

## К ВОПРОСУ РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН МЕТОДОМ НАРАЩИВАНИЯ

Матус Ю.В., Кушак С.И.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина*

В строительстве в последние годы широкие масштабы приобрела, обусловленная теми или иными причинами, реконструкция существующих зданий и сооружений как в целом, так и отдельных их конструктивных частей, в частности, фундаментов. Реконструкция может потребоваться и в процессе строительства вновь возведенных фундаментов для ликвидации ошибок, допущенных при проектировании или при возведении новых объектов. До настоящего времени целый ряд проблемных вопросов реконструкции некоторых типов фундаментов, а именно, фундаментов под металлические колонны, так и не получили своей разработки. В связи с чем, в современной как в отечественной, так и зарубежной технической литературе по реконструкции фундаментов [1, 2] рассмотрение их полностью отсутствуют. Все это делает рассматриваемую проблему достаточно актуальной и интересной, как с теоретической, так и практической точек зрения.

Ниже рассмотрены вопросы реконструкции фундаментов металлических колонн методом наращивания применительно к конкретному объекту строительства.

В 2002 г. на одном из объектов по окончании выполнения работ по устройству фундаментов здания было установлено, что уровень, соответствующий относительной отметке 0,000 в натуре оказался на 35 см ниже проектного. В связи с чем и возникла необходимость в увеличении высоты фундаментов и подпорных стенок, размещенных на внешнем контуре плана здания. Особенность столбчатых фундаментов на внешнем контуре рассматриваемого здания – наличие вертикальных стенок на консолях фундаментных плит и монолитно связанных с ними и подколонниками. Эти стенки как бы являются продолжением вертикальных плит угловых подпорных стенок, и на контакте фундаментных плит и подпорных стенок отделены от последних осадочными швами.

Предварительно была установлена возможность восприятия существующими конструкциями нулевого цикла и их грунтовым основанием возросших, из-за увеличения высоты, внутренних усилий при работе этих конструкций в составе реконструируемых фундаментов.

Размеры поперечного сечения подколонников фундаментов корпуса составили 90 × 90, 90 × 150, 90 × 180 и 150 × 180 см; длина вертикальной стенки от 45 до 120 см; диаметры фундаментных болтов – 24, 36 и 48 мм.

Увеличение высоты столбчатых фундаментов и подпорных стенок осуществлено способом наращивания с обеспечением монолитной (жесткой) связи наращиваемых частей из нового бетона с существующими железобетонными конструкциями. Классы нового бетона приняты такими же как у старого: по прочности – В15, по водонепроницаемости – W6. Арматура нового бетона классов АІ и АІІІ.

Удлинение фундаментных болтов выполнено наращиванием с помощью дополнительных шпилек и соединительных муфт в соответствии с рис. 1. Материал – сталь ВСтЗпс2 по ГОСТ 2590-88, обычной точности прокатки. Резьба по ГОСТ 24705-81 с крупным шагом. Конструкция как дополнительных шпилек, так и соединительных муфт приведена на том же рисунке. Параметры наращивания фундаментных болтов в целом, а также шпилек и муфт приведены в табл. 1...3. Параметры элементов наращивания, не указанные в таблицах, приняты по ГОСТ 24379.0-90 [3] и ГОСТ 24379.1-90 [4]. В каждой соединительной муфте, посередине ее высоты, по оси, выполнено сквозное отверстие диаметром 12 мм, служившее для навинчивания муфты на старую шпильку существующего фундамента (путем размещения в нем стержня-воротка) и эффективного

контроля в построечных условиях положения муфты по отношению как старой, так и новой, дополнительной шпилькам наращиваемого фундаментного болта.

Таблица 1. - Конструктивные элементы и геометрические параметры наращивания фундаментных болтов (мм)

Номин. диаметр резьбы $d$	Марка шпильки	Марка соедин. муфты	$k$	$m$	$n$	$p$	$l$
24	Ш-24	МС-24	10 0	1 10	3 05	1 40	51 5
36	Ш-36	МС-36	90	1 30	3 00	1 30	52 0
48	Ш-48	МС-48	80	1 50	2 95	1 20	52 5

Таблица 2. - Геометрические параметры шпилек (мм)

Марка	Номин. диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы круп.	$d_1$	$l_0$	$l_1$	$L$	Теоретич. Масса шпильки, кг
Ш-24	24	3	24	11 0	7 0	36 5	1,28
Ш-36	36	4	36	13 0	8 0	37 0	2,89
Ш-48	48	5	48	15 0	9 0	37 5	5,17

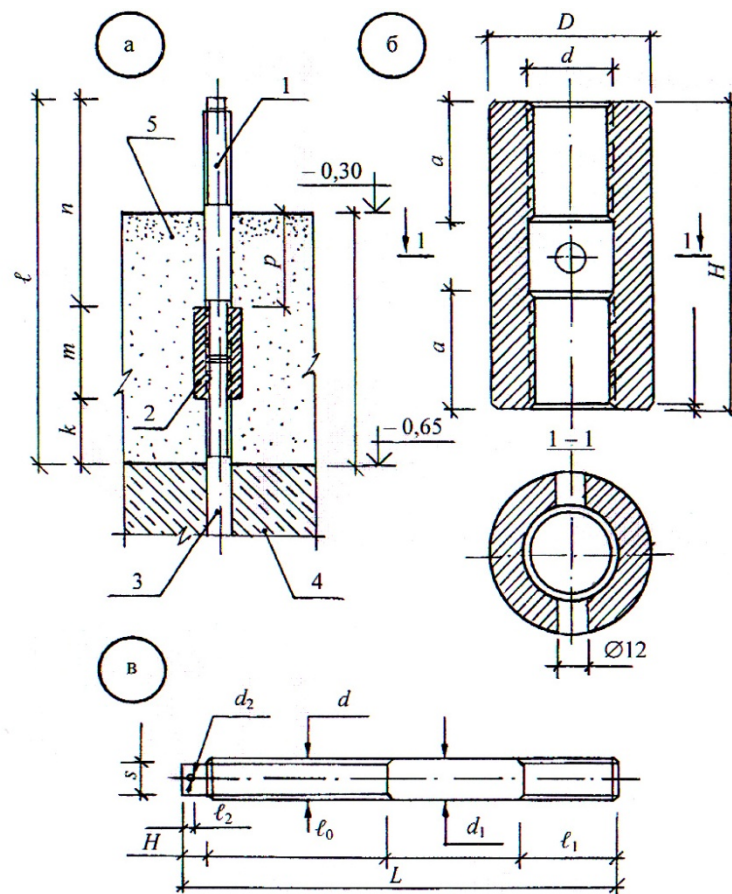


Рис. 1. Конструкция наращивания (удлинения) фундаментных болтов: а – общая схема; б – муфта соединительная; в – дополнительная шпилька; 1 – дополнительная шпилька; 2 – муфта соединительная; 3 – наращиваемая шпилька фундаментного болта; 4 – бетон фундамента; 5 – бетон наращивания.

Таблица 3. - Геометрические параметры соединительных муфт (мм)

Марк а	Номин.диа метр резьбы $d$	$D$	$H$	$a$	$c$	Теоретич. масса муфты, кг
МС- 24	24	50	110	40	2	1,37
МС- 36	36	70	130	50	4	3,08
МС- 48	48	80	150	60	5	4,19

Известно, что выход из строя фундаментных болтов обычно происходит вследствие разрыва (или вытяжки) их стержня по резьбе. Вследствие разрушения или повреждения самой резьбы резьбовые изделия выбывают из строя гораздо реже. Расчет на прочность установленных фундаментных болтов был выполнен проектной организацией при разработке проекта складского корпуса. Так как действующие нагрузки на обрест фундамента остались прежними, проверка на прочность существующих болтов не производилась.

Отличительная особенность наращиваемых фундаментных болтов от составных по ГОСТ 24379.1-80 заключается в том, что верх муфты, соединяющая обе шпильки болта, расположен не непосредственно у обреза фундамента, а на глубине 120...140 мм от него в бетоне тела фундамента.

В рассматриваемом случае необходимо было лишь установить расчетом требуемые геометрические параметры поперечного сечения соединительной муфты, длину внутренней резьбы для соединения муфты, как со старой шпилькой, ранее установленного существующего фундаментного болта, так и со вновь устанавливаемой, дополнительной шпилькой, при заданном диаметре болта и профиле резьбы.

Расчет требуемых геометрических параметров поперечного сечения соединительной муфты выполнен как элемента, испытывающего растяжение.

Определение необходимой длины внутренней резьбы для соединения муфты со стержнем фундаментного болта и со шпилькой произведено по результатам расчета резьбы при заданном ее профиле на смятие и срез.

Внешнюю силу  $F$ , растягивающую наиболее нагруженный болт конкретного диаметра определяли в соответствии со схемой загрузения фундамента.

Выполняли расчет резьбы по прочности на смятие. Первоначально определяли требуемое число  $n$  витков резьбы в муфте для соединения ее как со стержнем фундаментного болта, так и со шпилькой по формуле

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot R_p'}$$

где  $F$  – сила действующая на фундаментный болт;

$$d_2 = \frac{d - d_1}{2}, \text{ где в свою очередь } d, d_1 \text{ – диаметр резьбы соответственно наружный и внутренний;}$$

$R_p$  – расчетное сопротивление на смятие материала болта.

Длина резьбы  $L$  по сопротивлению на смятие

$$L = n \cdot s,$$

где  $s$  – шаг резьбы.

Длину резьбы  $L$  определяли и по расчету ее по сопротивлению на срез

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_1 \cdot K \cdot R_s'}$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий тип резьбы;  
 $R_s$  – расчетное сопротивление на срез материала болта;  
 Остальные обозначения те же, что и выше.

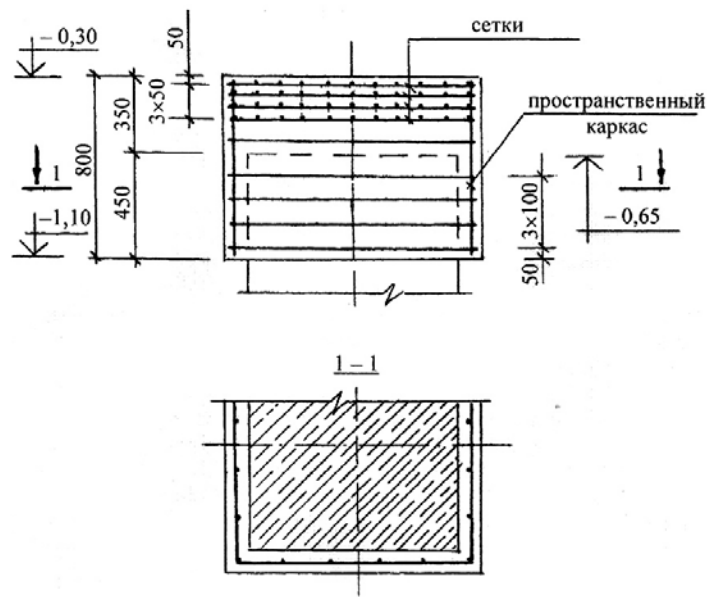


Рис. 2. Конструкция наращивания подколонника фундамента (фундаментные болты условно не показаны).

Из найденных двух значений  $L$  принимали наибольшее. Кроме того, окончательно, длину принимали равной не менее 12 шагам витков резьбы.

Суммарная длина резьбы и общая длина муфты для каждой ее марки, определенные по результатам расчетов оказались на 8...31% меньше, чем у муфт тех же диаметров шпилек фундаментных болтов по ГОСТ 2479.1-80, материалоемкость была снижена на 3 – 43%, что уменьшило стоимостные и трудовые затраты по наращиванию фундаментов.

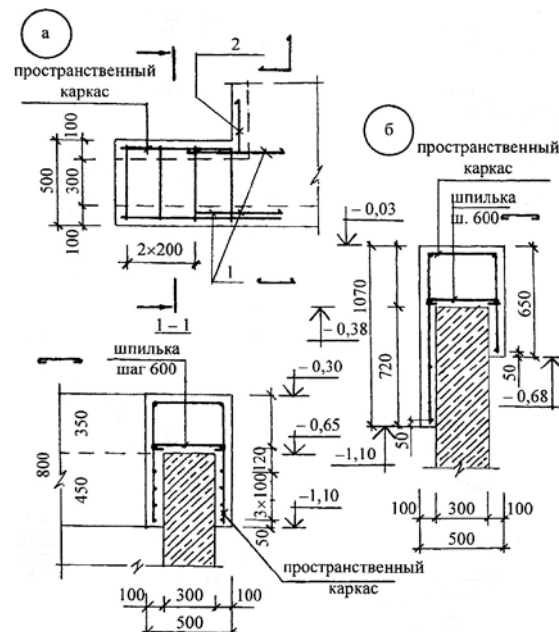


Рис. 3. Детали наращивания: а – стенки фундамента;

б – вертикальной плиты уголкового подпорной стенки.

Наращивание фундаментов осуществлено добетонированием с одновременным устройством в верхней части подколонника существующего фундамента железобетонной обоймы толщиной 10 см и высотой 45 см, с целью обеспечения стыка вертикальной арматуры наращиваемой части и существующего фундамента в нахлестку, перепуском стержней на 30 диаметров. Размеры в плане наращиваемой части подколонников приняты больше существующих на 10 см в каждую сторону.

Армирование наращиваемых частей подколонников существующих фундаментов принято в виде пространственного каркаса (вертикальная, продольная арматура –  $\varnothing 14$  АIII, шаг 200...300 мм, горизонтальные, замкнутые хомуты –  $\varnothing 8$  АI, шаг 100...150 мм) в пределах высоты, равной 80 см, т.е. суммарной высоте обоймы и самого наращивания, и горизонтальных сеток ( $\varnothing 8$  АI ячейкой 100 × 100 мм, шаг сеток 50 мм), расположенных в три слоя непосредственно у верхнего обреза наращиваемой части (рис. 2). С целью беспрепятственного пропуска фундаментных болтов через горизонтальные сетки, их стержни, расположенные в средней части, устанавливали по месту непосредственно после установки сеток в проектное положение. Расход арматурной стали при наращивании подколонников в зависимости от типоразмера составил от 41 до 60 кг на м<sup>3</sup> бетона.

Наращивание вертикальных стенок, расположенных на консолях плитной части столбчатых фундаментов, и вертикальных плит уголкового подпорных стен представлено на рис. 3. Наращивание выполнено добетонированием с конструктивным армированием в виде пространственных каркасов, состоящих из вертикальных, незамкнутых хомутов (шаг 200 мм), горизонтальных, продольных стержней (все из арматуры  $\varnothing 8$  АI). Расход арматуры составил 24 кг на м<sup>3</sup> бетона.

Размеры наращиваемых частей приведены на том же рисунке.

Наружные поверхности существующих фундаментов и подпорных стен в местах их контакта с новым бетоном наращиваемых частей до установки арматуры были тщательно очищены от слоя гидроизоляции.

### **Выводы**

Изложенный выше подход к реконструкции фундаментов металлических колонн и конструктивное решение их наращивания доказали свою техническую состоятельность и надежность в течение семилетней безаварийной эксплуатации складского корпуса – сбой в эксплуатации здания по причинам, связанным с фундаментами не имели места. Все это позволяет рекомендовать применение описанной конструкции наращивания в условиях, аналогичных рассмотренным.

### **SUMMARY**

These are the results of the experimental constructor work and its implementation while metal columns fundament reconstruction by means of increasing method destined to the concrete object reconstruction was caused by necessity of error consequences removing made while building.

1. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. – Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1992. – 456 с. 2. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. – Томск, Нортхэмптон, 2004. – 476 с. 3. ГОСТ 24379.0-80. Болты фундаментные. Общие технические условия. 4. ГОСТ 24379.1-80. Болты фундаментные. Конструкция и размеры.