

*Олександра Дорошенко
Юрій Дорошенко
Сергій Возний*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ОПАЛУБКИ І ЦЕМЕНТОБЕТОНУ З МЕТОЮ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

У статті розглядаються питання, що пов'язані з покращенням якості та довговічності залізобетонних конструкцій.

В статье рассматриваются вопросы связанные с улучшением качества и долговечности железобетонных конструкций.

In the article questions are examined that the internalss related to the improvement and to longevity of reinforce-concrete constructions.

Ключові слова: цементний бетон, опалубка, довговічність, надійність.

Монолітні і збірні конструкції з бетону й залізобетону є основними, базовими конструкціями в житловому, промисловому, гідротехнічному, дорожньому й інших областях будівництва.

Щорічно у світі укладаються і монтуються сотні мільйонів кубометрів монолітного і збірного бетону і залізобетону. Аналіз літературних джерел, а також вітчизняної і зарубіжної будівельної практики дає можливість стверджувати, що роль і значення бетону і залізобетону, як основних конструкційних матеріалів, в майбутньому неухильно зростатимуть.

Аналізуючи комплексний технологічний процес зведення монолітних залізобетонних конструкцій, слід зазначити, що найважливішими і трудомісткими технологічними процесами є опалубні роботи. Їх трудомісткість коливається від 40 до 55 % загальної трудомісткості зведення монолітних конструкцій, а вартість оцінюється відповідно в 30-45 %.

У комплексі опалубних робіт важливою технологічною операцією є нанесення мастила на поверхні опалубок з метою полегшення розпалубки, зменшення зносу опалубних щитів і підвищення якості лицьових поверхонь залізобетонних конструкцій, збільшення оборотності опалубки.

Аналіз літературних джерел, обстеження вітчизняних будівництв свідчать, що вживані опалубки і опалубні системи далекі від досконалості; опалубні роботи трудомісткі і мають високу вартість, а монолітні конструкції, особливо їх лицьові поверхні, після розпалубки вимагають багатовитратного післярозпалубочного доведення. Значна кількість вітчизняних опалубок має недосконалі малоефективні формувальні поверхні. Застосування таких опалубок у поєднанні з низькосортними, а тому неефективними мастилами, як часто буває на практиці, призводить до негативних результатів і великих непродуктивних витрат.

© *Дорошенко О. Ю., Дорошенко Ю. М., Возний С. П., 2012*

Мастила, що є невід'ємним технологічним компонентом, відіграють важливу роль в технології монолітних залізобетонних конструкцій. Ефективні мастила полегшують розпалубку, покращують якість бетонних поверхонь, знижують витрати на їх післярозпалубочне доведення. Значне зчеплення між бетоном і погано змащеною, або зовсім незмащеною опалубкою приблизно на 70–100 % збільшує трудомісткість розпалубки. У зв'язку з використанням малоефективного мастила опалубочні щити обростають цементною кіркою що вимагає їх додаткового очищення. Через міцне зчеплення, значні розпалубочні зусилля і механічну дію на опалубку при її очищенні від налиплого бетону біля 70 % опалубок передчасно виходить з ладу.

В результаті застосування недостатньо ефективних мастил або нераціонального їх використання на поверхні монолітних конструкцій з'являються зайва шорсткість і пористість, масляні плями, тріщини і вириви бетону, що вимагає додаткових витрат на їх виведення і доведення.

Недооцінка важливості такої технологічної операції, як нанесення мастила на опалубку, зарахування її до розряду другорядних, а іноді і необов'язкових, призводить до значних непродуктивних витрат, сприяє передчасному зносу опалубочних щитів, в 1,5–2 рази зменшуючи їх оборотність, знижує якість поверхонь монолітних залізобетонних конструкцій.

Таким чином застосування ефективних антиадгезійних опалубочних мастил забезпечує:

- значне скорочення витрат ручної праці при розпалубці конструкцій з монолітного залізобетону;
- повне усунення трудовитрат на очищення опалубочних щитів від налиплого бетону;
- підвищення довговічності і оборотності опалубок;
- отримання монолітних залізобетонних конструкцій з високою якістю лицьових поверхонь.

Опалубка повинна забезпечувати задані розміри і форму конструкції, що зводиться; бути міцною, жорсткою і незмінною в робочому положенні і при дії усіх виробничих навантажень; мати мінімальну адгезію поверхні з бетоном; бути індустріальною, економічною і технологічною при складанні і розбиранні, а також не створювати утруднень при установці арматури і укладанні бетонної суміші; виготовлятися відповідно до вимог стандартів або технічних умов на опалубку конкретних типів.

Від деформативності опалубки залежать міцність і якість виготовлення монолітних конструкцій, а також трудомісткість опалубочних і обробних робіт, довговічність і вартість опалубки. Окрім викривлень поверхні, порушення геометричних розмірів інших відхилень при недостатньо жорсткій опалубці утворюються раковини на поверхні і повітряні бульбашки при ущільненні бетону.

Усі з'єднання опалубки рекомендується виконувати швидкокорознімними; вони мають бути досить щільними і непроникними. Зварні шви, а також гострі кути і кромки опалубки мають бути оброблені.

Для виготовлення елементів опалубки використовують найрізноманітніші матеріали. Для опалубки використовують деревину хвойних порід (сосна, ялина, модрина), листяних порід (береза і вільха), водостійку фанеру, сталь, пластики, залізобетонні і армоцементні плити, деревно-стружкові (ДСП) і деревно-волокнисті (ДВП) плити, поліпропілен з наповнювачами. Підтримувальні елементи опалубки виконують головним чином із сталі і алюмінієвих сплавів, що дозволяє досягти їх високої оборотності.

Величина зчеплення бетонної суміші з опалубкою досягає декількох кгс/см². Це робить роботи з розпалубкою більш тяжкими, погіршує якість бетонної поверхні і призводить до передчасного зносу опалубочних щитів.

На зчеплення бетону з опалубкою впливає адгезія і когезія бетону, його усадка і пористість поверхні опалубки.

Під адгезією розуміють обумовлений молекулярними силами зв'язок між поверхнями двох різнорідних дотичних тіл. В період контакту бетонної суміші з опалубкою створюються сприятливі умови для прояву адгезії. Склеювальна речовина (адгезив), якою в да-

ному випадку є бетонна суміш, в період укладання знаходиться в пластичному стані. В процесі віброущільнення бетону пластичність його ще більше збільшується, внаслідок чого бетонна суміш зближується з поверхнею опалубки і суцільність контакту між ними ще збільшується.

Бетон налипає до дерев'яних і сталевих поверхонь опалубки сильніше, ніж до пластмасових, у зв'язку зі слабкою змочуваністю останніх. У табл. 1 наведені значення нормального зчеплення бетонів з деякими опалубними матеріалами.

Таблиця 1. Нормальне зчеплення бетонів з деякими опалубними матеріалами

| Матеріали | Нормальне зчеплення бетонів за 1 доби, кгс/см ² | | | |
|---------------------------------|--|-------|----------------|------|
| | Важкий бетон | | Керамзитобетон | |
| | В 12,5 | В 7,5 | В 12,5 | В 15 |
| Сталь без обробки і без мастила | 1,85 | 1,31 | 1,81 | 2,41 |
| Сталь з мастилом | 0,47 | 0,35 | 0,39 | 0,45 |
| Сосна стругана | 1,25 | 1,12 | 1,17 | 1,32 |
| Фанера водостійка | 1,15 | 1,08 | 1,11 | 1,22 |
| Деревностружкова плита | 1,20 | 1,16 | 1,18 | 1,20 |
| Текстоліт | 0,29 | 0,20 | 0,24 | 0,26 |
| Гетинакс | 0,57 | 0,42 | 0,52 | 0,56 |
| Фторопласт-4 | 0,19 | 0,13 | 0,14 | 0,15 |
| Склопластик поліефірний | 0,31 | 0,23 | 0,24 | 0,26 |

Зусилля відриву опалубки, кгс, визначають по формулі:

$$P_{от} = K_c \cdot O_n \cdot F_{щ} \quad (1.1)$$

де O_n □ нормальне зчеплення, кгс/см²;

$F_{щ}$ □ площа відривного щита (панелі), м²;

K_c □ коефіцієнт, що враховує жорсткість щитів (панелей).

Дерево, фанера, сталь без обробки і склопластики добре змочуються і зчеплення бетонної суміші з ними досить велике, із слабким змочуванням (гідрофобним) гетинаксом і текстолітом бетонні суміші зчіплюється менше.

Крайовий кут змочування (рис.1) шліфованої сталі більший, ніж у необробленої. Проте зчеплення бетону з шліфованою сталлю знижується. Пояснюється це тим, що на межі бетону і добре оброблених поверхонь суцільність контакту більш висока.

При нанесенні на поверхню плівки мастила вона гідрофобізується, що різко зменшує адгезію.

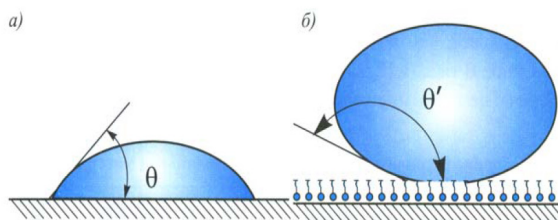


Рис.1. Крайовий кут змочування різних поверхонь: а – гідрофільне; б – гідрофобне (з мастилом)

Усадка негативно впливає на адгезію та на зчеплення. Чим більше величини усадки в пристикових шарах бетону, тим виригідніша поява в зоні контакту усадкових тріщин, які послаблюють зчеплення.

Під когезією в контактній парі опалубка – бетон слід розуміти міцність на розтягування пристикових шарів бетону.

Шорсткість поверхні опалубки збільшує її зчеплення з бетоном. Це відбувається тому, що шорстка поверхня має велику фактичну площу контакту в порівнянні з гладкою.

Високопористий матеріал опалубки теж збільшує зчеплення, оскільки цементний розчин, проникаючи в пори, при віброущільненні утворює точки надійного з'єднання.

При знятті опалубки може бути три варіанти відриву. При першому варіанті адгезія дуже мала, а когезія досить велика.

В цьому випадку опалубка відривається точно по площині контакту. Другий варіант – адгезія більше, ніж когезія. При цьому опалубка відривається за склеювальним матеріалом (бетон). Третій варіант – адгезія і когезія по своїх величинах приблизно однакові. Опалубка відривається частково по площині контакту бетону з опалубкою, частково по самому бетону (змішаний або комбінований відрив).

При адгезійному відриві опалубка знімається легко, поверхня її залишається чистою, а поверхня бетону має хорошу якість. Внаслідок цього необхідно прагнути до забезпечення адгезійного відриву. Для цього опалубку виконують з гладких погано змочуваних матеріалів або наносять на них мастила і спеціальні антиадгезійні покриття.

Мастило для опалубки застосовується для оброблення різних видів опалубки та металевих форм, з метою полегшення відокремлення бетону від опалубки або форми, а також для захисту металевих форм від корозії.

При використанні мастила полегшується відділення бетону від опалубки, поліпшується якість зовнішньої поверхні за рахунок зменшення кількості дефектів, скорочуються трудовитрати на очищення форм, істотно продовжується термін використання опалубки. До мастила опалубки висуваються певні жорсткі вимоги. Мастило для опалубки та форм не повинне посилювати корозію елементів опалубки, виділяти шкідливих для здоров'я людини випаровувань. Якісне мастило для опалубки не залишає плям на поверхні бетону, які згодом можуть проступати крізь фінішне оздоблення. Для використання у зимовий час необхідно застосовувати мастила, що не замерзають.

Залежно від складу, принципу дії та експлуатаційних властивостей, мастила для опалубки поділяють на чотири групи: водні суспензії; гідрофобізуючі мастила; мастила - сповільнювачі тверднення бетону; комбіновані мастила.

Принцип дії водних суспензій і гідрофобізуючих мастил ґрунтується на тому, що на поверхні опалубки утворюється захисна плівка, яка знижує зчеплення бетону з опалубкою. Комбіновані мастила є сумішшю уповільнювачів тверднення бетону і гідрофобізуючих емульсій.

При виготовленні мастил у них додають сульфітно-дріжджову барду (СДБ), милонафт. Такі мастила пластифікують бетон прилеглої зони, і він не руйнується.

Мастило – уповільнювачі твердіння бетону використовують для отримання хорошої фактури поверхні. До моменту розпалубки міцність цих шарів дещо нижча, ніж основної маси бетону. Відразу ж після розпалубки оголяють структуру бетону промиванням його струменем води. Після такого промивання отримують красиву поверхню з рівномірним оголенням великого заповнювача.

Особливого поширення набули речовини на основі нафтових масел, що належать до типу «емульсолів», внаслідок їх порівняно невисокої вартості. Мастило для опалубки «Емульсол» є біорозкладаним і не залишає темних маслянистих слідів на поверхнях виробів. Тому такі вироби мають привабливий вигляд, їх легко штукатурити, що значно впливає на оцінку якості продукції, яка виробляється.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Баталов А. С., Федоренко Р. И., Горячева М. К.* Опыт применения фанерной опалубки для монолитных железобетонных конструкций // Кн. «Повышение эффективности и качества бетона и железобетона». – Горький, 1977. – С. 63–66.
2. *Воюцкий С. С.* Диффузионная теория адгезии // Кн. «Клеи и технологии склеивания». – М.: Оборонгиз, 1960. – С. 24.
3. *Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смилга В.П.* Адгезия твердых тел. – М.: Наука, 1973. – 273 с.
4. *Евдокимов Н.И., Мацкевич А.Ф., Сытник В.С.* Технология монолитного бетона и железобетона. – М.: Высшая школа, 1980. – 242 с.
5. *Зимон А. Д.* Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия, 1974. – 412 с.
6. *Журавлев В. Ф., Штейерт Н. Н.* Сцепление цементного камня с различными материалами // Цемент. – 1952. – № 1. – С. 24–26.
7. *Корнилович Ю.Е.* Исследование прочности растворов и бетонов. – К.: Госстройиздат, 1960. – 234 с.
8. *Мацкевич А.Ф.* Смазки и защитные покрытия для опалубки монолитного железобетона. – М.: Стройиздат, 1971. – 23 с.
9. *Мацкевич А.Ф.* К вопросу о влиянии адгезии на прочность бетона // Кн. «Повышение эффективности производства и качества сборного железобетона». – Горький, 1974. – С. 109–155.
10. *Мацкевич А.Ф.* Способ определения удерживающей способности смазок, применяемых для опалубочных форм и кассет // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1981. – №3. – С. 96 – 97.
11. *Мацкевич А.Ф., Смирнов В.А.* Эффективные смазки для форм и опалубок // Кн. «Интенсификация строительства». – Горький, 1982. – С. 138–140.
12. *Микульский В. Г., Игонин Л. А.* Сцепление и склеивание бетона в сооружениях. – М.: Стройиздат, 1965. – 126 с.
13. *Микульский В. Г., Козлов В. В.* Склеивание бетона. – М.: Стройиздат, 1975. – 240 с.
14. *Рапинов В. Б., Иванов Ф. М.* Химия в строительстве. – М.: Стройиздат, 1977. – 220 с.
15. *Смилга В. П., Дерягин Б. В.* Электрическая теория адгезии // «Кн. Клеи и технология склеивания». – М.: Оборонгиз, 1970. – С. 7–15.
16. *Совадрв И. Г., Могилевский Я. Г.* Железобетонные работы при возведении многоэтажных зданий. – М.: Стройиздат, 1981. – 167 с.
17. *Фрейдин А. С.* Прочность и долговечность клеевых соединений. Изд. 2-е. – М.: Химия, 1981.
18. *Шмит О. М.* Опалубки для монолитного бетона. Пер. с немецкого. – М.: Стройиздат 1987. – 158 с.