Сброс вод осуществлялся через панель Парамеш из армированного грунта.

Первая фаза строительства была приостановлена на период дождей в 2011 году. В сентябре 2011 года на Сикким обрушилось землетрясение силой 6,8 баллов. В то время как большинство объектов на данной территории было повреждено, система Парамеш выдержала толчки благодаря своей гибкости и прочности, присущей входящим в состав конструкции высокопрочным георешеткам Паралинк® в слоях грунта.

Системе был присужден приз «Международный проект 2011 года» в категории строительства наземных сооружений, а Администрация аэропортов Индии удостоилась в 2011 году золотой награды в области корпоративной социальной ответственности за применение в проекте экологических технологий. Использование армогрунтовых технологий минимизировало негативное воздействие на окружающую среду и способствовало сокращению выбросов углерода по сравнению с традиционными решениями.



Армогрунтовая конструкция почти в полную высоту

## ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ»

115088, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 13, строение 1

Тел.: +7 (495) 108-58-84

E-mail: [info@maccaferri.ru](mailto:info@maccaferri.ru)

[www.maccaferri.ru](http://www.maccaferri.ru)