

# CONSOLIDAREA ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT. STUDIU DE CAZ: BLOC DE LOCUINȚE S+P+3E+PH DIN STR. P. MOVILĂ, 5, DIN MUN. CHIȘINĂU

Катарина МАМЕЙ

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Резюме:** В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с обследованием, оценкой, реконструкцией и усилением железобетонных элементов зданий. Были изучены факторы влияющие на необходимость их усиления. Рассмотрен пример реконструкции существующего здания в случае возведения дополнительных 3-х уровней. Подробно рассмотрены методы усиления железобетонных колонн, получившие наибольшее применение в практике. Данная статья подготовлена с целью определения оптимального способа усиления железобетонных колонн.

**Ключевые слова:** усиление железобетонных элементов, реконструкция, надстройка зданий, железобетонная обойма, металлическая обойма, внешнее армирование углепластиком.

## 1. Усиление железобетонных элементов зданий

Необходимость усиления основных несущих элементов зданий вызывается воздействием следующих факторов:

- эксплуатационный износ – потеря несущей способности от воздействия эксплуатационных нагрузок;
- изменение эксплуатационного режима, увеличение нагрузки вследствие изменения технологических процессов, перестройка помещений или надстройка зданий;
- приобретение конструктивных дефектов, возникающих в результате неправильной эксплуатации конструкций или динамических воздействий;
- случайные повреждения – выход из строя отдельных конструктивных элементов при эксплуатации, транспортировке или установке технологического оборудования.

## 2. Оценка состояния конструкций, требующих усиление

Перед тем как осуществляется надстройка здания проводится обследование его состояния, несущих элементов конструкций, фундамента и основание грунта, а именно:

- определение возможности и необходимости восстановления или усиления поврежденной конструкции;
- установление степени аварийности существующих конструкций и возможности дальнейшего их использования;
- определение необходимости усиления существующих конструкций при возрастающей дополнительной нагрузке.

Оценка состояния конструкций, во избежание существования возможных трещин, избыточных деформаций, дается в результате:

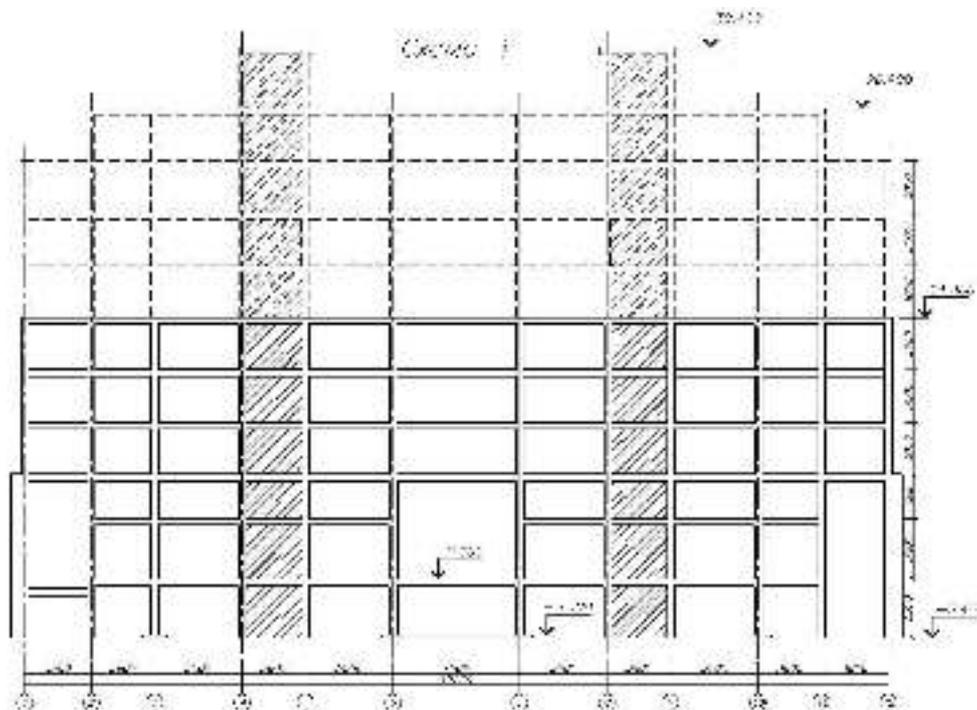
- обследования конструкций «по месту», желательна с фотофиксацией;
- изучения первоначального проекта
- поверочного расчета конструкций;
- испытаний (в случае необходимости) конструкций (определения марки бетона, арматуры).

Обследование технического состояния строительных конструкций здания, находящегося на стадии консервации по ул. П. Мовилэ, 5, мун. Кишинэу, с целью определения возможности возведения дополнительных 3-х уровней (Рисунок 1), проводилось аттестованным экспертом в соответствии с Постановлением Правительства Республики Молдова №936 «Положение о технической экспертизе в строительстве».

По результатам обследования было выявлено что существующие конструкции находятся в удовлетворительном состоянии, осадочных деформаций и других отрицательных факторов не обнаружено.

Однако, в связи с изменением конструктивных элементов реконструируемого здания, требуется проверить несущую способность существующих колонн и по необходимости принять меры по их усилению.

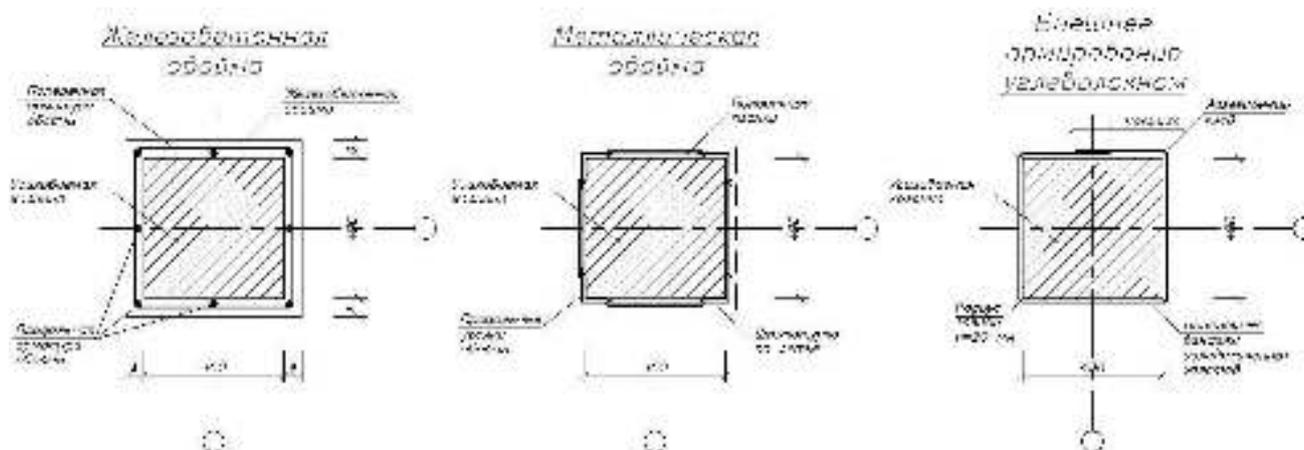
Данные, полученные в результате обследования, являются основанием для разработки рабочего проекта.



**Рисунок 1.** Схема здания с устройством дополнительных трех уровней.  
 Источник: разработано автором на основании первоначального проекта.

### 3. Принятые способы усиления железобетонных колонн

Наибольшее распространение в практике реконструкции и усиления железобетонных колонн получили 3 метода усиления: использование железобетонной обоймы, металлической обоймы и усиление композитным материалом – углеволокном (Рисунок 2).



**Рисунок 2.** Сечения усиленной колонны различными способами усиления.

Источник: разработано автором.

#### 3.1. Использование железобетонных обойм

Монолитный железобетон часто применяется для усиления железобетонных конструкций. Этот метод усиления позволяют значительно увеличить несущую способность усиливаемых конструкций и обеспечить устойчивость к воздействию агрессивной среды.

Обоймы состоят из арматуры и тонкого слоя (обычно 30—80 мм) бетона, на мелком заполнителе, охватывающего усиливаемый элемент с четырех сторон.

Находим требуемую суммарную площадь арматуры усиления:

$$A_{s1} = \frac{\frac{N_1}{\varphi} - (R_c \cdot \gamma_{c1} \cdot A + R_{sc} \cdot A'_s + m \cdot R_{c1} \cdot \gamma_{c1} \cdot A_1)}{m \cdot R_{sc,1}}, \quad (1)$$

Определяем несущую способность усиленной колонны. Вычисляем продольную силу:

$$N_f = \varphi \left[ (R_c \cdot \gamma_{c1} \cdot A + R_{sc} \cdot A'_s + m(R_{c1} \cdot \gamma_{c1} \cdot A_1 + R_{s,1} \cdot A_{s,1})) \right] \quad (2)$$

Проверяем прочность усиленной колонны:

$N_f \geq N'_1$ , если условие не выполняется, то необходимо увеличить толщину обоймы  $\delta$ , или диаметр дополнительной продольной арматуры.

Работы по усилению колонн железобетонной обоймой выполняются в следующей последовательности:

- подготовку поверхности усиливаемой конструкции,
- установку арматуры и опалубки,
- укладку методом инъецирования мелкозернистой бетонной смеси и уплотнение ее,
- уход за бетоном в период достижения необходимой прочности
- разборку опалубки.

### 3.2. Использование металлических обойм

Металлические обоймы состоят из стоек углового профиля, соединительных планок и опорных подкладок. В местах установки подкладок арматуру колонны обнажают и приваривают к подкладке и стойке обоймы. Эффект усиления колонн достигается после монтажа и сварки соединительных планок.

Определяем расчетное продольное усилие  $N' = N_1 - N$  (3)

Вычисляем требуемую площадь сечения вертикальных уголков,  $\varphi = 1,0$ :  $A_{s1} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot m}$  (4)

Расчетная величина продольной силы, воспринимаемая вертикальными уголками:

$$N'_f = \varphi \cdot R_y \cdot A_{s1,f} \cdot m \geq N' \quad (5)$$

Если требуется увеличить резерв прочности усиленной колонны, необходимо увеличить площадь сечения вертикальных уголков.

Работы по усилению колонн металлической обоймой выполняются в следующей последовательности:

- вскрывается конструкция пола до верхнего обреза фундамента или уровня плиты перекрытия;
- выравнивается поверхность бетона по граням колонны;
- устанавливаются на цементно-песчаном растворе уголки и прижимаются с помощью струбцин;
- привариваются к уголкам поперечные планки;
- привариваются вверху и внизу конструкции упорные уголки;
- заделывается цементно-песчаным раствором зазор;
- оштукатуривается поверхность усиленной колонны по сетке.

### 3.3. Использование углепластика

Усиление строительных конструкций углепластиком осуществляется методом внешнего армирования — наклеиванием на поверхность высокопрочного холста из углеродной ткани с помощью

адгезионного клея, в поперечном направлении, для повышения несущей способности при осевом сжатии, путем создания эффекта обоймы композитным материалом.

Необходимая толщина оболочки:

$$t_f \geq 0,5 \cdot k_h \cdot \left( \frac{b \cdot h}{b+h} \right), \text{ где } k_h = \frac{0,8 \cdot (\varepsilon_{bu} - 0,004) \cdot R'_{b,hoop}}{R_f \cdot \varepsilon_{fu}}, \text{ при } R'_{b,hoop} = 1,5 \cdot R_c \quad (6)$$

При проектировании должно соблюдаться условие:

$$E_f \cdot \varepsilon_f \leq 0,75 \cdot R_f \quad (7)$$

Несущая способность усиленной колонны проверяется по формуле:

$$R'_{b,hoop} = R_b \left\{ 2,254 \cdot \left[ \sqrt{1 + \left( 558,18 \cdot \frac{R_t}{R_b} \right)} \right] - 140,6 \cdot \frac{R_t}{R_b} - 1,254 \right\}, \text{ где} \quad (8)$$

Работы по усилению колонн внешним армированием углепластиком выполняются в следующей последовательности:

- Поверхность колонны очищается и подготавливается для армирования.
- Дефектные и разрушенные участки восстанавливаются.
- Подготовленная поверхность увлажняется для устранения пыли.
- На поверхность наносится адгезионный клей и выполняется фиксация углеродного холста.
- В завершении выполняется нанесение специального запечатающего слоя.

#### 4. Выводы

Реконструкция и усиление зданий и сооружений являются одним из основных направлений в строительстве на ближайшее будущее в условиях ограниченности земельных участков, материалов и ресурсов, наличия малоэтажных строений, требующих модернизации в мун. Кишинэу.

Надстройка конструкции позволяет увеличить полезную площадь зданий без уплотнения площади застройки, а это увеличивает возможность использования городских земель более рационально. Такие строительные решения возможны даже на густо застроенной территории, что важно при реконструкции центральных районов города.

Рассмотренные методы будут использованы при расчетах усиления конструкций. На основе технико-экономических и технологических показателей будет выбран оптимальный способ усиления колонн для объекта по ул. П. Мовилэ, 5, мун. Кишинэу.

#### Библиография

1. *Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий*. Москва. 1987 г.
2. Е. В. Горохов, В. В. Кузнецов, В.В. Ларионов. *Реконструкция промышленных зданий и сооружений*. Москва. Стройиздат. 1988 г.
3. СР С.01.03 – 2004 «Проектирование и строительство мансард».
4. В.И. Муленкова, Д.В. Артюшин *Расчет и конструирование усиления железобетонных и каменных конструкций*. Пенза 2014 г.
5. *Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами*. Москва. 2006 г.