

УДК 624.131

д.т.н., профессор Савйовский В.В.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Сухорукова Т.Г.,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ

*Освещены особенности выполнения работ по усилению фундаментов существующих зданий. Указано на важность и тщательность предварительной разработки проектно-технологической документации реконструкции.*

*Ключевые слова: усиление фундаментов, реконструкция зданий*

### Введение

Процесс эксплуатации и реконструкции зданий сопровождается комплексом работ по обеспечению их функциональной пригодности, надежности и долговечности. В этот комплекс работ входят мероприятия ремонтно-восстановительного характера. Достаточно часто приходится прибегать к работам по усилению фундаментов зданий. Причины усиления фундаментов можно классифицировать по нескольким группам:

- трещины и деформации несущих строительных конструкций зданий. Указанные деформации могут быть вызваны физическим износом самих конструкций или изменением гидрогеологических условий грунтов оснований;
- увеличение нагрузок на фундаменты вследствие надстроек, пристроек или иных работ, повлекших за собой изменение схемы работы конструкций и их геометрических параметров.

В практике применяется целый ряд способов усиления фундаментов. Несмотря на существенное разнообразие конструктивных решений зданий, многие способы усиления стали типовыми [1]. К числу наиболее распространенных способов следует отнести:

- увеличение опорной площади фундаментов за счет устройства бетонных и железобетонных обойм;
- передача нагрузок на нижележащие слои грунтов через буронабивные и вдавливаемые сваи;
- подведение под существующие конструкции дополнительных элементов;
- изменение статической схемы работы путем преобразования типов фундаментов (например, столбчатых в ленточные);

- инъектирование в тело фундаментов различных растворов и другие. Частота применения указанных способов в практической деятельности установлена методом экспертных оценок и приведена на рис.1.

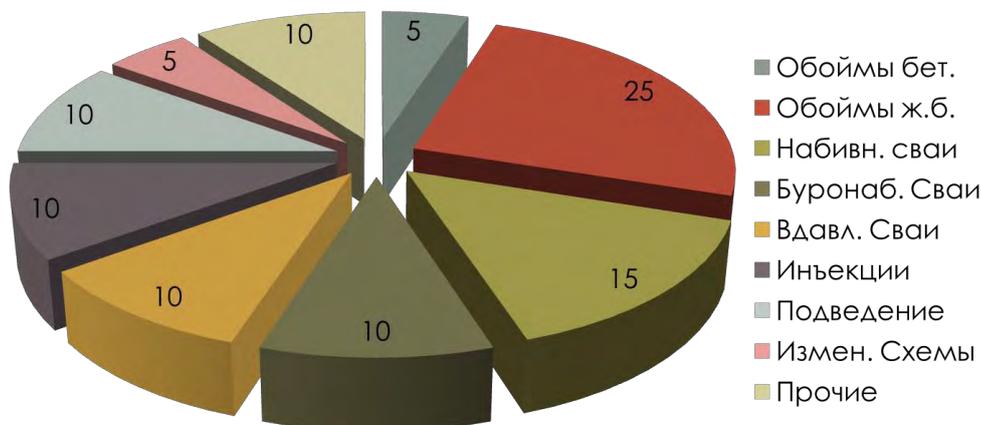


Рис.1. Диаграмма частоты применения различных способов усиления фундаментов

Выполнение работ по усилению фундаментов сопряжено с целым рядом технологических особенностей, которые оказывают влияние на общую устойчивость существующих строительных конструкций зданий. Это связано с тем, что грунты оснований залегающих под подошвой фундаментов частично разрабатываются. Особенно актуальны указанные особенности при выполнении работ по подведению под подошвой существующих фундаментов новых элементов. Эти работы могут приводить к существенным так называемым «технологическим» осадкам фундаментов и соответственно могут вызывать деформации вышележащих строительных конструкций. Поэтому на стадии подготовки к производству работ необходимо провести детальное обследование технического состояния существующих строительных конструкций, анализ гидрогеологических свойств грунтов оснований и проектируемых архитектурно-конструктивных решений усиления фундаментов [2]. Также на эффективность процесса выполнения работ существенное влияние оказывают такие факторы, как стесненность объектов, ветхость отдельных строительных конструкций, условия эксплуатации реконструируемого здания, невозможность предварительного детального обследования строительных конструкций фундаментов и другое [1].

В этой связи исследование практического опыта усиления фундаментов имеет важное значение для выработки рациональных организационно-технологических решений выполнения строительных работ с учетом указанных особенностей.

При реконструкции одного из зданий в городе Харькове проектом предусмотрено усиление фундаментов и увеличение высоты подвальных

помещений. Это предполагалось выполнить за счет подведения под фундаменты дополнительных железобетонных элементов [3]. Здание 4-х этажное, сложной планировочной конфигурации, 1914 года постройки. Фундаменты, выполнены из глиняного обыкновенного кирпича на известково-песчаном растворе, толщиной 710,0 мм. Во 2-м - 4-м этажах расположены жилые помещения. Реконструкция выполнялась без временного выселения жильцов жилых этажей.

В результате обследования здания было установлено, что на поверхности строительных конструкций имеется ряд повреждений и деформаций в виде наклонных и вертикальных трещины стен. Установлено, что в процессе почти 100-летней эксплуатации здания многократно перестраивалось, устраивались различные каналы, отверстия, проемы в стенах подвала. Неоднократно происходили аварии водопроводных сетей, в результате чего увлажнялись грунты оснований фундаментов. Все это существенно ослабило несущую способность фундаментов и стен здания.

Фактическая высота подвала составляла 2200,0 мм, что не обеспечивало бы нормальной эксплуатации после реконструкции. С учетом указанных факторов было принято решение об усилении фундаментов всех наружных и внутренних стен части здания с одновременным его заглублением для последующего увеличения высоты подвального этажа до высоты 2700,0 мм.

Конструкция подводимых элементов была определена расчетным путем. Принцип расчета основывался на обеспечении минимального изменения напряжений под подошвой фундаментов и вероятных осадок, не превышающих предельно допустимых значений из-за частичного увеличения нагрузок от устройства дополнительных железобетонных элементов и вследствие разработки (участками) грунтов под подошвой фундаментов. Установлено, что после увеличения нагрузки из-за подведения элементов напряжение под подошвой увеличивается всего на 2%. Это могло бы привести к появлению дополнительных осадок, равным 1,38 мм, что не превышает предельно допустимых значений [5]. С целью максимального исключения возможных осадок было принято решение об увеличении ширины подошвы фундамента на 200,0 мм. С учетом данного решения расчетная осадка составила около 0,12 мм. Фактический мониторинг осадок в процессе выполнения работ также не выявил существенных осадок.

При подготовке проекта производства работ (ППР) была разработана схема выполнения работ по усилению фундаментов с целью исключить влияние самих работ на появление «технологических» осадок. Принцип расчета базировался на выборе количества одновременно разрабатываемых участков грунтов под подошвой фундаментов. Указанное количество участков

соответствует уменьшению площади подошвы фундаментов. Установлено, что при уменьшении площади подошвы фундаментов до 20% практически не влияет на деформативность грунтов оснований. С учетом этого было предусмотрено условно разделить существующие ленточные фундаменты здания по длине на захватки, длиной около 1000,0 мм. При этом число захваток не менее 6, рис.2. Принятая разбивка позволила выполнять работы по подведению новых элементов фундаментов без риска существенных осадок, как существующих участков фундаментов, так и стен здания.

Выполнение строительных работ по усилению фундаментов включало следующее. Предварительно был выполнен комплекс подготовительных работ по обеспечению строительной площадки средствами безопасности производства работ и безопасности жителей дома. Последующая технологическая очередность работ приведена в таблице № 1. Производство строительных работ осуществлялось с постоянным мониторингом технического состояния существующих и примыкающих строительных конструкций. С учетом условий эксплуатации здания и особой стесненности строительные работы выполнялись в основном вручную.

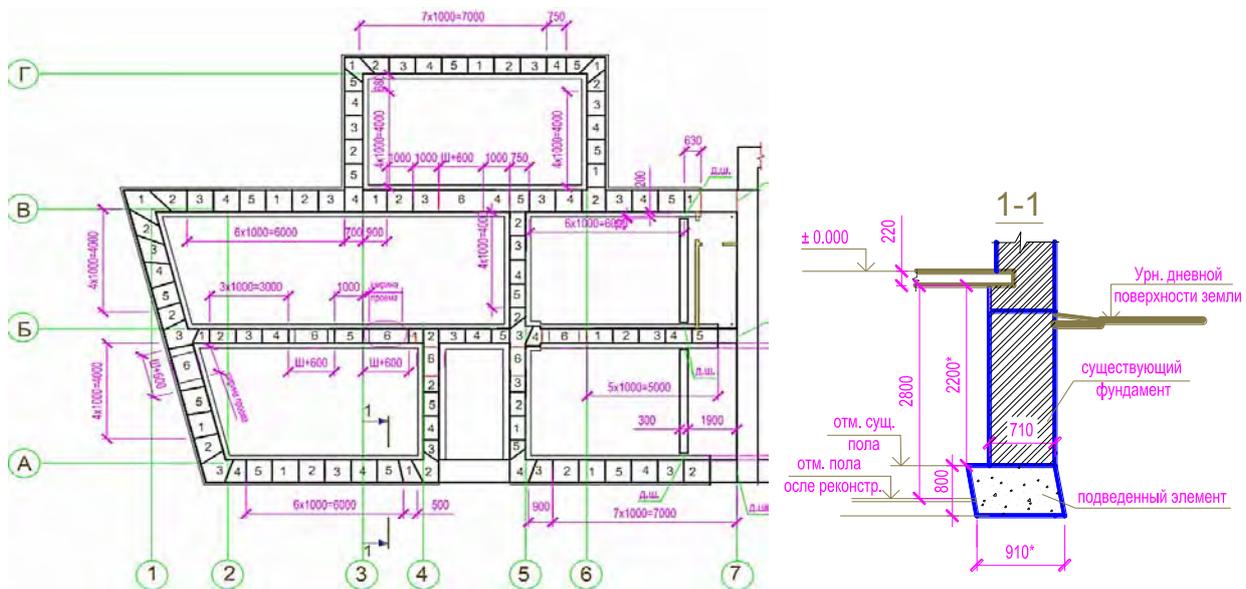


Рис.2. Схема разбивки фундаментов на захватки: 1...6 – номера захваток.

Бетонная смесь нижних слоев укладывалась через оконные проемы подвала по лоткам непосредственно в разработанные выемки. Верхний слой бетона укладывался вручную.

Анализ организационно-технологических решений выполнения работ по усилению фундаментов на данном объекте показал, что интенсификация строительных работ весьма ограничена. Трудоемкость усиления фундаментов составила около 54,8 чел.-час./ м. п. ленточного фундамента.

Таблица № 1. Технологическая последовательность усиления фундаментов путем устройства дополнительных элементов под подошвой

Выполняемые работы	Фотофиксация
<p>Устранение выявленных на поверхности стен подвала повреждений и деформаций (закладка всех устроенных ранее проемов, заделка трещин, бетонирование ниш и борозд). После выполнения указанных мероприятий было разрешено приступить к работам по усилению фундаментов.</p>	
<p>На одноименных захватках (№№ 1) были выполнены работы по разработке грунта на глубину около 800,0 мм на длину захватки около 1000,0 мм и на всю ширину подошвы фундамента. Земляные работы выполнялись вручную с пакетированием грунта и выносом для вывоза в отвал.</p>	
<p>В устроенных выемках были установлены арматурные сетки, установлена опалубка (со стороны разработки грунта), выполнена укладка и уплотнение бетонной смеси нижнего слоя на высоту около 600,0 мм. После технологического перерыва (2 дня), была выполнена укладка верхнего слоя бетонной смеси толщиной около 200,0 мм. Использовалась жесткая бетонная смесь, которая укладывалась методом виброзачеканки. Этот технологический прием был принят для уменьшения усадочных процессов бетона и соответственно для исключения возможных осадок существующих фундаментов здания.</p>	 
<p>После достижения бетоном проектной прочности, были выполнены работы по распалубке конструкций и приступили к разработке грунта на последующих захватках (№№ 2, №№ 3...).</p>	
<p>В результате последовательного выполнения работ на всех последующих захватках была устроена дополнительная железобетонная лента высотой около 800,0 мм. После был разработан грунт пола подвала на глубину около 500,0 мм, что обеспечило требуемую проектную высоту помещений, составляющую около 2700,0 мм.</p>	

Реконструкция другого здания предполагала усиление фундаментов существующего здания из-за намерений надстройки еще 4-х этажей. На этом объекте было принято решение по устройству под подошвой существующих

фундаментов вдавливаемых свай, которые передавали бы нагрузки на нижележащие слои грунтов [4]. Конструктивная схема усиления приведена на рис. 3.

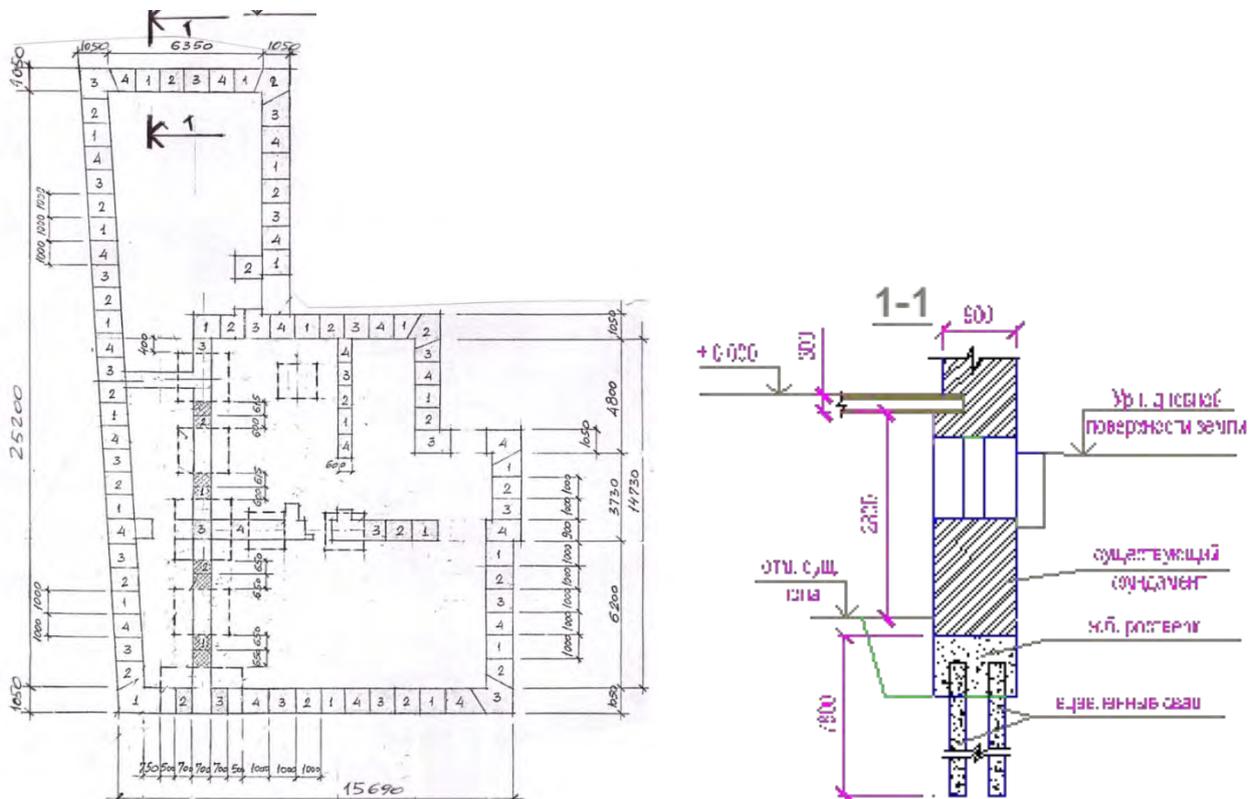


Рис.3. Схема разбивки фундаментов на захватки при устройстве вдавливаемых свай

Аналогично приведенному выше примеру был проведен комплекс работ по расчетному определению вероятных деформаций грунтов оснований и существующих конструкций зданий из-за проведения работ по усилению фундаментов. Это позволило установить схему производства строительных работ и соответственно по установлению количества и размеров захваток. После проведения тщательной инженерной подготовки приступили к строительным работам, согласно приведенной технологической последовательности, таблица 2.

Для вдавливания свай применялись малогабаритные гидравлические установки с вдавливающим усилием 50 тс. Бетонная смесь подавалась через оконные проемы непосредственно из автобетоносмесителей по лоткам.

Удельная трудоемкость усиления ленточного фундамента данным способом составила около 136 чел.-час/м.п.

Осуществляемый постоянно в процессе работ мониторинг технического состояния существующих строительных конструкций показал, что существенных деформаций конструкций не было выявлено.

Таблица № 2. Технологическая последовательность усиления фундаментов путем устройства вдавливаемых свай

Выполняемые работы	Фотофиксация
По длине ленточные фундаменты здания условно разделили на захватки, длиной около 1000,0 мм (не менее 5-ти). Выполнили разработку грунта на одноименных захватках (№№1). Выемка грунта выполнялась на ширину захватки, глубиной около 1800,0 мм.	
Для обеспечения удобства вдавливания свай были устроены при помощи переносных буровых установок - лидерные скважины, глубиной 1,5 – 2,5 м. Установлено звено свай. В зазор между верхом звена свай и низом фундамента устанавливался домкрат и осуществлялось вдавливание свай.	
Наращиванием звеньев свай осуществляется по мере их вдавливания. Отдельные сваи куста, вдавливаются последовательно (в соответствии с проектом) на проектную глубину (около 6-8 м). Качество устройства свай выполнялось периодическими испытаниями.	
Устанавливалась опалубка, осуществлялось армирование, укладка и уплотнение бетонной смеси ростверка. Бетонирование осуществлялось в два этапа. Вначале выполнялась укладка бетонной смеси на высоту захватки не доходя до низа подошвы фундамента на 50 – 100 мм. После твердения бетона и стабилизации усадочных явлений – выполнялась укладка жесткой бетонной смеси в оставшийся зазор между подошвой фундамента и поверхностью ростверка методом виброзачеканки. После достижения бетоном проектной прочности, была выполнена обратная засыпка грунта выемок захваток.	 

### Выводы

Практический опыт усиления фундаментов позволяет сделать следующие выводы:

- повышение эффективности строительных работ может быть достигнуто только за счет тщательного анализа технического состояния строительных конструкций существующего здания и условий производства работ;
- работам по усилению фундаментов должен предшествовать детальный комплекс инженерной подготовки;
- безопасность производства работ, устойчивость и надежность эксплуатации существующих конструкций зданий может быть обеспечена путем разработки рациональных организационно-технологических решений.

Эти решения базируются на проведении поверочных расчетов принимаемых вариантов схем разбивки на захватки (расчеты предельно допустимых технологических осадок);

- надежность и безопасность эксплуатации реконструируемого здания и непосредственного выполнения строительных работ должна быть обеспечена постоянным мониторингом технического состояния существующих и устраиваемых строительных конструкций здания;
- снижение трудоемкости может быть достигнуто за счет частичной механизации работ и совмещения простых однородных строительных процессов, выполняемых на различных захватках;
- приведенный опыт позволит оптимизировать организационно-технологические решения выполнения аналогичных работ по усилению фундаментов путем подведения под подошву дополнительных элементов.

### Литература

- 1 Савйовский В.В. Технология реконструкции – Х: Основа, 1997.- 256 с.
2. ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт и усиление несущих и ограждающих строительных конструкций и оснований промышленных зданий и сооружений.-К.: Госстрой Украины.2003. – 82 с.
3. Савйовский В., Савйовский А. Усиление фундаментов при реконструкции здания. MOTROL. - Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. — Lublin, 2013. — Vol. 15, № 6. — P. 59-66.
4. Савйовский В.В., Харнам М.В., Шмигер П.М. Усиление фундаментов реконструируемого здания устройством вдавливаемых свай. Науковий вісник будівництва, вип. 39. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2006. – С. 204 – 212.
5. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 161 с.

### Анотація:

В статті висвітлено особливості виконання робіт з підсилення фундаментів існуючих цивільних будівель. Вказано на важливість та ретельність попередньої розробки проектно-технологічної документації реконструкції.

Ключові слова: підсилення фундаментів, реконструкція будівель

### Summary:

In the article the features of implementation of works are lighted up on strengthening of foundations of existent building. It is indicated on importance and care of preliminary development of проектно-технологической документации of reconstruction.

Keywords: strengthening of foundations, reconstruction of building