

Застосування привантажувачів при виготовленні виробів з використанням сухих сумішей

Ігор Косминський

Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, 03680
ihorkosminsky@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0234-7166>

Отримано 27.04.2021, прийнято 19.05.2021
<https://doi.org/10.32347/tit2141.0205>

ВСТУП

Проаналізовано результати використання привантажувачів при виготовленні різного роду виробів з використанням сухих сумішей.

МЕТА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження полягає в узагальненні отриманих результатів та на їх основі виробленні рекомендацій для призначення раціональної величини привантаження для різних умов віброуцільнення з використанням привантажувачів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Метод «сухого бетонування» полягає в тому, що сухі заповнювачі (щебінь, пісок) перемішуються в певній пропорції з цементом, отримана суха суміш укладається і віброуцільнюється в формі, після просочується водою. Спосіб дозволяє збільшити міцність і щільність бетону до 100 МПа і вище при звичайних матеріалах, морозостійкість до 1 000 циклів, знизити проникність і технологічні витрати.[1]

Підбір складу сухої суміші для сухого бетонування має свої особливості. Основним критерієм є максимальна щільність після ущільнення, тому вони істотно відрізняються за гранулометричним складом від складів звичайної суміші. Як правило, велику щільність упаковки мають склади сухих сумішей з більш високим вмістом дрібнодисперсних фракцій.

При сухому бетонуванні збільшення питомої поверхні цементу призводить до збі-

льшення міцності і сприяє зниженню пористості сухої суміші. Так, якщо при звичайному способі бетонування збільшення питомої поверхні цементу з 6 800 до 9 500 см²/г призведе до зниження міцності з 58,1 до 38,6 МПа, то при «сухому бетонуванні» міцність збільшується з 62 до 72 МПа. При збільшенні дисперсності на більш низькому рівні (з 4 000 до 6 000-6 500 см²/г) зростає щільність ущільнення сухої суміші і лише при питомій поверхні більше 7 200 см²/г щільність знижується

Основним способом ущільнення сухої суміші є вібрація. Мінімальну наявність порожнин сипучі матеріали мають при прискореннях вібрації, близьких до прискорення вільного падіння. В разі збільшення прискорення вище раціонального починається розпушення суміші і, як наслідок, різке зниження ущільненості суміші. Частота коливань істотно впливає в області, близькій до резонансних коливань шару порошку. Збільшення частоти коливань призводить до різкого зниження внутрішнього коефіцієнта тертя, тому при збільшенні частоти амплітуду треба зменшувати більшою мірою. Ступінь ущільнення, як правило, мало змінюється з перетворенням параметрів вібрації (частота і амплітуда) при незмінній інтенсивності вібрацій або прискорення. Більш низькі частоти вібрації і відповідно більш високі амплітуди краці, оскільки дозволяють досягти максимального ступеня ущільнення за короткий проміжок часу, і чим менше розміри частинок, які ущільнюються, тим більше інтенсивність віброуцільнення. При цьому прискорення вібрації повинні бути в 3...4 рази вище, а частота – більш висока (до 100-

250 Гц). При стандартній вібрації для поліфракційний суміші необхідно використовувати привантажувач, що знижує розшаровуваність сухої суміші і підвищує щільність. Оптимальна величина привантажувача для дрібнозернистих сумішей - 0,01-0,025 МПа, при використанні щебеню 5-20 мм тиск збільшується до 0,02-0,075 МПа.[1]

В роботі [3] зазначається що для виробництва бетонних та залізобетонних виробів може бути застосований спосіб, при якому попередньо ущільнену вібрацією суху суміш цементу і заповнювачів насичують під тиском водою, а потім повторно віброущільнюють. В результаті досягається висока щільність і міцність бетону.

Визначальним технологічним параметром формування виробів із сухої суміші є швидкість водонасичення, від якої залежить продуктивність способу, водонасичення сухої бетонної суміші, що є капілярно-пористим середовищем, можна інтерпретувати відомими закономірностями з теорії фільтрації рідин і газів через пористі середовища. Найбільш типове середовище - глина, для якої запропоновані емпіричні залежності, що відрізняються від лінійного закону Дарсі.

Оскільки ефективні перерізи пір сухої бетонної суміші залежать від ступеня її ущільнення, провели дослідження для оцінки режимів дії вібрації і величини привантаження, а також складу суміші на її фільтраційні властивості. В експериментах [3] використовували портландцемент $R_{ц} = 35$ МПа, $P_{ц} = 3100$ кг / м³; щебінь гранітний міцністю 80 МПа, розміром 5...20 мм; пісок з питомою поверхнею 5100 м² / т.

Суху суміш в формах розміром 10x10x10 см ущільнювали протягом 60 с вібрацією з частотою 50 Гц і амплітудою 0,5 мм при величині привантаження 0,01 МПа. Як критерій ущільненості слугувала величина об'ємної маси суміші. Методика експерименту полягала у визначенні впливу складових на зміну об'ємної маси бетонної суміші, в першій серії дослідів змінювали витрата цементу і піску таким чином, щоб їх сумарний обсяг залишався

постійним, витрата щебеню при цьому становив 1250 кг. У другій серії змінювали співвідношення між піском і щебнем при $\rho = \text{const}$. У третій серії варіювали витрата всіх складових при постійному співвідношенні в сухої бетонної суміші цементу і піску.

Дослідженнями [3] встановлено, що в процесі насичення водою відбувається розпушення спочатку віброущільненням сухої бетонної суміші плівками рідини, що утворюються на поверхні зерен твердої фази. При нагнітанні води під тиском в цементі виникає мережа порових каналів і послаблюється зчеплення цементного каменю з заповнювачем.

Для усунення цих структурних дефектів доцільно повторне віброущільнення після водонасичення сухої бетонної суміші. Водопоглинання і міцність бетону отримані на зразках-кубах з ребром 10 см, виготовлених за методикою: суху суміш ущільнювали вібрацією з частотою 50 Гц і амплітудою 0,5 мм під привантаженням 0,025 МПа протягом 60 с. Потім її насичували водою під тиском 0,3 МПа без фіксації обсягу суміші в формі притискнутою кришкою і повторно вібрували ще 60 с під таким же вантажем, бо за його відсутності структура бетону може розущільнитися.

Повторне віброущільнення сприяє прояву якісних змін в структурі цементного каменю - водопоглинання знижується більш ніж на 45 %, швидкість ультразвуку збільшується на 15 % і стрибкоподібно зростає водонепроникність бетону.

При повторному вібруванні виникає ефект тиксотропії, що усуває структурні дефекти від фільтрації насичує рідини сприяє дезагрегації цементних флокул, що утворюються при зберіганні в'язучого і ущільненні сухої суміші. І перерозподілу рідкої фази, при цьому віджимається 3...5 % поглиненої води, що викликає додаткове ущільнення цементного каменю і бетону.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виконаний аналіз у цілому дає можливість стверджувати, що застосування при-

вантажувачів при виробництві залізобетонних виробів з використанням сухих сумішей не викликає сумнівів. Проведений аналіз досліджень застосування привантажувачів при виробництві залізобетонних виробів з використанням сухих сумішей дозволяють зробити наступні висновки:

1. При визначенні величини тиску привантажувача на поверхню виробу, що формується, дослідники керуються у своїх розрахунках на даних експерименту, враховуючи одні чинники та нехтуючи впливом інших, які на їх думку не мають суттєвого впливу на процес формування при застосуванні привантажувача.

2. Тому використання цих величин не можливе для призначення режиму ущільнення для інших реальних випадків.

3. У підсумку не забезпечується раціональний режим вібрування.

4. Це негативно впливає на економічні показники, і не дозволяє використовувати повністю можливості такого виду формування.

Ключові слова. привантажувач, суха суміш, бетонна суміш, віброущільнення, водонасичення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Усов Б. (2009) Відновлено з <http://stroyprofile.com/archive/3431>.
2. Елфимов В.А., Волгушев А.Н., Шестеркина Н.Ф. (1991) Эффективные способы бетонирования в строительстве. Москва, ЦНИИТЭИМС.
3. Іноваційний бетон Відновлено з <http://beton.simfi.rf>.