

УДК 691.8:620.22

В. В. ТАРАН, Д. Е. БЕРШАДСКАЯ, О. Н. СЫСОВЕВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С РАЗНЫМИ АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Аннотация. В статье описаны основные положения по технологии возведения монолитных перекрытий с применением различных армирующих элементов. Представлен анализ технологических особенностей монтажа арматурных изделий и материалов. Рассмотрены положительные и отрицательные качества каждого из видов армирующих элементов. Приведен технологический комплект (нормокомплект) для выполнения арматурных и сопутствующих работ. Выполнен сравнительный анализ по трудоемкости выполнения работ. Определена эффективность применения преднапряженного бетона с увеличением пролета здания.

Ключевые слова: монолитное перекрытие, композитная и стальная арматура, предварительное напряжение, пост-напряжение, дополнительное армирование.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из важных проблем строительной отрасли является снижение массы и стоимости возводимых зданий, а также одновременного эффекта снижения трудовых, материальных и энергетических ресурсов без дополнительных капитальных вложений путём организационно-технологических приёмов и конструктивных решений, методов ведения монолитных работ. Композитная арматура является альтернативным предложением применения стальному прокату.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Направление научных исследований в области совершенствования технологических процессов возведения монолитных перекрытий в построечных условиях с применением различных армирующих элементов является достаточно современной проблемой. Повышению технологичности и эффективности возведения монолитных перекрытий посвящены труды многих известных учёных и инженеров, таких как: В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус [1]. Композитное армирование нашло применение в последней трети прошлого столетия в таких странах как Германия, Япония и США. Однако внедрение в строительную отрасль такого материала как стекло- или базальтопластиковый композит, произошло относительно недавно. Изготовление композитного армирования в производственных масштабах начало широко внедряться в 2000-х годах. И сейчас все больше с каждым годом композитная арматура находит применение в строительной отрасли, в различных строительных процессах. Изучением технических характеристик композитной арматуры занимались такие ученые, как М. М. Батдалов, Ю. О. Кустикова, В. И. Римшин, А. М. Уманский [5] и др.

Перспективы для применения композитного материала очень широки, к сожалению, недостаток производства, незнание являются ключевыми факторами в освоении материала, который уже давно использует весь мир.

ЦЕЛИ

Сравнение вариантов армирования монолитных перекрытий с применением современных технологий, обеспечивающих снижение материалоемкости, сокращение сроков строительства, повышающих качество готовой продукции.

© В. В. Таран, Д. Е. Бершадская, О. Н. Сысовев, 2017

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Армирование монолитных плит перекрытия осуществляется преимущественно стальной арматурой. По виду технологии устройства подразделяется на:

- обычное армирование;
- предварительное напряжение арматуры;
- пост-напряжение арматуры.

Предварительное напряжение арматуры позволяет повысить трещиностойкость, жёсткость и долговечность конструкций.

С каждым годом на рынке строительного производства появляется огромное количество материалов, вытесняя привычные всем методы строительства. Один из таких материалов – это композитная арматура. Она является значимой альтернативой арматуре из металла, как обладающая сочетанием высокой прочности и коррозионной стойкости. Материал не обладает способностью намагничиваться, что делает возможным применение материала в местах работы специального оборудования, например в больницах, промышленных предприятиях и др.

Технология монтажа и сборки каркасов монолитного перекрытия из композитной и стальной арматуры аналогичны. Применяются те же самые приемы, операции, оборудование и расходные материалы. Однако вес стержня, выполненного из композитных материалов, значительно ниже веса металлической арматуры, что приводит к снижению трудозатрат по установке арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней.

Вязка арматуры выполняется ручным или механизированным способом, стальной проволокой или более эффективно и экономичнее – вязка с использованием самозатягивающихся полимерных стяжек. По длине возможно соединение арматуры при помощи муфт. Благодаря химической стойкости, композитную арматуру возможно применять при бетонировании с использованием химических добавок, а также для армирования несущих конструкций на производствах с агрессивной средой. Ввиду своих физико-механических свойств и технических преимуществ, композитная арматура может быть альтернативной заменой арматуре из металла, как имеющая сочетание коррозионной стойкости, низкой тепло- и электропроводности, высокой прочности, обладающая меньшей массой, высокой транспортабельностью, а также как экологически чистый материал.

Для обеспечения защитного слоя в конструкциях арматурных каркасов предусматривают установку фиксаторов (рис.), которые привязывают или надевают на арматурные стержни.

Для обеспечения защитного слоя в горизонтальных конструкциях на стержни каркаса устанавливают пластмассовые фиксаторы в трех-четырёх уровнях по высоте с расстоянием между ними, не превышающем 1 м.

Предварительное напряжение

Данная технология заключается в натяжении арматурных стержней на бетон через трубчатые каналобразователи с возможностью свободного скольжения арматуры до начала бетонирования перекрытия. Каналообразователи в виде металлических трубок выполнены из вальцованной листовой стали толщиной 1...2 мм. Вальцевание осуществляется в поперечном направлении по винтообразной линии. Это позволяет увеличить жесткость каналобразователей и улучшить сцепление. Для предварительно напряженных конструкций применяется более прочный бетон класса С25/30, С30/37.

При устройстве предварительного напряжения арматуры в монолитных перекрытиях работы выполняются в следующей последовательности:

- устройство опалубки перекрытия;
- установка в проектное положение каналобразователей;
- укладка напрягаемой арматурой;
- подготовительные работы (установка оборудования для натяжения арматуры);
- поэтапное натяжение канатов с тщательным контролем усилия натяжения;
- бетонирование с последующим уплотнение бетонной смеси;
- проверка проходимости каналобразователей;
- нагнетание цементного раствора в каналобразователи для защиты предварительно напряженной арматуры от коррозии;
- демонтаж оборудования.



Фиксаторы арматуры «звездочка» предназначены для формирования защитного слоя в вертикальных плоскостях



Фиксаторы арматуры круглые «колесико» предназначены для формирования защитного слоя в вертикальных и горизонтальных плоскостях



Фиксаторы арматуры «стульчик» предназначены для формирования защитного слоя в горизонтальных плоскостях



Фиксаторы арматуры универсальные «стойка» предназначены для формирования защитного слоя в горизонтальных плоскостях



Фиксаторы арматуры «нагель» предназначены для формирования защитного слоя торцевых сторон арматуры, также для крепления закладных пластин к арматуре



Фиксаторы арматуры «потолочная опора» (кубик) предназначены для формирования защитного слоя в горизонтальных плоскостях

Рисунок – Вид и назначение фиксаторов арматуры.

Пост-напряжение

Технологическая особенность заключается в следующем: в состав армирования плиты вводится высокопрочная напрягаемая арматура, состоящая из специальных прядей. Один конец напрягаемой арматуры крепится на одной стороне плиты с помощью анкеров. После бетонирования плиты и набора ею заданной прочности производится натяжение прядей с помощью специальных гидравлических домкратов, в результате чего напряжение арматуры передается на бетон. Натягивают арматуру плавно, увеличивая силу натяжения ступенями по 3...5 кН, доводят ее до значения, превышающего расчетное на 5 %. Затем ее снижают до требуемых значений, после чего закрепляют арматуру. Для обеспечения возможности натяжки арматуры во время затвердевания бетона арматуре должен быть обеспечено свободное перемещаться по бетону. Как правило, для этих целей арматуру помещают в пластиковую или металлическую трубу (в зависимости от того требуется сцепление – используют металл, или нет – пластик). Анкерные устройства устанавливаются на концы напрягаемых элементов.

Применение технологии предварительного и пост-напряжения в построечных условиях имеет ряд преимуществ по сравнению с прочими технологиями возведения зданий:

– *Ускорение процесса формирования перекрытия.* Это становится возможным благодаря использованию стандартных конструктивных элементов перекрытия, минимальной загруженности конструкции арматурой, использование бетона высокой прочности и высокой скорости демонтажа опалубки после набора бетоном необходимой прочности.

– *Снижение веса.* Использование высокопрочной арматуры и бетона позволяет уменьшить сечения изгибаемых элементов, таким образом снизить собственный вес каркаса здания, а также увеличить пролёт.

– *Сокращение затрат.* За счёт повышенной жесткости и трещиностойкости перекрытия становится возможным увеличение пролёта, что позволяет обеспечить свободную планировку здания и рациональное использование внутреннего объёма с меньшим числом колонн и диафрагм жесткости, вследствие чего происходит упрощение и удешевление конструкции фундаментов здания, сокращаются сроки строительства и затраты на последующую его эксплуатацию.

– *Увеличение пролётов между колоннами.* Облегчённый вес, жесткость и структурная целостность здания позволяет формировать пролёты большей длины.

– *Повышение гибкости.* Увеличение длины пролётов между колоннами позволяет повысить универсальность конфигурации помещений, что является важным преимуществом как с точки зрения обитателей здания, так и в плане прокладки инженерных систем.

В результате применения преднапряженного и пост-напряженного железобетона в некоторых случаях удаётся уменьшить общий вес зданий до 40 % и существенно снизить материалоемкость (в первую очередь расхода арматуры и бетона) при одновременном сохранении высокого уровня показателей надёжности конструкций. При этом себестоимость строительства зданий сокращается до 30 % [4]. Наряду с экономическим эффектом технология предварительного напряжения арматурных элементов позволяет существенно расширить архитектурно-планировочные решения проектируемых зданий.

Дополнительное армирование

В качестве дополнительного армирования выступает несъёмная опалубка в виде металлических профилированных листов. Технология устройства данной опалубки заключается в следующем: после окончания установки металлических балок перекрытия выполняется монтаж опалубки из профилированных листов. Они укладываются с нахлестом в одну-две волны и крепятся к верхним полкам опорных металлоконструкций. В местах нахлестов профнастил соединяют с помощью заклепок. Затем приступают к укладке арматуры. Перед началом армирования необходимо выставить торцевую опалубку на проектную высоту плиты. Установку арматурных каркасов, сеток и отдельных стержней выполняют в соответствии с рабочими чертежами армирования. При этом необходимо с помощью специальных пластиковых фиксаторов обеспечить необходимую толщину защитного слоя бетона. При больших площадях перекрытий после укладки арматуры устанавливают специальные направляющие, разделяющие перекрытие на несколько зон бетонирования, после чего выполняют заливку бетонной смеси. Перед началом бетонирования поверхность опалубки очищается от загрязнений, промывается водой и высушивается. Бетонная смесь укладывается на всю высоту плиты перекрытия в шахматном порядке для равномерного распределения нагрузки на каркас.

В условиях строительной площадки работы по монтажу арматурных изделий выполняет звено из 5 человек.

Для выполнения арматурных и сопутствующих работ рекомендуется следующий технологический комплект (нормокомплект), представленный в таблице.

ВЫВОДЫ

Сравнение технологических особенностей возведения монолитных перекрытий с разными армирующими элементами позволило сравнить варианты между собой и выявить наиболее предпочтительный по трудоемкости выполнения работ. Выявлено, что применение композитной арматуры позволяет сократить трудозатраты до 22 %. При возведении перекрытий с увеличением пролетов здания эффективно применение преднапряженного бетона. Следует отметить, что при применении преднапряженного бетона трудоемкость сокращается до 10...20 %. Применение последнего позволяет уменьшить материалоемкость и энергоёмкость как отдельно возводимой конструкции, так и всего объекта в целом.

Таблица – Технологический комплект (нормокомплект) для выполнения арматурных и сопутствующих сварочных работ на звено из 5 человек

Наименование такелажных и монтажных приспособлений	Колич.
1. Машина шлифовальная электрическая	1 шт.
2. Устройство для вязки арматурных стержней	1 шт.
3. Фиксатор для временного крепления арматурных сеток	4 шт.
4. Прижим для закрепления медной желобчатой подкладки под арматурными стержнями при сварке встык под флюсом	1 шт.
5. Фиксатор для временного крепления арматурных каркасов	4 шт.
6. Струбцина для осевого смещения выпусков арматуры двух сопрягаемых колонн перед их сваркой встык	2 шт.
7. Строп универсальный шестиветевой	1 шт.
8. Приспособление для сжима стержней перед их сваркой внахлестку	1 шт.
9. Кондуктор для сборки арматурных каркасов	1 шт.
10. Подъемно-переставная площадка	1 шт.
11. Ящик инструментальный трехсекционный	3 шт.
12. Трансформатор сварочный	2 шт.
13. Набор инструмента для ручной дуговой сварки	1 шт.
14. Площадка передвижная	1 шт.
15. Пенал для электродов	2 шт.
16. Закрутка ЗВА-1А	2 шт.
17. Закрутка ЗВА-1Б	2 шт.
18. Закрутка электрический	2 шт.
19. Ножницы для резки арматуры	1 шт.
20. Резак инжекторный	1 шт.
21. Ключ газосварщика	1 шт.
22. Плоскогубцы комбинированные	1 шт.
23. Кусачки торцовые	2 шт.
24. Щетка ручная из проволоки	2 шт.
25. Электродержатель	1 шт.
26. Ключ гаечный разводной	1 шт.
27. Отвес стальной строительный	1 шт.
28. Рулетка измерительная металлическая	1 шт.
29. Электронная печь для прокаливания электродов	1 шт.
30. Строп четырехветевой	1 шт.
31. Строп двухветевой	1 шт.
32. Редуктор ацетиленовый	1 шт.
33. Струбцина для временного крепления каркаса к опалубке	4 шт.
34. Ящик-контейнер металлический для хомутов	1 шт.
35. Редуктор кислородный баллонный одноступенчатый	1 шт.
36. Напильник плоский тупоносый	1 шт.
37. Молоток слесарный с круглым бойком массой 0,8 кг	2 шт.
38. Зубило слесарное	2 шт.
39. Кувалда кузнечная остроносая массой 3 кг	1 шт.
40. Крючок такелажный	2 шт.
41. Лом монтажный	2 шт.
42. Отвертка слесарно-монтажная под прямой шлиц	1 шт.
43. Метр складной металлический	3 шт.
44. Уровень строительный	2 шт.
45. Штангенциркуль	1 шт.
46. Обжимной пресс	1 шт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] / В. И. Теличенко, О. М. Тереньгев, А. А. Лапидус. – М. : Высшая школа, 2004. – 446 с.
2. Климов, Ю. А. Современная композитная базальтовая арматура для армирования бетонных конструкций [Текст] / Ю. А. Климов // Технологии бетонов. – 2010. – № 11/12. – С. 56–57.

3. Ершов, М. Н. Технологические процессы в строительстве [Текст] Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лапидус, В. И. Теличенко, О. М. Тереньтеев. – М. : Изд-во АСВ, 2016. – 128 с.
4. Асатрян, Л. В. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона [Текст] / Л. В. Асатрян, А. И. Звездов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2008. – № 2. – С. 55–57.
5. Кустикова, Ю. О. Исследование свойств базальтопластиковой арматуры и ее сцепления с бетоном [Электронный ресурс] / Ю. О. Кустикова // NSO-JOURNAL.RU: Строительство: наука и образование. – 2014. – № 1. – Режим доступа : http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2014/01/1_Kustikova.pdf.
6. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84* ; чинні від 2011-06-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
7. Фролов, Н. П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции [Текст] / Н. П. Фролов. – М. : Стройиздат, 1980. – 104 с.
8. Post-Tensioning Manual [Текст] / Post-Tensioning Institute. – 6th Edition. – [S. l.] : PTI Publications, 2006. – 354 p.

Получено 11.09.2017

В. В. ТАРАН, Д. Є. БЕРШАДСЬКА, О. М. СИСОЄВ
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНИХ
ПЕРЕКРИТТІВ З РІЗНИМИ АРМУВАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті описано основні положення щодо технології зведення монолітних перекриттів із застосуванням різних армувальних елементів. Приведений аналіз технологічних особливостей монтажу арматурних виробів і матеріалів. Розглянуто позитивні та негативні якості кожного з видів армувальних елементів. Наведено технологічний комплект (нормокомплект) для виконання арматурних і супутніх робіт. Виконано порівняльний аналіз по трудомісткості виконання робіт. Визначено ефективність застосування переднапруженого бетону зі збільшенням прольоту будівлі.

Ключові слова: монолітне перекриття, композитна і сталева арматура, попереднє напруження, пост-напруження, додаткове армування.

VALENTINA TARAN, DARIA BERSHADSKA, OLEG SYSOEV
TECHNOLOGICAL FEATURES OF MONOLITHIC CROSSING WITH
DIFFERENT REINFORCEMENT ELEMENTS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article describes the main provisions on the technology of erecting monolithic ceilings with the use of various reinforcing elements. The analysis of technological features of mounting reinforcement articles and materials has been presented. Positive and negative qualities of each type of reinforcing elements have been considered. The technological set (standard set) for performance of reinforcing and accompanying works has been resulted. A comparative analysis of the laboriousness of work performance has been carried out. The efficiency of applying pre-stressed concrete with increasing the span of a building has been determined.

Key words: monolithic overlap, composite and steel armature, prestressing, post-tension, additional reinforcement.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при возведенні монолітних каркасних цивільних споруд, шляхом зниження енергоємності, матеріалоємності, трудомісткості та вартості будівельної продукції.

Бершадська Дарья Евгеньевна – асистент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: розробка енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві, удосконалення технології та організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Сисоєв Олег Николаевич – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: удосконалення технології та організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель шляхом зменшення енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

Бершадська Дар'я Євгенівна – асистент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві, удосконалення технології і організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Сисоев Олег Миколайович – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення технології і організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Taran Valentina – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

Bershadszkaya Daria – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of energy saving methods in civil engineering, improvement of construction technology and organization on the basis of up-to-date building materials and structures.

Sysoev Oleg – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of construction technology and organization on the basis of up-to-date building materials and structures.