

## Влаштування композитної арматури в жорсткі покриття перонів та злітно-посадкових смуг аеропортів

*ТОВ «Європейська дорожньо-будівельна компанія» вперше в Україні розробила і практично використовує технологію автоматичного влаштування бетоноукладачем типу Wirtgen неметалевої композитної арматури в жорсткі покриття перонів та злітно-посадкових смуг аеропортів. В доповіді описані послідовність виконання робіт та перевірені часом рекомендації. Наведена технологія укладання композитної арматури дозволяє значно підвищити продуктивність бетонування та впевнено контролювати якість виконання бетонних робіт.*

### 1. Сфера застосування

Технологія виконання робіт розроблена з врахування усіх процесів, що виконуються при влаштуванні верхніх шарів цементобетонного покриття, при будівництві доріг та штучних покриттів аеродромів бетоноукладальним комплексом типу Wirtgen. Данна технологія передбачає: змінну продуктивність 300 – 350п.м., з шириною укладання 7,5 - 15м; склад бригади – 20 робітників; обсяг цементобетонної суміші в зміну складає 2100 м<sup>3</sup>.

Цементобетонне покриття влаштовується бетоноукладальним комплексом, який має бетоноукладачі, машину догляду за покриттям, два екскаватора, самоскиди підвозу суміші. У всіх випадках застосування даної технології слід враховувати місцеві умови та конструктивні особливості покриття, парк наявних машин, схеми нарізки швів та проектні регламенти догляду за бетоном.

Екскаватори одноковшові на пневмоході CASE WX210 - 1 машина;  
Бетоноукладач фірми Wirtgen SP 1500 - 2 машини; Wirtgen SP 1600 – 1 машина;  
Профільувальник бетонної суміші TCM 1800 (950) - 1 машина;



Виконує роботу ланка:  
Агрегат високого тиску KARCHER HD 10/25-4S – 2 одиниці;

Електростанція пересувна Eisemann  
E 6400 потужністю 6 кВт – 1 машина;



Машина поливально-мийна  
- 1 машина;  
Робітники у складі  
6 чоловік (механізатори).

**2. Технологія виробничого процесу.** Цементобетонне покриття влаштовується поточним методом, що включає в себе ряд процесів.

2.1. Підготовчі роботи: очистка поверхні основи від бруду при необхідності промити водою; встановлення опалубки проводиться згідно проектної рішення по влаштуванню шару покриття. Висотне положення опалубки контролюють з-за допомогою нівеліру (тахеометру). Очищена опалубка вивозиться на майданчик будівництва. Кріплення опалубки виконується за допомогою цвяхів. Висота опалубки підбирається на 2-3см менша від проектної товщини шару покриття, для полегшення її встановлення в проектне положення на фанерні листи. Виконується геодезична розбивка та встановлення копірної струни. Копірна струна встановлюється на довжину денної захватки у відповідності з інструкцією по експлуатації бетоноукладача, проектним планом та повздовжнім профілем споруди. Струна кріпиться на поперечну штангу, яка розташована на кілку з можливістю регулювання по висоті для досягнення проектних відміток повздовжнього профілю. Відстань між кілками не повинна перевищувати 10м, а на ділянках з радіусом кривої в плані – не більше 5м. Для запобігання провисання струни необхідно використовувати трос діаметром 3-5мм, який має незначне подовження при натягуванні. Натягування струни слід виконувати спеціальними лебідками.

2.2. Укладання розділяючого прошарку

На поверхню основи необхідно влаштувати розділяючий матеріал (поліетиленова плівка, геотекстиль чи інший матеріал за проектом). Рулонні матеріали влаштовуються по ходу влаштування бетонної суміші з перекриттям 30 см (або за проектом), при цьому не повинно бути складок та пошкоджень матеріалу. Розділяючий матеріал кріпиться до основи за допомогою дюбелів (з напівкруглою головою) з шайбою з-за допомогою будівельних пістолетів. Рекомендований розмір дюбеля 4мм, довжина 35-40мм, діаметр шайб 30мм. Кількість точок кріплення розділяючого матеріалу повинно виключати його переміщення в процесі розподілення та влаштування цементобетонного покриття. При укладанні розділяючого шару на щелевув основу, кріплення його проводиться за допомогою металевих стержнів, як правило діаметром 6-12мм та довжиною 150- 200мм, шляхом забивання їх у щель.

2.3. Влаштування шару покриття

Перед початком укладання верхнього шару перевіряється працездатність кожної машини комплексу: бетоноукладачі Wirtgen SP 1500(750); машина для нанесення плівкоутворюючого матеріалу Wirtgen TSM 1800(900); екскаватори – 2 одиниці; поливоміюча машина та допоміжне обладнання.

Бетоноукладальний комплекс машин встановлюється таким чином, щоб вісь машини співпадала з віссю ряду бетонування. Налаштовуються датчики автоматичного контролю висотного та планового положення машини відносно копірної струни. Під'їзд автосамоскидів з бетонною сумішшю, їх розвантаження та від'їзд регулюється проінструктованим робітником. Суміш вивантажують безпосередньо перед бетоноукладачем. Попередній розподіл цементобетонної суміші проводиться екскаватором з планувальним ковшем, далі бетоноукладачем по ширині укладання. До другої машини комплексу

суміш подається екскаватором в бункер з транспортуючою смугою. Для запобігання пропусків бетонної суміші при розподілі, необхідно підтримувати безперервний та рівномірний по всій довжині відвалу розподільовача, валик суміші. У випадку потрапляння бетонної суміші на основу в зоні гусеничних рушіїв бетоноукладача - бетонна суміш повинна бути видалена. Влаштування шару необхідно забезпечувати рівномірно по всій ширині ущільнення бетонної суміші, яке супроводжується виділенням повітряних бульбашок, в зоні глибинних вібраторів. Їх відсутності свідчить про відмову роботи вібраторів.

Цементобетонні покриття основного типу ШЗПС, РД та перону де товщина становить 0,35 – 0,45м влаштовують в два шари, в тому числі зрощуються між собою - «свіжий до свіжого». Влаштування шарів методом зрощування виконується комплексом з двох бетоноукладачів спеціальним перевантажувачем бетонної суміші, що подає бетонну суміш по транспортеру перед укладальником. Роботи по вигладжуванню допускається виконувати з містка чи країв покриття вручну, за допомогою ручного інструменту. Обробка поверхні влаштованого бетону в покритті має бути завершена до початку моменту суттєвого твердіння поверхні.

Армування поздовжнього та поперечних швів здійснюється за допомогою автоматичного занурення композитних немагнітних дюбелів с заданим кроком згідно проекту.

Розрівнювання суміші перед бетоноукладачем та подача на стрічку конвеєра бетонної суміші для її укладання другим шаром. Укладання цементобетонної суміші товщиною шару 26, 35, 45 см та її віброущільнення бетоноукладачем SP-1600, SP-1500 або SP-850 обладнаних механізмом для встановлення дюбелів. (Укладання цементобетонної суміші бетоноукладальним комплексом SP-1600 та SP-1500 у два шари);



Укладання цементобетонної суміші після першого бетоноукладача SP-1500 наступний шар суміші цементобетонну укладається другим бетоноукладачем SP-1500;

Після обробки поверхні влаштованого бетону на неї наносять штучну шорсткість у вигляді поперечних «борозни» для підвищення коефіцієнта зчеплення покриття з колесами транспортних засобів. Час нанесення штучної шорсткості підбирають практичним шляхом в конкретних умовах будівництва, з урахуванням кінетики твердіння бетону, коли зупиняється розтікання

«борозен» і ще не спостерігається викришування щебню з бетону. «Борозни» наносять за допомогою капронової або металевої щітки за 1-2 поперечних проходи, зазвичай через 20-30 хвилин після закінчення обробки поверхні (коли вона стає матовою). Матова поверхня свіже влаштованого бетону характеризується відсутністю вільної води і визначається на дотик, коли до прикладеної долоні не пристає цементне тісто, або візуально, коли поверхня з блискучої стає матовою. Глибина «борозен» повинна становити 1,0-2,5 мм. Роботи з нанесення штучної шорсткості поверхні покриття можливо виконувати автоматично оператором машини по нанесенню плівко утворюючого матеріалу або робітником вручну, з містка.

Догляд за бетоном покриття здійснюють після нанесення на його поверхню штучної шорсткості. Нанесення плівко утворюючих матеріалів повинно забезпечити рівномірний шар плівки і її безперервність. Витрата матеріалів і порядок їх нанесення повинні відповідати документам виробника.

#### 2.4. Влаштування деформаційних швів в покритті

Пази деформаційних швів у покритті нарізають алмазними відрізними кругами при досягненні бетоном міцності на стиснення в межах 8- 10 МПа. Для нарізання поперечних та поздовжніх швів в цементобетонному покритті намічають лінії розташування швів у відповідності з проектом. Машину з нарізки швів встановлюють паралельно наміченим лініям таким чином, щоб диск знаходився безпосередньо над лінією. В склад комплексу для нарізання швів повинна бути передбачена машина для подачі води в зону різання бетону для охолодження диску. При пробному нарізанні не повинно бути викришування крайок швів більше 3 мм. Для забезпечення рівномірного «спрацьовування» швів при добових перепадах температури повітря шви стиснення нарізають поспіль (попередньо по смузі бетонування). Для зниження ризиків утворення тріщин в ранньому віці твердіння бетону, рекомендується влаштовувати контрольні шви стиснення через три-чотири плити. Глибина нарізання шва має становити не менше 1/3 товщини покриття.

### 3. Методи армування цементобетонного покриття.

Армування поздовжніх і поперечних швів дюбелями з композитної арматури виконується автоматично і якісно. Дюбелі вкладаються на середині шару влаштованого бетону. Але згідно проведених перевірочних розрахунків інколи треба підсилувати цементобетонне покриття аеродромів сталевими або композитними арматурними сітками. Цей процес виконується не автоматично, а тільки з підготовчими роботами з надійного фіксування арматурних сіток в проектному положенні по товщині бетону.

Впровадження композитної арматури як альтернативи сталевому армування поставило цілу низку питань науковцям і проєктантам. До всіх переваг застосування композитної арматури, як стійкої до агресивного середовища, додаються застереження низького модуля пружності, тобто значних деформацій композитних стержнів. Отже, тривають дослідження щодо визначення напружено-деформованого стану композитної арматури в бетоні жорстких покриттів та їх деформаційних швах при експлуатаційних навантаженнях на автомобільних дорогах та аеродромах.

#### **4. Контроль якості бетонної суміші та бетону покриттів.**

Усі технологічні операції по будівництву покриттів і основ, включаючи вхідний контроль матеріалів для бетону на ЦБЗ, приготування, випуск, транспортування, розподіл і ущільнення бетонної суміші, обробку поверхні свіже влаштованого бетону, нанесення штучної шорсткості, пристрій і герметизацію деформаційних швів, повинні супроводжуватися лабораторним контролем.

Лабораторний супровід укладання бетону (не вибірково, а протягом всієї зміни) необхідно виконувати для оперативного корегування складу бетону за результатами контролю рухливості, щільності, зручності влаштування суміші, обсягу залученого повітря (оцінки збереженості властивостей суміші з часом), стійкості крайок свіже влаштованого бетону після виходу з ковзної опалубки, при виявленні ознак підвищеного «водо розділення» чи «розчино відділення» в свіже влаштованому бетоні і в ванні з вібраторами, налипання суміші на стінках барабана змішувача установки, кузовів автосамоскидів або при незапланованих перервах у роботі, при появі технологічних тріщин на поверхні бетону при обробці поверхні свіже влаштованого бетону.

Влаштування покриття або основи без лабораторного супроводу на ЦБЗ і на місці укладання бетону не допускається. Лабораторія, що здійснює виробничий контроль будівництва покриттів і основ, повинна бути атестована згідно ДСТУ 3412-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації».

Контроль якості будівництва цементобетонних покриттів і основ автомобільних доріг і аеродромів передбачає лабораторне визначення:

-технологічних властивостей бетонної суміші (щодо легкості укладання, та здібності не розшаруватись, щільності, обсягу залученого повітря) на ЦБЗ і на місці укладання бетону;

- характеристик бетону (міцності, пористості і морозостійкості) по контрольних зразках на ЦБЗ, при твердінні в нормальних умовах згідно ДСТУ\_Б\_В 2.7-170:2008 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності», на місці укладання, при твердінні в умовах конструкції, а також, по відібраним з покриття або основи зразкам згідно ДСТУ БВ 2.7-223:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій»;

- характеристик матеріалів для бетону під час постачання на ЦБЗ вхідний контроль.