# Укладка в два слоя – оптимальный выбор: Wirtgen SP 1500 укладывает бетон с обнаженным заполнителем в 4 раза экономичнее

*Четыре строительные площадки, четыре компании, четыре федеральные земли, один способ укладки: двухслойная укладка бетона при помощи бетоноукладчика со скользящими формами SP 1500 Wirtgen успешно применяется по всей Германии. Все больше проектировщиков предпочитают эту технологию для восстановления цементобетонных автострад, поскольку она обладает множеством экономических и технических преимуществ.*

Внимательный наблюдатель мог заметить, что на данный момент двухслойная укладка бетона используется для восстановления множества немецких автострад, т.к. этот метод укладки позволяет чрезвычайно экономично создавать малошумное, шероховатое покрытие из бетона с обнаженным заполнителем. Концепция такова: на высококачественное основание с соответствующей несущей способностью укладывается нижний слой бетона. Обычно толщина нижнего слоя составляет 20 – 24 см. На него укладывается верхний слой бетона (бетон с обнаженным заполнителем) толщиной, как правило, от 5 до 8 см.

**Бетон бетону рознь**

Бетоноукладчик со скользящими формами полностью автоматически укладывает оба сорта бетона по принципу «мокрое на мокрое». В отношении прочности на сжатие, на изгиб и на растяжение при раскалывании для нижнего слоя бетона и для верхнего слоя бетона (с обнаженным заполнителем) действуют одни и те же требования. Однако по составу бетон различается в отношении кривой просеивания, максимального размера зерна, содержания цемента и требований по зернистому заполнителю. В нижнем слое достаточно содержание цемента около 350 кг на м³, а в бетоне с обнаженным заполнителем должно быть 420 кг цемента на м³.

Грубый зернистый заполнитель, т.е. с зернистостью > 2 мм, особенно важен для бетона с обнаженным заполнителем. Чтобы бетонное покрытие надолго сохраняло свою шероховатость, малошумность и стойкость к внешним воздействиям, при его изготовлении применяется исключительно только высокосортный щебень с повышенными требованиями к плоскостности разрушения, форме зерен и устойчивости к полированию.

После укладки обоих слоев бетона финишер TCM (тоже производства Wirtgen и ориентирующийся на укладчик SP 1500) равномерно наносит замедлитель на только что профилированную поверхность. В зависимости от диапазона климатических показателей в течение нескольких часов после укладки бетонного покрытия грубый зернистый наполнитель обнажается на поверхности при помощи щеток. Это позволяет создать шероховатую поверхность, профиль которой содержит большое количество выступов, позволяющих в длительной перспективе удерживать шум от контакта шин с дорогой на низком уровне.

Четыре типичных проекта отображают все преимущества этой технологии укладки и четко указывают на особенности SP 1500 (с 4 гусеничными тележками)/SP 1500 L (с 2 гусеничными тележками) Wirtgen, сыгравшие решающую роль в достижении успеха. Три проекта были нацелены на восстановление цементобетонных дорог возрастом от 30 до 40 лет. В четвертом проекте, который реализовывался в земле Саксония-Анхальт, восстанавливался участок автострады, пострадавший в результате щелочно-силикатной реакции.

* Восстановление 4,5 км трассы A1 возле Трира (Рейнланд-Пфальц) силами компании Berger Bau
* Восстановление 4,8 км участка, пострадавшего в результате щелочно-силикатной реакции, на трассе A9 возле Вайсенфельса (Саксония-Анхальт) силами компании Max Bögl
* Восстановление 2,3 км трассы A5 возле Карлсруэ (Баден-Вюртемберг) силами компании Bickhardt Bau
* Восстановление 5,3 км трассы A1 неподалеку от Любека (Шлезвиг-Гольштейн) силами компании Eurovia Beton

**Двухслойная укладка – высокое качество при снижении затрат на строительные материалы**

Бум двухслойной укладки бетона при помощи при помощи поезда для укладки SP 1500 Wirtgen возник на почве экономичности такой технологии. Благодаря различным требованиям к нижнему слою бетона и к бетону с обнаженным заполнителем этот способ укладки значительно снижает затраты на строительство. Например, Berger Bau на шоссе A1 неподалеку от Трира уложила при помощи SP 1500 нижний слой толщиной 20 см из бетона, содержащего 360 кг цемента на м³ и заполнитель с максимальным размером зерна 22 мм. Верхний же слой толщиной 6 см состоял из высококачественной строительной смеси с содержанием цемента 420 кг на м³ бетона и высокосортного щебня 2/8.

*Логистика строительных материалов – непростая задача*

При таком методе укладки логистика представляет собой немаловажную задачу: требуются два различных стройматериала, которые должны быть доступны в нужном количестве в нужное время и в нужном месте, поскольку укладка производится по принципу «мокрое на мокрое».

Технически этот процесс протекает следующим образом: Нижний слой бетона сваливается непосредственно перед укладчиком. Верхний слой бетона поступает по подающему конвейеру ко второй машине. Для этого бетон либо подается напрямую с грузового автомобиля в ковш, либо загружается в промежуточный контейнер – здесь каждая строительная компания разрабатывает для себя свой технологический процесс. Последующая процедура одинакова для всех: по конвейерам и через желоб на конце конвейера верхний слой бетона сгружается на уже уплотненный нижний слой бетона позади первого укладчика.

Ключом к успеху укладки является достаточная подача обоих сортов бетона. Неудивительно, что Кристоф Хофмайстер, руководитель подразделения в Max Bögl, назвал логистику самой сложной задачей при двухслойной укладке бетона: «Для проекта на трассе A9 на этапе укладки мы задействовали непрерывный поток из 45 седельных автопоездов, которые перевозят   
6 500 – 7 000 т песка, гравия и щебня в день вдобавок к 27 автопоездам цемента в день. Это соответствует прибл. 750 т вяжущего. Бетон производился в нашей смесительной установке, имеющей номинальную производительность 300 м³/ч. На данный момент это самая крупная мобильная установка в мире. Укладка этой цементобетонной дороги представляет собой сложную систему, складывающуюся из машин, материалов, погоды, условий окружающей среды – и людей. Чтобы все получилось, необходима, с одной стороны, безотказная работа техники, а с другой стороны, слаженная работа и четкая коммуникация в команде».

**Wirtgen SP 1500: поезд для укладки – две машины**

При налаженной логистике интеллектуальные технологии машин Wirtgen обеспечивают точную и высококачественную укладку. Процессы распределены на две машины: в укладчике для нижнего слоя бетона применяется модуль для забивки дюбелей и анкеров, в укладчике для верхнего слоя бетона поперечные и продольные выглаживатели обеспечивают ровную поверхность. Оба бетоноукладчика со скользящими формами оснащены интеллектуальной системой управления, обеспечивающей идеальный результат укладки. После них финишер TCM 1800 выполняет требуемый тип финишной обработки поверхности.

*Интеллектуальный модуль для забивки дюбелей и анкеров*

Одной из технических особенностей SP 1500 Wirtgen является встроенный модуль для забивки дюбелей или анкеров. Оба полностью автоматических компонента при помощи вибрации вводят дюбели и анкеры с произвольно назначаемым интервалом в предварительно уплотненный свежий бетон. Забивка дюбелей основана на интересном техническом решении: в то время как бетоноукладчик со скользящими формами непрерывно продвигается дальше, подвижно закрепленный модуль для забивки дюбелей остается на одном месте над поперечным швом до тех пор, пока не завершится процесс вибрационной забивки. Весь процесс контролируется электроникой, обеспечивающей правильное положение дюбеля. Типичное положение дюбеля в описанном здесь проекте – посередине готового бетонного покрытия, т.е. на уровне 14-15 см, что в точности соответствует нормам ZTV Beton (Дополнительные технические условия договоров и директивы по устройству покрытий проезжего полотна из бетона). Непрерывную, ровную и однородную поверхность обеспечивали затем поперечные и продольные выглаживатели, являющиеся компонентами укладчика верхнего слоя бетона.

*Ровная поверхность благодаря датчикам в передней стенке и пропор­цио­нальному управлению*

Чтобы строить как можно более ровные дороги, три из четырех компаний использовали специально разработанные датчики для регулировки высоты передней стенки. Они непрерывно измеряют уровень заполнения бетоном в уплотняемом пространстве и соответственно регулируют высоту передней стенки. Так в уплотняемое пространство всегда подается точное количество требуемого бетона. Руководитель проекта Дирк Бёттхер из Eurovia Beton объясняет преимущество: «При этом разгружается оператор укладчика, особенно при работе с совсем тонким верхним слоем бетона».

Еще одним показателем качества при укладке бетона при помощи SP 1500 является усовершенствованное и проверенное на протяжении многих лет пропорциональное управление. Оператор машины видит все необходимые при укладке параметры на главном пульте управления. При этом управление быстро и точно регулирует положение по высоте без отклонений от заданных значений. Результат: ровные дороги – показатель качества, обеспечивающий комфорт езды и способствующий снижению шума, о чем свидетельствуют недавние исследования.

*Финишная обработка при помощи TCM 1800*

При укладке бетона финишная обработка имеет большое значение. TCM, финишер производства Wirtgen, может оснащаться щетками или гребнями, при помощи которых бетону придается определенная текстура. Для бетона с обнаженным заполнителем текстура не нужна.

Здесь на готовую выглаженную поверхность наносится точно дозированное количество комбинированного средства, состоящего из замедлителя и финишной дисперсной смеси. С одной стороны, замедлитель предотвращает схватывание и начальное затвердевание бетонной поверхности (прибл. 1 мм) в течение ограниченного времени, с другой стороны, дисперсионная смесь предотвращает высыхание бетонной поверхности, в результате которого на поверхности образовывались бы трещины. Как только бетон затвердеет и по нему можно будет ездить, поверхность обрабатывается щетками, чтобы высвободить структуру грубого зернистого заполнителя. В заключение на обработанную щетками поверхность снова наносится финишная дисперсионная смесь. Высвобождение грубого зернистого заполнителя придает цементобетонной дороге требуемую шероховатость, которая затем вносит значительный вклад в безопасность дорожного движения.

*Разнообразие форм*

Предлагаемый Wirtgen бетоноукладчик со скользящими формами SP 1500 отличается всесторонней универсальностью, позволяющей выполнять самые различные задачи в рамках дорожного строительства. Примером такой универсальности являются формы для укладки. В трех строительных проектах дорожное полотно укладывалось в произвольной форме на основание. На трассе A5 первая часть дороги строилась точно также, но после 1 км дорогу необходимо было пристыковать к заранее встроенным щелевым канавкам. Бригада Bickhardt Bau в кратчайшие сроки и «без простоев» переоснастила гидравлические боковые скользящие формы. Такая гибкость обеспечивается благодаря тому, что разработанная Wirtgen конструкция SP 1500 состоит из модулей с интеллектуальным интерфейсом.

*Гибкая настройка также и ширины укладки*

Модульность обеспечивает пользователям SP 1500 также и максимальную гибкость по ширине укладки. Berger Bau укладывала на трассе A1 дорожное полотно шириной 11,50 м. Bickhardt Bau восстанавливала трассу A5 в районе Карлсруэ-Дурлах при помощи SP 1500 на ширине от 12,50 м до 15,00 м, а Max Bögl было необходимо построить 3-полосную цементобетонную дорогу вместе с полосой аварийной остановки общей шириной 15,00 м. Eurovia Beton раздвинула формы SP 1500 на трассе A1 возле Любека на полную ширину. Там потребовались все 15,25 м.

*2 или 4 гусеничные тележки на выбор*

Wirtgen производит SP 1500 в исполнении с 2-мя и 4-мя гусеничными тележками. Михаэль Нидермайер из управления по строительству цементобетонных дорог Berger Bau поясняет, почему он выбрал версию с четырьмя гусеничными тележками: «В Германии заказывают работы на большом количестве малых строительных участков. Поэтому наш SP 1500 нужно часто перемещать и транспортировать – машины с 4 гусеничными тележками обладают для этого достаточной гибкостью. Их также легче перемещать продольно в конце укладываемого слоя бетона, например, над сооружениями, чем версию с 2 гусеничными тележками».

Йорг Акерманн, мастер укладки из Bickhardt Bau, подтверждает: «Здесь на A5 SP 1500 работал на различных отрезках. Нам приходилось транспортировать машину и по мостам. Кроме всего прочего, хорошо, что у нее такая небольшая транспортная ширина, которая позволяет быстро переместить машину, не затрачивая много сил на монтаж и демонтаж».

Кристоф Хофмайстер из Max Bögl знает еще два аспекта, говорящих в пользу машины с 4 гусеничными тележками: «Если бетоноукладчик для нижнего слоя бетона имеет 4 гусеничные тележки, то модуль для забивки дюбелей расположен между тележками. В таком случае за модулем легче следить и к модулю легче добираться. Не менее важно, что укладчик для верхнего слоя бетона более устойчив при 4 гусеничных тележках, поскольку поворотные кронштейны обеспечивают геометрию с более благоприятным расстоянием между рычагами и оптимальное соотношение сил и лучший коэффициент кручения».

Кроме того, Wirtgen предлагает множество опций, позволяющих строительным компаниям создавать для себя индивидуальную конфигурацию SP 1500. Например, Eurovia Beton оснастила укладчик для верхнего слоя бетона двумя камерами, позволяющими оператору всегда видеть уже уложенный бетон.

Также имеется несколько вариантов вибраторов. Например, три компании использовали для уплотнения верхнего бетона электрический T-образный вибратор, особенно подходящий для укладки тонких слоев. Bickhardt Bau предпочла другое решение и использовала вибрационную раму с поверхностными вибраторами.

**Интеллектуальная высокопроизводительная машина**

Независимо от комплектации отдельных укладчиков, в зависимости от ширины и толщины слоя дневная выработка всех четырех компаний достигала 550 м при работе в одну смену и 1 100 м при круглосуточных работах. Мастер укладки Йорг Акерманн из Bickhardt Bau, работающий в области укладки бетона уже 25 лет, нашел для такой впечатляющей мощности сравнение из области космоса: «Метод укладки можно сравнить с планетарной передачей: для достижения успеха важны различные компоненты, но ритм задает бетоноукладчик со скользящими формами Wirtgen. Он – наша солнечная шестерня».

**Данные о проделанных работах:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Berger Bau** | **Bickhardt** | **Max Bögl** | **Eurovia** |
| Автострада | A1 возле Трира | A5 в районе Карлсруэ-Дурлах | A9 возле Вайсенфельса | A1 возле Любека |
| Длина | 4,5 км | 2,3 км | 4,8 км | 5,3 км |
| Ширина | 11,50 м | 12,50 м / 15,00 м | 15,00 м | 15,25 м |
| Несущий слой | 10 см асфальтовый слой основания | 20 см уплот­нение,  нетканый материал для перекрытия трещин | уплотненный слой, 30 см щебневый слой основания,  20 см асфаль­товый слой основания | уплотнение, 20 см, уклады­вает бетоно­укладчик для нижнего слоя бетона, уплот­няет грунтовой каток |
| Нижний слой бетона, толщина | 20 см | 22 см | 24 см | 22 см |
| Нижний слой бетона, качество | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 |
| Нижний слой бетона, макс. размер зерна | 0/22 | 0/32 | 0/22 | 0/32 |
| Верхний слой бетона, толщина | 6 см | 5 см | 5 см | 5 см |
| Верхний слой бетона, качество | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 |
| Верхний слой бетона, макс. размер зерна | 0/8 | 0/8 | 0/8 | 0/8 |
| Прибл. производи­тельность укладки | 500 м за смену | 1100 м за 24 ч | 550 м за смену | 450 м за смену |

Фотографии:

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01733 На трассе A5 в районе Карлсруэ-Дурлах бригада Bickhard Bau производила укладку круглосуточно. Гибкость бетоноукладчика SP 1500 Wirtgen позволила переоборудовать его через 1 км в самые кратчайшие сроки и без простоев. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01566\_HI Небольшая транспортная ширина SP 1500 Wirtgen, по мнению Йорга Акерманна, мастера по укладке из Bickhardt Bau, также является большим преимуществом. Она позволяет быстро переместить машину, не затрачивая много сил на монтаж и демонтаж. Это экономит время, как например, на трассе A5, где SP 1500 использовалась на различных отрезках. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01601\_HI На только что уложенный SP 1500 бетон с обнаженным заполнителем финишер TCM 1800 Wirtgen наносит состав из замедлителя и дисперсной смеси. Это защищает поверхность от высыхания и схватывания, а также от начального затвердевания бетонной поверхности (прибл. 1 мм) в течение ограниченного промежутка времени. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01440\_HI При скорости укладки прибл. 50 м/ч компании Berger Bau удалось добиться при помощи поезда для укладки SP 1500 Wirtgen на трассе A1 неподалеку от Трира дневной выработки 500 м/день. По конвейеру верхний бетон выкладывался на уже уплотненный нижний бетон позади первого укладчика и сразу же укладывался вторым бетоноукладчиком. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01518\_HI Рудольф Мозер, мастер по полированию из Berger Bau,  имеет 25 лет опыта укладки бетона. Он руко­водил укладкой на трассе A1 возле Трира. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01822\_HI На трассе A9 одновременно было занято 70 человек из компании Max Bögl. Помимо операторов двух бетоноукладчиков SP 1500 Wirtgen бригада строительной площадки состояла из наземного обслуживающего персонала, а также операторов бетоносмесительной установки и водителей грузовиков. Последние отвечали за постоянную своевременную подачу свежего бетона. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01852\_HI Укладка цементобетонной дороги – это сложная система, состоящая из машин, материалов, погоды, условий окружающей среды – и людей. Поэтому Кристоф Хофмайстер, руководитель участка из Max Bögl, считает логистику самой сложной задачей при двухслойной укладке бетона. В версиях бетоноукладчиков  с 4 гусеничными тележками – например, Wirtgen SP 1500 – он больше всего ценит устойчивость. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01901\_HI Нетканое полотно на основании предотвращает перенос отраженных трещин из основания в бетонное покрытие. Таким методом Eurovia надежно выполнила двухслойную укладку бетона на трассе A1 возле Любека на ширину 15,25 м на участке в 5,3 км при помощи бетоноукладчиков со скользящими формами  SP 1500 L/SP 1500 Wirtgen. |

*Указание: Настоящие фотографии служат лишь для ознакомления. Для перепечатки в публикациях используйте, пожалуйста, фотографии с разрешением 300 dpi, которые доступны для скачивания на вебсайтах Wirtgen GmbH/Wirtgen Group.*

|  |  |
| --- | --- |
| Более подробную информацию можно получить у:  WIRTGEN GmbH  Corporate Communications  Michaela Adams, Mario Linnemann  Reinhard-Wirtgen-Straße 2  53578 Windhagen  Deutschland  Telefon: +49 (0) 2645 131 – 0  Telefax: +49 (0) 2645 131 – 499  E-mail: presse@wirtgen.com  www.wirtgen.com |  |