

УДК 693.6:624.012.3/4

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2019.36.7>**Чернухін О.М.**

пров. наук. співр. ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Марчук С.М.

зав. сектору, ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Хоменко В.М.

с.н.с., ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ТЕХНІЧНОЇ ПІДЛОГИ ЗІ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

Анотація. У статті досліджено вплив від розшарування фібробетону в процесі виконання технічної підлоги за звичайною технологією на зміну його міцності за товщиною плити.

Фібробетонна підлога виконувалася за звичайною технологією. Фібробетонна суміш виготовлювалася на бетонному заводі і транспортувалася до місця вкладання міксерами, де по лотках розвантажувалася в заздалегідь огорожену рейками, покриту полімерною плівкою карту. Ущільнення і розрівнювання фібробетонної суміші в карті виконувалося віброрейкою обережно, щоб зменшити її розшарування.

Під впливом вібрації фібробетонна суміш осідала і на її поверхні з'являлося цементне молоко. Після чотирьохгодинного твердіння у цементне молочко за допомогою візка-дозатора шаром до 3 мм насипався ущільнювач (топпінг), який являв собою суху суміш із цементу, полімеру, пігменту та кварцового наповнювача.

На останньому етапі технології влаштування підлоги поверхня фібробетонної плити шліфувалася до дзеркального блиску.

Метою даного дослідження було визначення зміни несучої здатності існуючої підлоги від можливого розшарування фібробетону в процесі виконання робіт. Виконаний огляд поверхні підлоги з фібробетону показав, що вона вкрита топпінгом і на ньому немає помітних пошкоджень.

Виконані дослідження показали, що під час влаштування технічної підлоги за звичайною технологією розшарування суміші фібробетону в процесі виконання робіт за звичайною технологією викликає зниження несучої здатності верхньої частини плити підлоги до 10%, яку треба враховувати під час проектування.

Ключові слова: технологія, бетон, підлога, міцність, фібра.

Технічна характеристика існуючої технічної підлоги

Технічна підлога зі сталефібробетону, технологія влаштування якої досліджується в цій статті, знаходиться у виробничому корпусі заводу дерев'яних конструкцій, що розташований у пгт. Калинівка Броварського району Київської області. Підлога виконана у 2013 р. із монолітного залізобетону бетону за проектом НТП «Технопроект». Поверхня підлоги зміцнена топпінгом із цементно-полімерного розчину. Загальна площа підлоги дорівнює 3600 м², товщина підлоги – 200 мм, клас бетону – В30, пластичність – Р4.

У процесі виконання робіт на периферійній частині підлоги стрижнева арматура була замінена на сталеву фібру. Довжина фібри складала 50 мм, діаметр – 1 мм.

Інтенсивність навантаження на підлогу – середня, тому кількість сталеві фібри в бетоні складала 20 кг/м³.

Опис технології виконання робіт

Фібробетонна підлога виконувалася за звичайною технологією. Фібробетонна суміш виготовлювалася на бетонному заводі і транспортувалася до місця вкладання міксерами, де по лотках розвантажувалася в заздалегідь огорожену рейками, покриту полімерною плівкою карту. Ущільнення і розрівнювання фібробетонної суміші в карті виконувалося віброрейкою обережно, щоб зменшити її розшарування.

Під впливом вібрації фібробетонна суміш осідала, і на її поверхні з'являлося цементне молоко. Після чотирьохгодинного твердіння у цементне молочко за допомогою візка-дозатора шаром до 3 мм насипався ущільнювач (топпінг), який являв собою суху суміш із цементу, полімеру, пігменту та кварцового наповнювача.

На останньому етапі технології влаштування підлоги, поверхня фібробетонної плити шліфувалася до дзеркального блиску.

Метою даного дослідження було визначення зміни несучої здатності існуючої підлоги від можливого розшарування фібробетону в процесі виконання робіт. Виконаний огляд поверхні підлоги з фібробетону показав, що вона вкрита топпінгом і на ньому немає помітних пошкоджень.

Для огляду перерізу та виміру товщини плити на периферійних ділянках були вирізані зразки на всю товщу підлоги.

Результати вимірів товщини плит підлоги зведені у таблиці 1.

За СНиП 2.03.13-88 /1/ відхилення товщини плити підлоги не повинно перевищувати 10% від проектної. Із таблиці 1 слідує, що лише в 2 місцях, а саме в точках И-3 та М-10+5м, воно вище вимоги на 5%, тому слід рахувати, що товщина плити витримана.

Визначення міцності плити з фібробетону виконувалося за допомогою електронного склерометру «ОНИКС-2.5», що складався з електронного блоку та датчика.

Зразки плити були доставлені в лабораторію, де на зовнішній і бокових поверхнях намічені місця виконання замірів. Випробування на зовнішній стороні плити відповідали міцності топпінгу (Рис. 1), а результати наведені в таблиці 2.

Із таблиці слідує, що середня міцність топпінгу складає 70,6 МПа, що відповідає класу В60, для якого модуль пружності дорівнює 40000 МПа.

Розмітка місць випробування по товщині зразка показана на рисунку 2, а результати – в таблиці 3.

На рисунку 2 видно, що крупні фракції заповнювача у вигляді щебня розміром більше 20 мм розташовані знизу зразка, що підкреслює розшарування суміші.

За результатами вимірів міцності фібробетону (табл. 3) можна зробити висновок, що міцність фібробетону від верху зразка до низу змінюється від 41, 5 до 52,1 МПа, що також свідчить про його суттєве розшарування.

Таблиця 1. Виміри товщини бетону по зразках

| Місце відбору зразків, осі | Товщина плити, см | Місце відбору зразків, осі | Товщина плити, см | Місце відбору зразків, осі | Товщина плити, см |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| Б.1-1 | 23,5 | И-2 | 21,5 | М-5 | 20 |
| Б.1-2 | 23 | И-3 | 17 | М-9+1м | 20 |
| Б.1-3 | 20 | И-4 | 16 | М-10 | 21 |
| Б.1-4 | 19 | И-4+2м | 18,5 | М-10+5м | 17 |
| Б.1-5 | 18 | И -5 | 21 | | |
| Б.1-6 | 22 | И-7 | 18,5 | | |
| | | И-8 | 18,5 | | |
| | | И-8+5м | 18,5 | | |
| | | И-9+2 м | 18 | | |
| | | И-10 | 20 | | |
| Сер. знач. | 20,9 | Сер. знач. | 18,75 | Сер. знач. | 19,5 |

Таблиця 2. Результати випробування на зовнішній стороні плити

| № квадрата | Міцність, МПа | Клас бетону |
|------------|---------------|-------------|
| 1 | 62,5 | В 55 |
| 2 | 62,4 | В 55 |
| 3 | 64,2 | В 55 |
| 4 | 69,8 | В 60 |
| 5 | 69,5 | В 60 |
| 6 | 67,3 | В 60 |
| 7 | 71,4 | В 65 |
| 8 | 73 | В 65 |
| 9 | 75,4 | В 65 |
| 10 | 74,8 | В 65 |
| 11 | 73 | В 65 |
| 12 | 71,2 | В 65 |
| 13 | 70,3 | В 60 |
| 14 | 75,3 | В 65 |
| 15 | 75,6 | В 65 |
| 16 | 73,7 | В 65 |
| Середн. | 70,6 | В 60 |

Таблиця 3. Міцність фібробетону за товщиною плити

| Номер квадрата | Міцність, МПа | Клас бетону | Прим. |
|-----------------------|---------------|-------------|-------|
| 1 | 55,4 | В 50 | Низ |
| 2 | 46,6 | В 40 | Верх |
| 3 | 54,6 | В 50 | Низ |
| 4 | 41,4 | В 35 | Верх |
| 5 | 47,5 | В 40 | Низ |
| 6 | 40,7 | В 35 | Верх |
| 7 | 49,6 | В 45 | Низ |
| 8 | 38,2 | В 35 | Верх |
| 9 | 52,6 | В 45 | Низ |
| 10 | 39,8 | В 35 | Верх |
| 11 | 52,9 | В 45 | Низ |
| 12 | 43,8 | В 40 | Верх |
| Сер. знач 1,3 ..9,11 | 52,1 | В 45 | Низ |
| Сер. знач 2,4 ..10,12 | 41,75 | В 35 | Верх |

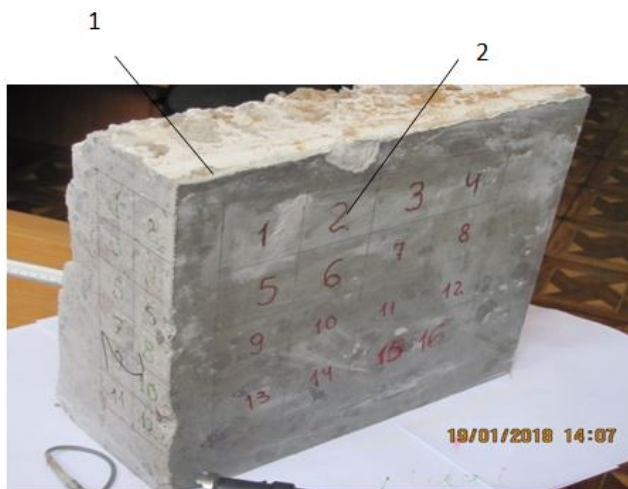


Рис. 1. Розмітка зовнішній поверхні зразка для випробуванні міцності топінгу: 1 – шар топінгу; 2 – точки визначення міцності

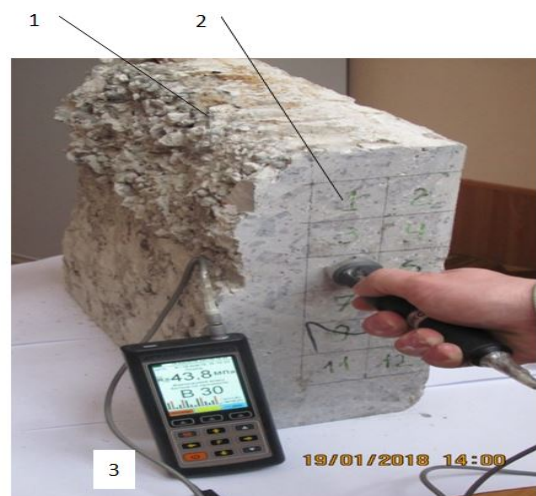


Рис. 2. Місця випробування міцності фібробетону за товщиною зразка: 1 – фібра; 2 – точки визначення міцності; 3 – електронний склерометр

Відмічене розшарування фібробетонної суміші викличе відповідну зміну несучої здатності верхньої та нижньої частин плити.

Перевірку впливу розшарування фібробетонної суміші на несучу здатність плити виконаємо розрахунком плити на пружній основі.

Відомо, що під час розрахунків несучої здатності згинальних конструкцій зниження міцності бетону у верхній дільниці в результаті розшарування враховується у СНиП коефіцієнтом умов роботи, меншим за одиницю ($\gamma = 0,85$), але в дійсності він значно більший для бетонних сумішей із пластичністю $P > 8$ см /2/.

Зміна міцності бетону за товщиною згинальної конструкції враховується зміною модуля пружності, який має більш вагомий вплив у рахунку на несучу здатність підлог як плит, що лежать на пружній основі. При цьому за звичай приймають, що осідання основи співпадає з вигинами плити під навантаженням. Для плит ця умова виражається загальним диференціальним рівнянням, в якому ліва частина рівняння є бігармонічним рівнянням вигину осі плити, а права – функцією зовнішнього навантаження $g(x, y)$ /3/.

Щоб визначити вплив розшарування фібробетону на міцність підлоги, приймемо до розгляду лише ліву частину рівняння, для якої визначальною є циліндрична жорсткість плити B і яка виражається залежністю:

$$B = \frac{E_b \cdot h^3}{12(1-\mu^2)}$$

де: E_b – модуль пружності; μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу плити, який для бетону дорівнює 0,2; h – товщина плити – 0,2 м.

Підставив у це рівняння значення модулів пружності, які визначені для бетону у верхній та нижній частинах зразку (таблиця 2), отримаємо: при класі бетону для низу зразку B_{45} по /1/ модуль пружності складає 37500 МПа, при класі бетону для верху B_{35} модуль пружності – 34000 МПа.

Ураховуючи те, що інші значення, які входять до формули 1, в обох випадках однакові, можна стверджувати, що під час влаштування підлоги за звичайною технологією виконання робіт несуча здатність підлоги у верхній частині складає лише $34000 \text{ МПа} / 37500 \text{ МПа} = 0,906$ частки від нижньої.

Висновки. Виконані дослідження показали, що під час влаштування технічної підлоги за звичайною технологією розшарування суміші фібробетону в процесі виконання робіт за звичайною технологією викликає зниження несучої здатності верхньої частини плити підлоги до 10%, яку треба враховувати під час проектування.

Література

1. СНиП 2.03.13-88 «Полы».
2. Г. Бидний, А. Мкртумян, Г. Шапиро «Прочность и модуль упругости бетона в изделиях кассетного производства». *Жилищное строительство*. № 7. 1967 г.
3. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. Москва : Стройиздат, 1974.

References

1. SNiP 2.03.13-88 "Floors"
2. G. Bidny, A. Mkrtyumyan, G. Shapiro "Strength and modulus of elasticity of concrete in cassette products", Housing №7. 1967
3. Genius G.A., Kissyuk V.N., Tyupin G.A. «The theory of plasticity of concrete and reinforced concrete».

INFLUENCE OF WORK EXECUTION TECHNOLOGY ON BEARING STRENGTH OF TECHNICAL FLOOR MADE OF STEEL FIBER

Abstract: The article investigates the effect of fiber concrete stratification in the process of work execution on technical flooring by conventional technology on the change of its strength on the thickness of the slab.

Fiber concrete floor was made according to the conventional technology. The fiber concrete mixture was manufactured in a concrete-batching plant and transported to the place of deposit by mixers, where the trays were unloaded in advance enclosed by rails, covered with a polymeric film. Compaction and leveling of the fiber concrete mixture in the cell was performed with a vibrating screed carefully to reduce its stratification.

Under the influence of vibration, the concrete mixture settled and cement milk appeared on its surface. After 4 hours of solidification, seal (topping) was poured to cement milk using a dispenser wagon up to 3 mm layer, which was a dry mixture of cement, polymer, pigment and quartz filler.

In the last stage of flooring technology, the surface of the fiber concrete slab was polished to mirror gloss.

The purpose of this study was to determine the change in bearing strength of the existing floor from the possible stratification of fiber concrete in the course of work execution. The performed inspection of the surface of the floor made of fiber concrete showed that it is covered with topping and there is no noticeable damage to it.

The performed experiments showed that the construction of the technical floor by conventional technology of stratification of a mixture of fiber concrete in the course of work on the conventional technology causes a decrease in the bearing strength of the upper part of the floor slab to 10%, which must be taken into account when designing.

Key words: technology, concrete, floor, strength, fibre.

Chernukhin O.M.

Leading Researcher at SE "Research Institute of Building Production named of V.S. Balitsky", Kyiv

Marchuk S.M.

Sector Leader at SE "Research Institute of Building Production named of V.S. Balitsky", Kyiv

Khomenko V.M.

Senior Researcher at SE "Research Institute of Building Production named of V.S. Balitsky", Kyiv