

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Геннадий Тонкачиев, Андрей Голядинец

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Адрес: 03780, Украина, г. Киев, просп. Воздухофлотский, 31
e-mail: troyabds@mail.ru

Аннотация. Основное внимание статье уделяется рациональным конструктивным решением и методам возведения отдельных фундаментов каркасных зданий. Приводится сравнительный анализ наиболее распространенных вариантов таких конструкций. Также значительное внимание уделяется преимуществам и недостаткам различных технологических решений возведения отдельно стоящих сборно-монолитных фундаментов.

Ключевые слова: отдельный фундамент, каркасное здание, сборно-монолитный, конструктивное решение, технология, технико-экономическое сравнение.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития строительной отрасли Украины наблюдается приоритетная тенденция увеличения доли использования монолитных железобетонных конструкций. Распространение материала обусловлено тем, что данный конструктивный материал позволяет обеспечить высокую прочность и пространственную жесткость сооружения, отличные физико-механические показатели, долговечность, противостояние влиянию температуры и влажности, сравнительно небольшие материальные затраты и возможность создания нетипичных объемно-планировочных решений. Именно поэтому, в настоящее время, активно монолитный железобетон используют для возведения сложных промышленных и инженерных сооружений, а также для жилищного и административного строительства [1,2].

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

По данным рис. 1, железобетон имеет высокий коэффициент использования по сравнению с другими конструкционными материалами, [12]:

$$K_E = q/Q, \quad (1)$$

где q - годовой объем использования железобетона;

Q - годовой объем использования всех строительных материалов.

Полученные статистические данные позволяют нам сделать вывод, что в настоящее время доля использования монолитного железобетона является достаточно высокой, а кроме того наблюдается тенденция возрастания данного показателя. А это приводит к необходимости решения проблемы по сокращению сроков возведения зданий и сооружений, улучшениями показателей трудоемкости и затрат материальных ресурсов. Существующая технология устройства монолитных фундаментов имеет ряд недостатков, от которых в значительной степени зависят технико-экономические показатели выполнения работ. К ним относится высокая трудоемкость возведения. Статистические данные свидетельствуют, что 41...50% затрат труда направлено на выполнение опалубочных, 15...19% - арматурных, 35...40% - бетонных работ. [10]. Также следует учесть, что 6,8% от общей численности работников всего строительного участка заняты при возведении монолитных конструкций, по сравнению с 0,4% - при возведении сборных конструкций [3, 5].

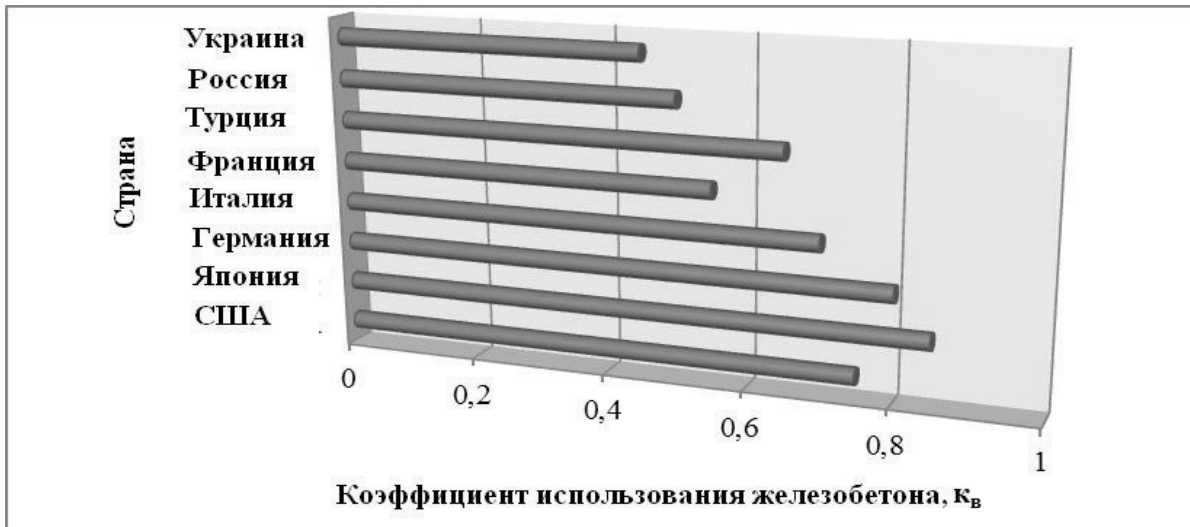


Рис. 1. Сравнительный анализ коэффициента использования бетона

Fig. 1. Comparative analysis of coefficient of the use of concrete

По структуре технологических процессов 17... 25% материальных затрат на устройство монолитных железобетонных конструкций приходится на монтаж опалубки и ее снятие, 20-25%- монтаж арматурных изделий, 55...60%- транспортировка и укладка бетонной смеси [6,8].

Использование сборного железобетона также имеет ряд преимуществ и недостатков, при сравнении с монолитным. Основными недостатками являются увеличенная стоимость, ухудшение пространственной жесткости и типизация элементов. Такой тип материала целесообразно использовать в случае, когда фундаменты состоять из одного блока и имеют небольшие размеры и массу. Поскольку монтаж сборных фундаментов из нескольких частей приводит к перерасходу арматурных изделий и необходимости использования монтажных механизмов с большими грузовысотными характеристиками.

С целью рационального использования положительных качеств двух конструктивных материалов, в виде совместной работы как единого целого, целесообразно их комбинирования в сборно - монолитную железобетонную систему. Структура комплексного процесса возведения таких конструкций является комбинацией сборных и монолитных технологий.

В состав сборно - монолитных конструкций входят сборные элементы заводского изготовления и монолитная часть, которая устанавливается на месте возведения фундаментов. Такое совмещение известно с конца IX века. Например при возведении

Преображенского дворца в г. Санкт - Петербург в 1891г.. Первые патенты были получены инженерами А. Циглером 1937 году и В. Михайловым в 1947 году [7].

К преимуществам сборно - монолитных конструкций можно отнести уменьшение массы сборных элементов, возможность возведения без устройства опалубки и соответственно снижение трудоемкости, минимизация арматурных и монтажных работ, монолитность и жесткость системы и др. Установленные в проектное положение сборные конструкции позволяют выполнять дальнейшие работы по бетонированию без технологических перерывов [4].

Как показывает практический опыт, продолжительность возведения сборно-монолитных конструкций может сокращаться до 4-х раз, трудоемкость - до 2-х раз по сравнению с монолитными конструкциями. Также обеспечивается снижение материальных затрат до 40 % (рис. 2) по сравнению со сборными конструкциями. Высокая эффективность сборно-монолитных конструктивных материалов позволяет использовать их для отдельно стоящих фундаментов каркасных зданий. Также целесообразно использование таких конструкций в условиях наличия грунтовых вод.

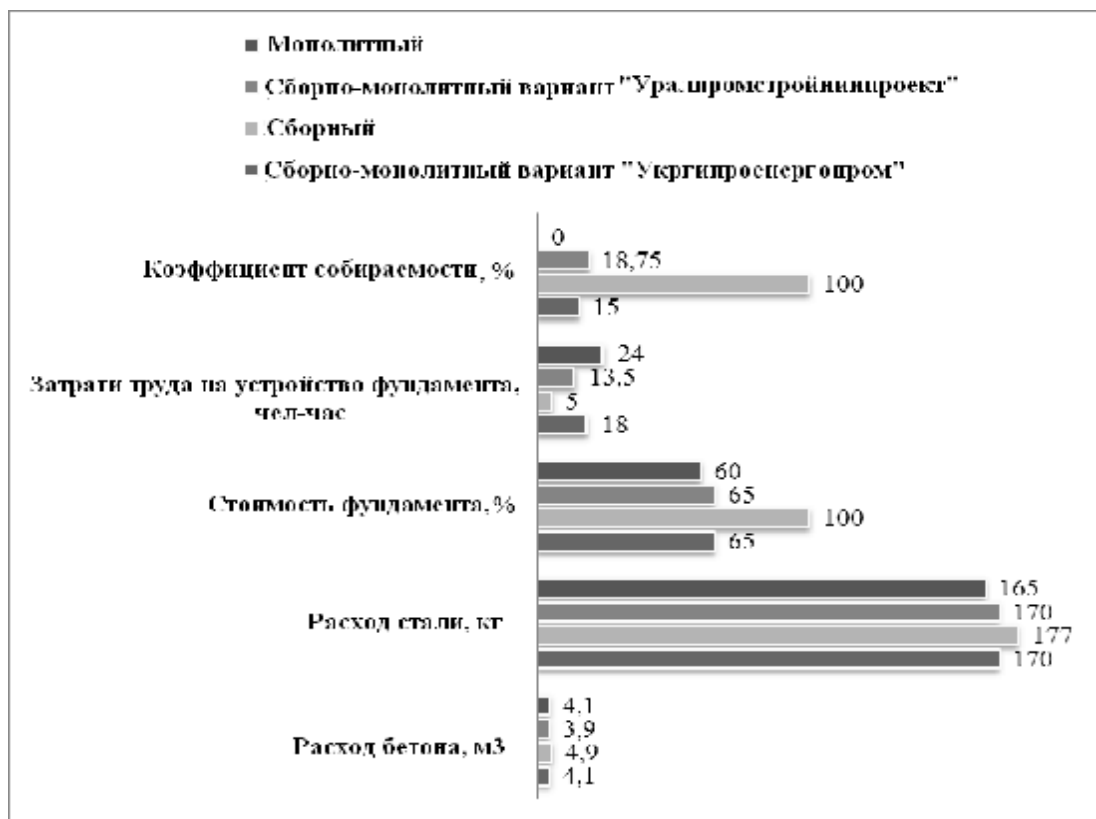


Рис. 2. Техничко-экономическое сравнение различных типов фундаментов под колонны

Fig. 2. Technical and economic comparison of different types of foundations under columns

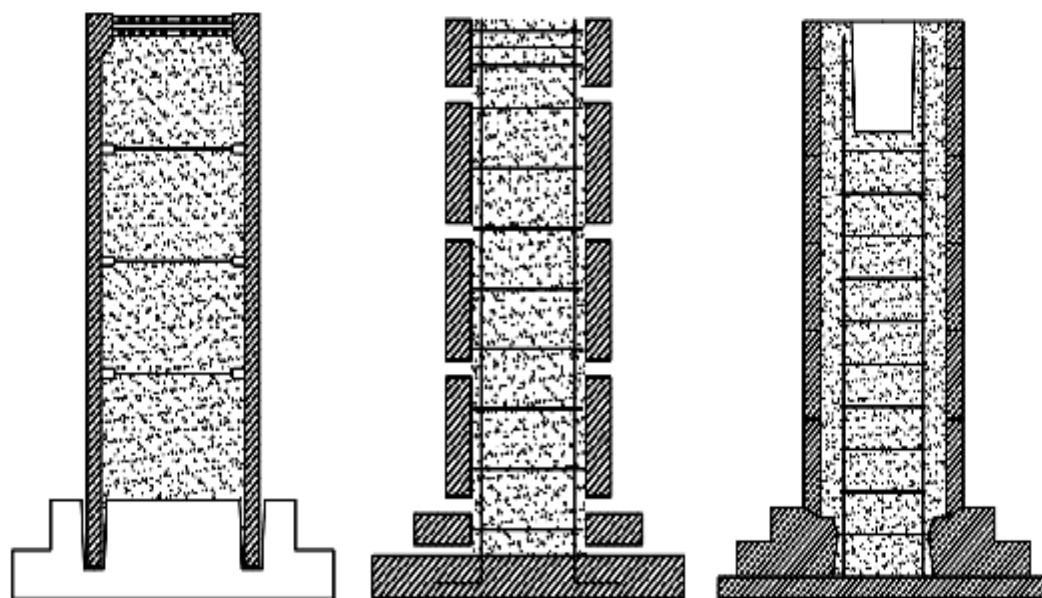


Рис. 3. Сборно-монолитные фундаменты: а) ЦНИИОМПТ б) «Укрэнергопром»; в) «Уралпромстройинипроект»

Fig. 3. Precast-monolithic foundation: а) TSNIIOMPT б) "Ukrproenergoprom" в) "Uralpromstroyiniiproekt"

Примером разработки сборно-монолитных фундаментов можно привести опыт институтов «Укрэнергопром» и «Уралпромстройини-проект» и других (рис. 3). Также в данном

направлении активно трудились научно-исследовательские институты, предприятия и лаборатории [11].

Сборно-монолитные конструкции классифицируются на 3 класса:

1 - сборные элементы воспринимают все нагрузки и служат несущей опалубкой, НЕ требуют устройств временных опор в процессе возведения;

2 - сборные элементы воспринимают часть нагрузки, служат опалубкой, но требуют устройств временных опор в процессе возведения;

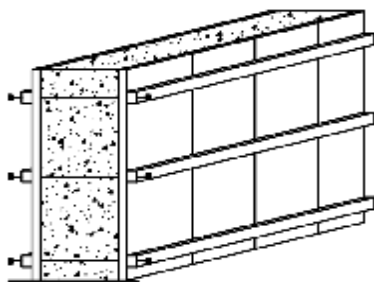
3 - сборные элементы несущей функции не исполняют, а служат только в качестве рабочей арматуры. Также, в последнее время в отечественных научно-исследовательских институтах, ведется работа над разработкой новых видов эффективных опалубочных систем. Проектируется снижение трудоемкости монтажа, уменьшение расхода материалов, времени и тяжелого ручного труда. Вместе с тем остается достаточно актуальным вопрос использования опалубки на основе унификации отдельных элементов, повышение качества выполнения работ, увеличение оборачиваемости и т.п.. Одним из основных способов решения данной проблемы является использование несъемных формообразующих опалубок, которые после постройки остаются в монолитной конструкции и работают с основным бетоном как одно целое. По сравнению с более привычными видами, такими как блок-формы или щитовые, следующие типы опалубок позволят не только значительно сократить затраты времени на выполнение опалубочных работ, но и позволяют уменьшить расходы на армирование. Как материал для несъемных опалубочных систем, целесообразно использовать армоцемент, железобетон, стеклоцемент и фибробетон. Необходимым условием является возможность восприятия усилий, возни-

кающих при бетонировании. По форме формообразующих плит несъемные опалубки для отдельных фундаментов бывают: плоские, L - образные, тонкостенные, самоанкерующиеся, блочные а также сетчатые -е (рис. 4) [6 , 8].

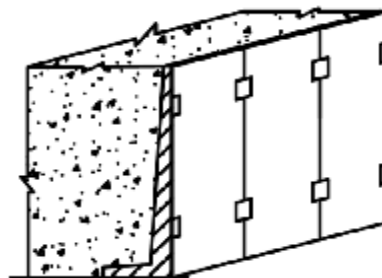
На рис. 5 отражено отношение затрат на возведение отдельных фундаментов в инвентарной и несъемной опалубки.

К разработкам последних лет можно отнести фундаменты оболочки, возводимых в утрамбованных котлованах. Технологический процесс возведения такого типа фундаментов состоит из выполнения последовательных операций, приведены на рис. 6 .

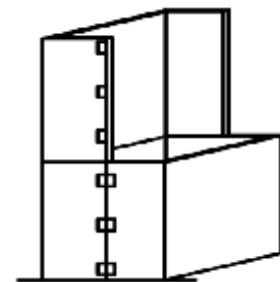
С конструктивной точки зрения, можно выделить сетчатую опалубку, выполнение которой имеет ряд особенностей. Устраивается она креплением металлической или синтетической сетки с мелкими ячейками к основному арматурному каркасу конструкции с помощью специальных предварительно устроенных стержней. После этого следует процесс укладки бетонной смеси с усадкой конуса 8 см по одной из известных технологий. Далее бетон выдерживается до набора проектной прочности и конструкция готова к выполнению своей несущей функции. Также эффективным решением с точки зрения технологичности выделяется опалубка без промежуточных опор. Особенностью ее является трапециевидные проемы в основе опалубки. Данные элементы устраиваются на плоские плиты без вырезов, которые закреплены анкерным креплением к подготовленной основе. Далее укладываются армирующие каркасы и опалубочные формы с трапециевидными вырезами 5...7 см ниже высоты предыдущей ступени фундамента. Это обеспечивает возможность эффективного бетонирования нижних ступеней и монолитность всей конструкции [6]



а(а)



б(б)



в(в)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

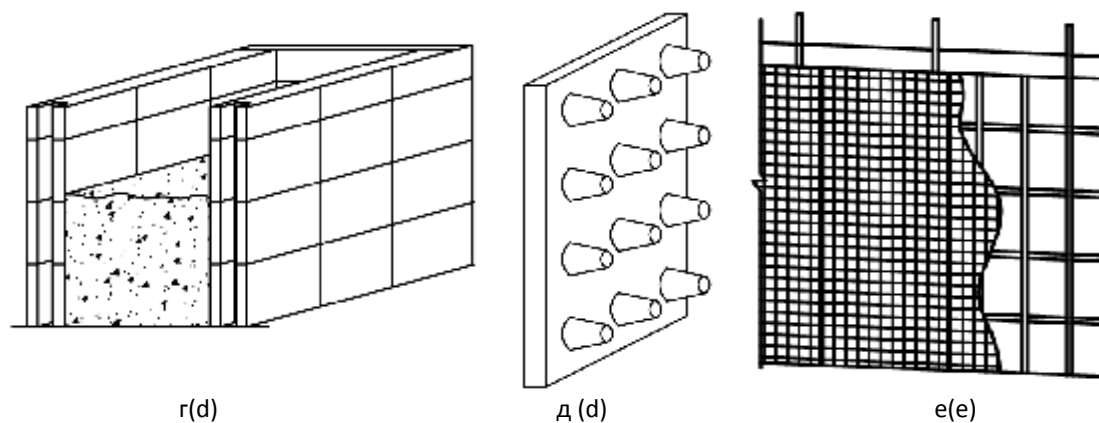


Рис. 4. Виды несъёмных опалубок: а) плоская; б) L-подобна; в) тонкостенная; г) блоковая; д) самоанкерующая; е) сетчатая
 Fig. 4. Types of non-removable formwork: a) flat b) L-like, c) a thin-walled, d) bloc; d) anchor e) mesh

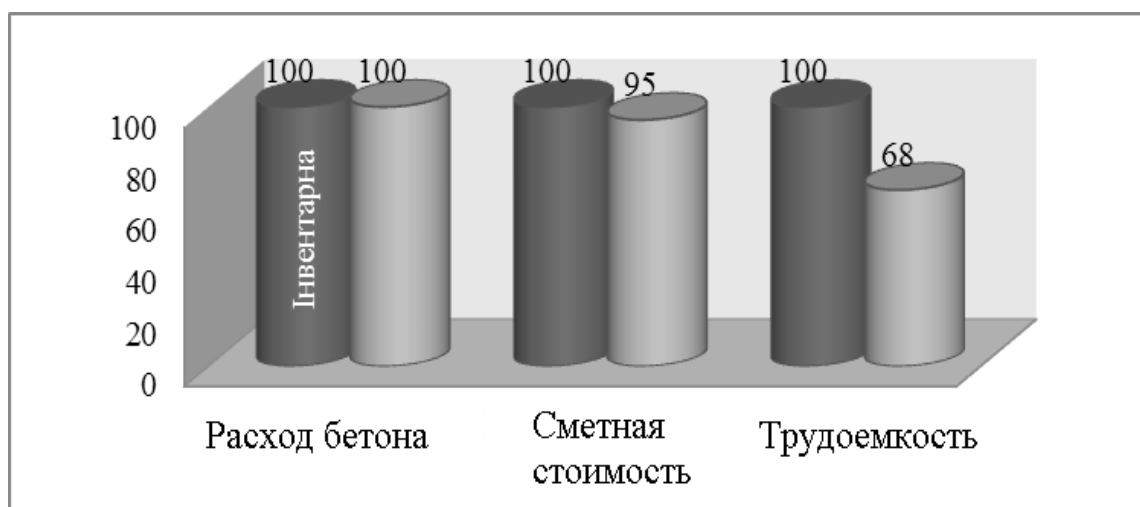


Рис. 5. Сравнение деревянной инвентарной и несъёмной опалубок, %

Fig. 5. Comparison of inventory and fixed wooden formwork, %

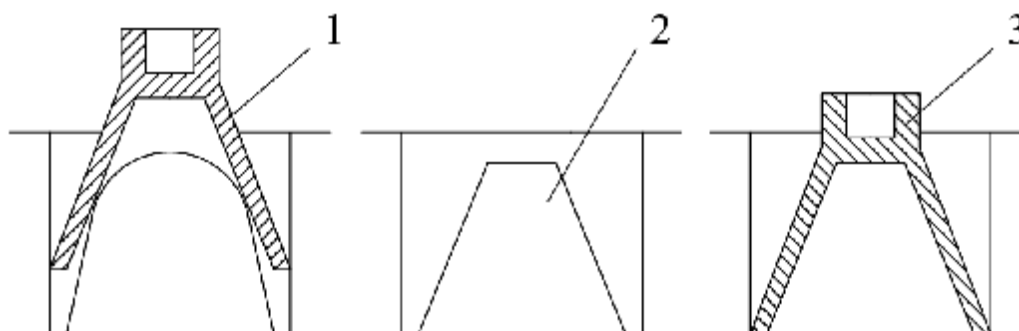


Рис. 6. Последовательность устройства фундаментов в утрамбованном котловане: 1 - нагрузка грунта специальным штампом, 2 - образование формы с грунтового основания, 3 - установка сборного фундамента (или замоноличивания бетонной смесью)

Fig. 6. The sequence of installation of foundations in tamped down the pit: 1 - load a special stamp of soil, 2 - education forms a soil base, 3 - Installation of precast foundation (or embedment of concrete mix)

Кроме того, вариант, который целесообразно применять при возведении отдельных сборно - монолитных фундаментов под колонны жилых зданий является безопалубный железобетон, технологический процесс выполнения которого включает в себя 7 стадии:

1 - заготовка и сборка сварных арматурных каркасов, обтяжка их металлической сеткой;

2 - установка готового изделия в проектное положение;

3 - нанесение на арматурные изделия цементного оштукатуривания (1,5-2 см);

4 - набор проектной прочности раствора;

5 - установление основных арматурных сеток или каркасов в полученную опалубку;

6 - заполнение готовой конструкции бетон- ным раствором;

7 - выдерживание и уход за бетонной смесью, и набор прочности согласно проектного значения. Основным преимуществом безопалубного железобетона является отсутствие необходимости выполнение работ связанных с устройством опалубки, та-ких как: распалубливание, затирка поверхности бе- тонной конструкции, устранение дефектов бетонирования и т.п. Данный факт, как и возможность выполнения отделочных работ после выполнения работ 4 стадии, позволяет значительно уменьшить сроки возведения конструкций. Кроме того, при использовании приведенного конструкционного материала, возможно

умень- шения размеров строительной площадки в связи с отсутствием площадок складирования опалубочных материалов. Экономия при использовании безопалубочного железобетона в среднем составляет 6...15 % от общей стоимости строительства.

Одним из эффективных решений с конструктивной точки зрения, является выполнение отдельного фундамента круглой формы, что позволяет работать конструкционным материалам в пределах призмы продавливания и эффективнее регулировать расходы железобетона. Разработанная опалубка английским ученым М. Пьюрифом для соответствующего фундамента изображена на рис.7 и представляет собой фибровую трубу с поли- мерного материала закрепленную по периметру стягивающими стержнями [9].

Также в последние годы получает распространение тенденция снижение расхода материалов в строительстве. Как пример, можно привести фундаменты, что возводятся с пустотообразователей (рис.8). С этими целями используют картонные, пластиковые или другие синтетические вкладыши с целью выполнения коробчатого пустотного образования. Использование такого метода позволяет эффективно использовать основные несущие части отдельного фундаментом, и уменьшить расход материала на те места, где железобетон свою несущую функцию выполняет в меньшей степени[1].

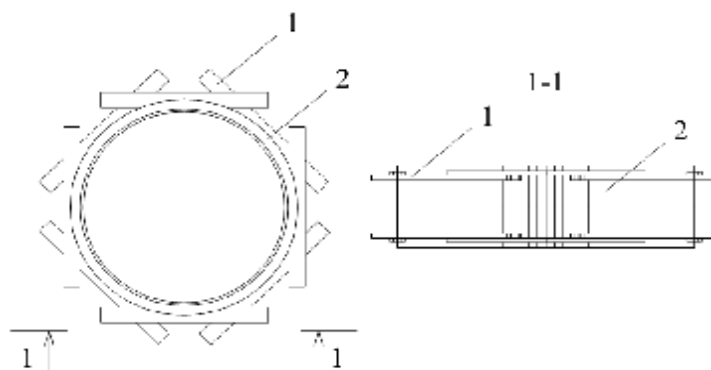


Рис. 7. Опалубка круглого сечения для отдельных фундаментов: 1 - стяжные элементы, 2 - полимерная труба

Fig. 7. Decking round for individual bases: 1 - clamping elements, 2 - plastic pipe

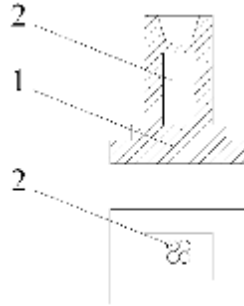


Рис. 8. Отдельный фундамент из пустотообразователей: 1 - массив фундамента, 2 - пустотообразователи
Fig. 8. A separate foundation of the blockout: 1 - an array of foundation, 2 - blockouts

ВЫВОДЫ

В результате анализа технологий возведения отдельных фундаментов, которые выполняются с использованием объединения сборных и монолитных конструктивных материалов, установлено, что эффективность данной технологии в условиях современного строительства недостаточно исследованы. Поэтому существует необходимость дальнейшего рассмотрения вопроса рациональных методов возведения таких конструкций.

ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев А. А., Данилов Н. Н., 1997. Технология строительных процессов: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. – 464.
2. Бадеян Г. В., 2003. Технология и механизация возведения монолитных железобетонных конструкций. – К.: Наукова думка. – 406.
3. Беловол В. В., Липницький Р. Б., Романенко Б. К., 2007. Технологія зведення будівель і споруд/ навчальний посібник. – Суми: Довкілля. – 269.
4. Гольшев А. Б., 1982. Проектирование и изготовление сборно-монолитных конструкций. – К.: Будівельник. – 152.
5. Друкований М. Ф., Прилипко Т. В., Смоляк Н. В., 1999. Технологія процесів монолітного бетону та залізобетону. Навчальний посібник. /В.: ВДТУ. – 86.
6. Куликов Г., Казьмина А., Кондратьева Н., 2012. Задачи, определяющие характер реконструкции жилища // MOTROL. – Vol 14, №1, 137 - 139.
7. Шибанин В., Богза В., Богданов С.И., 2012. Расчет вероятности отказов конструктивного элемента сборно-разборных легких металлических конструкций // MOTROL. - Vol. 14, №2, 164 - 167.

8. Мацкевич А. Ф., 1986. Несъемная опалубка монолитных железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат. – 96.
9. Пономаренко Б. Н., Мирсянов В. Н., Резниченко С. М., Сидоренко Л. И., Жукова Т. Т., 2001. Технология строительных процессов. Ч. 2. – Краснодар: КГАУ. – 140.
10. Прохоркин С. Ф., 1981. Реконструкция промышленных предприятий: опыт Ленинградских строителей. – М.: Стройиздат. – 125.
11. Пьюрифой Р., 1981. Опалубка для бетонных конструкций. /Пер. с англ. Г. С. Кулиш. – М.: Стройиздат. – 212.
12. Соколов Н. С., 2001. Основания и фундаменты. Вопросы и ответы: Учебное пособие. – Чебоксары: ЧГУУ. – 105.
13. Сорочан Е. А., 1986. Фундаменты промышленных зданий. – М.: Стройиздат. – 303.
14. Спивак Ю. З., 1996. Современные системы опалубок, применяемые в строительстве за рубежом. – М.: ВНИИТПИ. – 92.
15. Морозова Е., 2012. Сейсмостойкость реконструируемых зданий средней этажности// MOTROL. - Vol 14, №1, 47 – 53.

RATIONAL METHODS OF SEPARATE FOUNDATION ASSEMBLING

Summary. Main attention of article is given to rational structural solutions and methods of construction of separate foundations of frame buildings. Is given a comparative analysis of the most common variants of such structures. Also, much attention is paid to the advantages and disadvantages of various technological solutions erection detached precast-monolithic foundation.

Key words: separate foundation, frame building, precast-monolithic, constructive solutions, technology, technical and economic comparison.

