

УДК 624.159

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ
ФУНДАМЕНТНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ
ПУТЕМ УСТРОЙСТВА ПЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Гембарский Л.В.

*Научно-исследовательский институт подземного
и специального строительства, г. Киев, Украина*

В статье приведены результаты исследования технологии устройства сплошной монолитной ребристой плиты при реконструкции фундаментов.

The results of the study technology of the device monolithic solid ribbed slab for the reconstruction of the foundations.

В современной технической, нормативной и технологической литературе имеются сведения по устройству сплошной монолитной плиты ребрами вверх при реконструкции фундаментов [1]. Однако, все известные источники не содержат однозначных технологических указаний относительно условий применения плиты ребрами вниз или вверх. Кроме того существующие решения по выполнению сопряжений новых плитных элементов с существующими фундаментами имеют ряд существенных недостатков, которые ограничивают их использование и снижают экономичность. Поэтому возникает необходимость в усовершенствовании технологии устройства сплошной монолитной плиты ребрами как вверх так и вниз, в зависимости от конкретных условий на основе разработанного автором нового вида сопряжений плитных элементов с существующими фундаментами.

Целью исследования является усовершенствование технологии устройства монолитного монолитной плиты ребрами как вверх так и вниз на основе разработанного автором способа сопряжения новых плитных элементов с существующими фундаментами. Задача исследований – определение технологических параметров временного крепления для устройства круглозубчатой системы консольных балок.

Технология устройства монолитной ребристой плиты включает в себя следующие отдельные рабочие процессы:

1. Выполнение земляных работ.
2. Сверление горизонтальных отверстий в фундаментных лентах.
3. Устройство временного крепления отверстий в фундаментных лентах.
4. Подготовка основания.
5. Устройство арматуры консольных балок, плиты, обвязочных, главных и второстепенных балок.
6. Устройство опалубки для бетонирования ребристой плиты.
7. Бетонирование ребристой плиты с консольными балками.
8. Засыпка пазух плиты песком (в случае плиты с ребрами вверх).

Выемка грунта в помещениях здания для устройства монолитной ребристой железобетонной плиты выполняется таким образом, чтобы высота помещений не была меньше соответствующих нормативных требований в зависимости от назначения здания. Как правило, отметка верха вновь устраиваемой плиты должна быть ниже на 3–5 см от уровня полов до реконструкции. Кроме высоты помещений, на конфигурацию плиты и ее габариты влияет глубина заложения существующих фундаментов от уровня полов помещений. Если высота помещений удовлетворяет соответствующим нормативным требованиям, а глубина заложения существующих фундаментов составляет не менее габаритного размера принятой вновь устраиваемой плиты по высоте, то конфигурация плиты принимается ребрами вверх. В таком случае, низ плиты должен располагаться не ниже глубины заложения подошвы существующих фундаментов, а объем земляных работ равен произведению площади помещений на сумму наибольшего габарита ребристой плиты по высоте и толщины бетонной подготовки под ней. Земляные работы ведутся

на глубине, не превышающей отметки заложения подошвы существующих фундаментов:

$$V_{g.w1} = S \cdot h_{\max} \quad V_{g.w1} = S \cdot h_{\max} \quad (1)$$

где $V_{g.w1}$ – объем земляных работ, необходимый для устройства плиты ребрами вверх, м³; S – площадь помещений, м²; h_{\max} – крупнейший габарит плиты по высоте с учетом толщины бетонной подготовки, м.

В случае, когда подошвы существующих фундаментов в среднем залегают на глубине не более 75 см от существующего уровня полов, а уменьшение высоты помещений недопустимо согласно нормативным требованиям, конфигурацию вновь устраиваемой плиты принимают ребрами вниз. Объем земляных работ в таком случае будет равен:

$$V_{g.w2} = S \cdot h_p + [2(L_1 \cdot s_1 + L_2 \cdot s_2 + L_3 \cdot s_3)] \quad (2)$$

где $V_{g.w2}$ – объем земляных работ, необходимый для устройства плиты ребрами вниз, м³; h_p – высота полки плиты с учетом толщины бетонной подготовки, м; L_1, L_2, L_3 – длины соответственно обвязочных, главных и второстепенных балок, м; S_1, S_2, S_3 – площади поперечного сечения соответственно обвязочных, главных и второстепенных балок с учетом толщины бетонной подготовки под ними, м².

Разработанное автором конструктивно-технологическое решение по реконструкции фундаментной системы путем подведения сплошной монолитной железобетонной плиты, содержит ребристую железобетонную плиту приведенной толщиной около 150 мм, имеющей обвязочную балку, главные и второстепенные балки и может устраиваться как балками вверх так и вниз (рис. 1). Главные балки устраивают вдоль короткой стороны помещений, а второстепенные балки - перпендикулярно к ним. По контуру помещения фундаментная плита опирается на обвязочную балку, которая вплотную примыкает к ленточным фундаментам. Главные и второстепенные балки жестко соединяются с обвязочными балками. Обвязочные балки сопрягаются с фундаментными лентами с помощью круглозубчатой системы, состоящие из круглоцилиндрической консольных балок, которые устраивают в существующих фундаментных

лентах на глубину и с шагом, в соответствии с проектным решением. В местах примыкания обвязочных балок к внутренним ленточным с обеих сторон, консольные балки превращаются в сквозные балки, которые пропускаются через внутренние фундаментные ленты и соединяются с обвязочными балками смежных помещений.

Обвязочная балка, кроме функции восприятия и перераспределения усилий между плитой и круглозубчастыми консольными балками, играет дополнительно важную роль. Поскольку плита от реактивного действия грунтовой нагрузки пытается изогнуться вверх, обвязочная балка, в свою очередь, постараются не обернуться на некоторый угол вокруг своего центра. Для обеспечения жесткости и невозможности смещения обвязочной балки, круглоцилиндрической консольные балки необходимо устанавливать в одной плоскости с полкой ребристой плиты, а обвязочную балку выполнять высотой, в 1,3–1,5 раз превышающую диаметр консольной балки. Таким образом в обвязочной балки в верхней части увеличивается площадь контакта с существующими фундаментами и делается невозможным смещение между ними от действия изгибающего момента.

Для устройства круглоцилиндрической консольных балок в ленточных фундаментах выполняется сверление отверстий с последующим устройством армокаркасов и бетонированием. Технология устройства плитных конструкций предусматривает непрерывное сверление отверстий в пределах одного помещения. Поэтому для обеспечения устойчивости фундаментных стен их необходимо временно крепить. После выполнения сверления отверстия под консольную балку, в отверстие на цементно-песчаном растворе марки не менее М 100 вставляется несъемная металлическая полая труба-фиксатор длиной 100 мм и наружным диаметром на 10 мм меньше фактического диаметра отверстия. Дополнительную жесткость в трубе-фиксатора предоставляет фланец располагается в торце трубы и служит ограничителем при устройстве фиксатора в отверстия. Пример устройства фиксатора показано на рис. 2. Толщина стенки трубы зависит от возможных прочностных и деформативных свойств материала существующего фундамента, которые приведены в табл. 1.

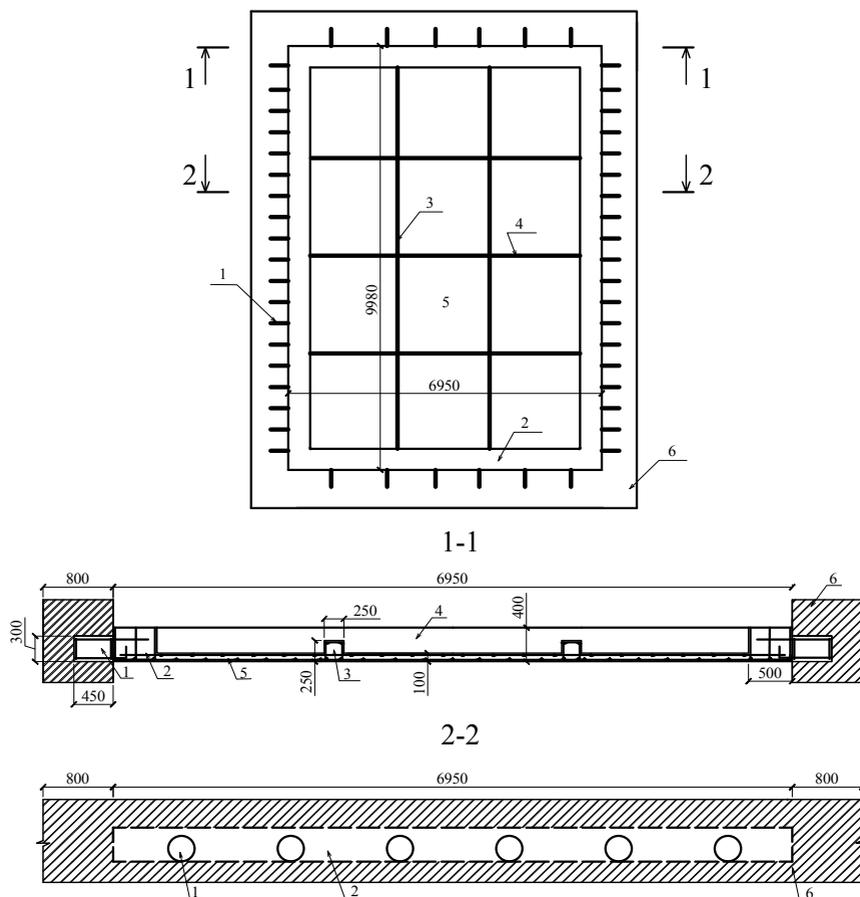


Рис. 1. Схема выполнения разновидности реконструкции фундаментной системы путем подведения сплошной монолитной железобетонной плиты:
a – вид в плане; *б* – разрезы 1-1, 2-2 (масштаб увеличен в два раза):
1 – круглоцилиндрическая консольная балка; *2* – обвязочная балка;
3 – второстепенная балка; *4* – главная балка; *5* – плита; *6* – ленточный фундамент

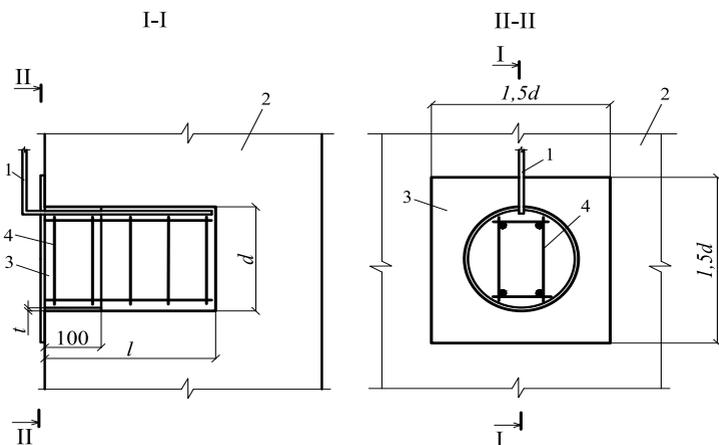


Рис. 2. Пример расположения фиксатора в отверстии: l - глубина отверстия; d - диаметр отверстия; t - толщина стенки фиксатора; l - трубка для отвода воздуха во время бетонирования; 2 - существующая фундаментная лента; 3 - фиксатор; 4 - арматурный каркас

Таблица 1

Прочностные и деформативные характеристики
материала фундамента

№ з/п	Наименование материала фундамента	Модуль деформации E , МПа	Коэффициент Пуассона, ν	Прочность на сжатие R_c , МПа	Прочность на растяжение R_p , МПа
1	Бетонные блоки	23 000	0,20	11,5	1,3
2	Кирпичная кладка	2700–350	0,25	2,7–0,4	0,4–0
3	Природный камень, пиленый	6300–1275	0,25-0,20	4,2–1,7	0,3–0
4	Бутовая кладка	3000–900	0,25	1,5–0,5	0,4–0,2

В зависимости от приведенных в таблице 1 данных, толщину трубы можно вычислить по формуле, приведенной в [2], и составляющие которой адаптированы к расположению фиксатора в кладке:

$$t = \sqrt{\frac{F_{red} \cdot d_e \cdot \xi}{0,00105 \cdot R_y}} \quad (3)$$

где t – толщина стенки фиксатора, мм; F_{red} – расчетное приведенное нагрузка на фиксатор, МН/м, определяется по формуле:

$$F_{red} = R_c \cdot d_e \quad (4)$$

где R_c – прочность на сжатие материала фундамента, определяется по таблице 1, МН/м²; d_e – наружный диаметр фиксатора, м; ξ – коэффициент, учитывающий совместное действие пассивного давления кладки и внешнего давления, определяется по формуле:

$$\xi = \frac{0,1B + B_t}{1,1B + B_t} \quad (5)$$

где B , B_t – параметры, характеризующие жесткость кладки и трубы соответственно, МПа. Определяются эти параметры по формулам:

$$B = 0,125E; B_t = \frac{2E_a}{1 - \nu^2} \left(\frac{1}{100d_e} \right)^3 \quad (6)$$

где E – модуль деформации материала фундамента, определяется по таблице 1, МПа; E_a – модуль упругости материала фиксатора, МПа; ν – коэффициент Пуассона материала фиксатора; R_y – расчетное сопротивление стали, МПа.

Автором выполнены расчеты по определению толщины стенки фиксатора для различных материалов и диаметров. Результаты расчетов представлены на рис. 3.

Таким образом, обладая значением прочности кладки фундаментов на сжатие, можно расчетным путем получить необходимую толщину стенки фиксатора. Предварительно, разрешается использовать значения из табл. 1, а уточнять значение прочности на сжатие по методике [3].

Основание под фундаментную плиту как в случае ребрами вверх, так в случае ребрами вниз следует готовить следующим образом. Сначала выполняется уплотнение грунта щебнем фракцией 20–40 мм из расчета 0,051 м³ на каждый квадратный метр основания. Затем выполняется устройство бетонной подготовки толщиной, как правило, 100 мм из тяжелого бетона класса прочности S 16/20

и маркой по водонепроницаемости W 4 с тщательным уплотнением. Бетон повышенной водонепроницаемости используются с целью обеспечения гидроизоляции подвальных помещений.

В случае наличия в непосредственной близости к фундаментам уровня грунтовых вод, дополнительно по бетонной подготовке может устраиваться гидроизоляционный слой, который предотвращает капиллярное поднятие воды в плите и попадание ее в помещение. Конструкция гидроизоляционного слоя зависит от возможного напора грунтовых вод, их отсоса и химического состава.

Толщина стенки фиксатора t , мм

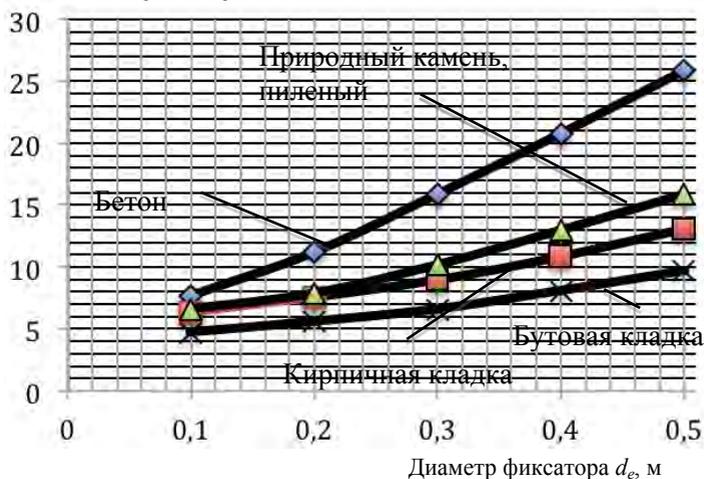


Рис. 3. Зависимость толщины стенки фиксатора от его диаметра при его устройстве в фундаментах из разного материала

После окончания сверления отверстий в пределах одного помещения и устройства в них металлических фиксаторов, выполняется армирование консольных балок.

Для исключения защемления воздуха во время бетонирования, в верхнюю часть цилиндрического отверстия на всю его длину вставляется Г-образная полипропиленовая трубка $\varnothing 20$ мм, как показано на рис. 2. Во избежание смещения трубки во время бетонирования ее крепят к верхней части арматурного каркаса консольной балки.

При устройстве плиты ребрами вверх для их бетонирования необходимо использовать разборно-переставную мелкощитовую опалубку.

Горизонтальная опалубка в местах примыкания плиты к обвязочной, главной и второстепенной необходима для обеспечения получения бетонной смеси формы балок и исключения выдавливания смеси из балки в пространство плиты. Ширина горизонтальной опалубки, при которой не происходит перемещения бетонной смеси, как это определено экспериментально, составляет 1 м. В зависимости от состава бетонной смеси данный параметр уточняется пробным бетонированием.

Опалубка выставляется на все конструкции плиты в пределах одного помещения. С учетом бетонирования по разработанной автором технологии в одном помещении рабочие швы не допускаются. При невозможности бетонирования конструкций без технологических перерывов вследствие независимых форс-мажорных факторов, рабочий шов необходимо выполнить организованно.

Подают бетонную смесь сначала в зону бетонирования консольных и обвязочных балок, затем в зону ребер. При этом бетонируют консольные балки методом напорного бетонирования, поскольку высота обвязочных балок, как правило, превышает консольную. После завершения бетонирования не самоуплотняющим бетоном смесь, в том числе и в местах расположения консольных балок, уплотняют вибраторами с гибким валом с вибронаконечника Ø28 мм. Так же уплотняют смесь, укладываемую в зоны расположения обвязочных, главных, второстепенных балок и плиты. Продолжительность вибрирования бетонной смеси составляет 20...40 с.

После набора проектной прочности бетона, пазухи между ребрами засыпаются песком.

В случае устройства плиты ребрами вниз, необходимо использовать несъемную опалубку для вертикальных конструкций, т.е. для обвязочных, главных и второстепенных балок. При этом можно использовать несъемную опалубку Plastbau-3 [4]. Конструктивные стеновые элементы Plastbau-3 представляют собой плиты пенополистирола высокой плотности и стальной арматурный каркас между ними, который обеспечивает им очень высокую прочность (рис. 4).

Технология устройства несъемной опалубки такова. После выполнения земляных работ и бетонной подготовки для более точного

и быстрого размещения элементов стеновой опалубки Plastbau-3 на одной прямой, на подготовку устанавливается монтажный маяк - тонкостенный оцинкованный U-профиль, ориентируясь на толщину и расположение одного из листов пенополистирола в стеновой конструкции. Обычно толщина листов пенополистирола одинакова и составляет 50 мм. U-профиль крепится к бетонной подготовке обычными дюбелями или с помощью специального пистолета.

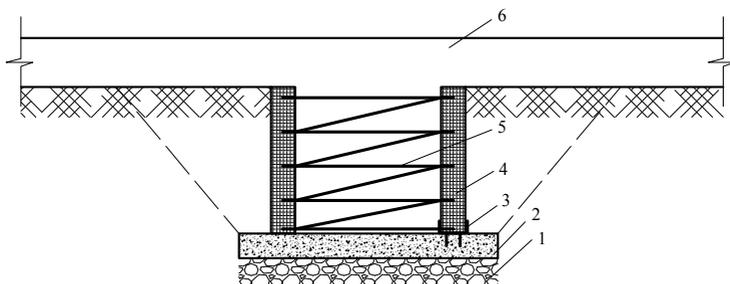


Рис. 4. Технология устройства плиты ребрами вниз с их опалубкованием посредством Plastbau-3:

1 – уплотнение основания щебнем; 2 – бетонная подготовка, 3 – тонкостенный оцинкованный U-профиль; 4 – плита из пенополистирола; 5 – стальной арматурный каркас; 6 – полка плиты

Литература

1. Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П.А. Коновалов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Бумажная галерея, 2000. – 320 с.
2. Пособие по определению толщин стенок стальных труб, выбору марок, групп и категорий сталей для наружных сетей водоснабжения и канализации : пособие к СНиП 2.04.02-84. – М. : Стройиздат, 1989.
3. Методичні рекомендації з визначення міцності кам'яної кладки фундаментів шляхом вилучення та випробовування кернів / В.І. Снісаренко [и др.]. – К. : НДІ Підземспецбуд, 2012. – 12 с.
4. Конструкції будинків та споруд. Проектування, будівництво та експлуатація будинків системи : Пластбау ДБН В.2.2-6-95.