

УДК 69.059

Опанасюк И.Л., к.т.н., доцент, Силин Р.В., инженер  
(ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь)

## СПОСОБЫ АНКЕРОВКИ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ К ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КОЛОННАМ

*Аннотация.* Рассмотрены способы анкерки опорных конструкций к железобетонным колоннам. Приведены теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций для модели железобетонной колонны с навесной опорной обоймой при различных способах анкерки обоймы. Выполнен анализ результатов исследований и даны рекомендации по применению.

**Ключевые слова:** способы анкерки, модель опорной обоймы железобетонной колонны, стальная обойма.

Работающие на центральное (и при малых эксцентриситетах) сжатие железобетонные конструкции имеют, значительный запас прочности сечения и по результатам расчета часто армируются только конструктивно. При восстановлении эксплуатационных качеств зданий и сооружений наличие такого запаса прочности у железобетонных колонн позволяет запроектировать и опереть на них элементы усиления через дополнительные опорные стальные столики. В литературе приводится большое количество технических решений узла опирания балочной конструкции на колонну при усилении.[1,2]. Все эти решения заведомо предполагают разрушение защитного слоя бетона рабочей арматуры, ее электродуговую сварку с устанавливаемыми опорным элементом и дополнительными нагрузками на арматуру, значительно превышающие расчетные.

Очевидно, что конструктивные решения, подобные приведенному на рис. 1, имеют тот недостаток, что передают на арматуру колонны усилия, отличающиеся от расчетных, нарушая расчетную схему работы арматуры в конструкции, и сопряжены с разрушением ее защитного слоя бетона и применением по ней сварки, что может повлечь пережег арматуры и ее коррозию, и как следствие снижение несущей способности колонны. Несущая способность таких конструктивных решений опорных элементов не может быть обеспечена расчетными методами, т.к. согласно типовой расчетной схеме закладной детали, приведенной на рис.2 [3] ее анкера воспринимают изгибающий момент, поперечную силу и растягивающее усилие. продольная арматура железобетонных колонн на эти нагрузки не рассчитывается и не



может работать в виде анкеров навешиваемой на колонну опорной конструкции.

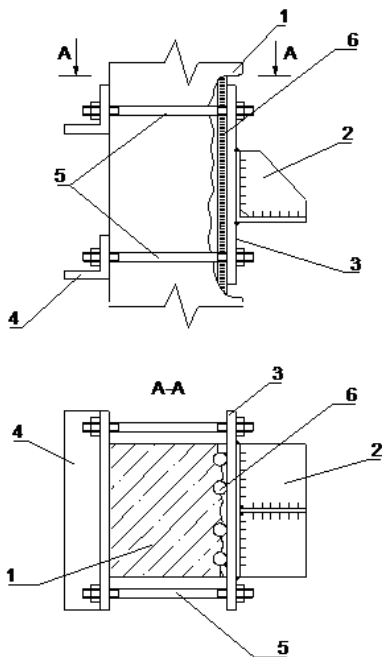


Рис. 1. Крепление опорных столиков к колоннам для опирания стеновых панелей: 1-колонна; 2-опорный столик из уголка с ребром жесткости; 3-пластина с отверстиями для болтов; 4-анкерный уголок-шайба; 5-стяжные болты; 6-обнаженная арматура колонны (после приварки пластины зачеканить цементно-песчаным раствором).

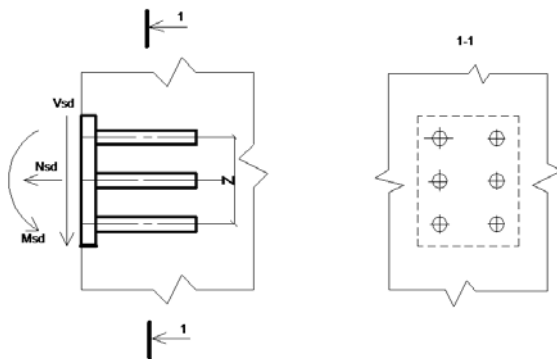


Рис. 2. Схема усилий, действующих на закладную деталь

С учетом расчетной схемы закладной детали нами предложены два варианта конструкции опорной обоймы, предназначенной для передачи усилий, возникающих в узлах опирания горизонтальных несущих элементов на колонны. Опорная обойма образована двумя стальными пластинами, расположенными на противоположных гранях колонны, соединенных стяжными болтами и установленными анкерами в виде стальных штырей (вариант А, рис.3) или стальных сегментов (вариант Б, рис.4). Фиксирование обоймы на теле колонны происходит за счет сил трения, пропорциональных усилию, создаваемому затяжкой работающих на разрыв стяжных болтов, а также за счет работающих на срез и смятие анкеров.

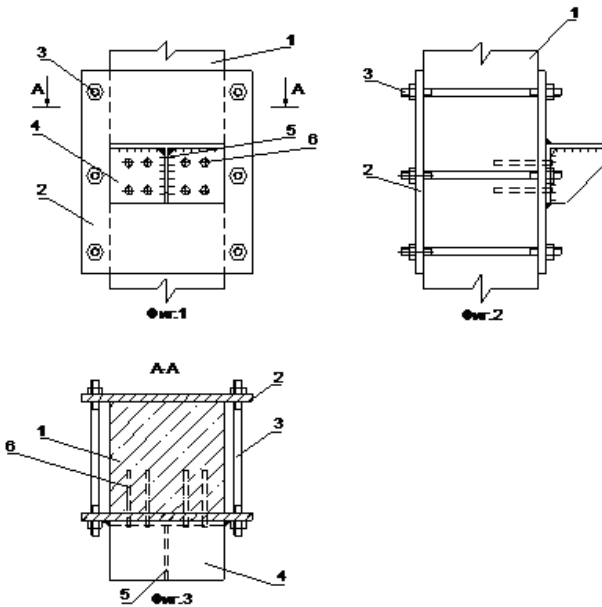


Рис. 3. Вариант А опорной обоймы

1-железобетонная колонна; 2-прижимная пластина; 3-стяжные болты;  
4-опорный столик; 5-ребро жесткости; 6-стержневые анкеры.

Для определения несущей способности предлагаемых навесных анкерных опорных конструкций были проведены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния отдельных ее элементов, а именно: стяжных болтов, опорного столика, прижимных пластин, и анкеров методом конечных элементов.

Теоретические значения эквивалентных напряжений и результирующих деформаций вычислялись со следующими характеристиками железобетонной колонны [3,4]: сечение квадратное 400×400 мм; класс бетона  $C^{30/37}$ ; нормативное сопротивление осевому сжатию  $f_{ck} = 30$  МПа; нормативное сопротивление осевому растяжению  $f_{ctk} = 2$  МПа; расчетное сопротивление сжатию  $f_{cd} = 20$  МПа;

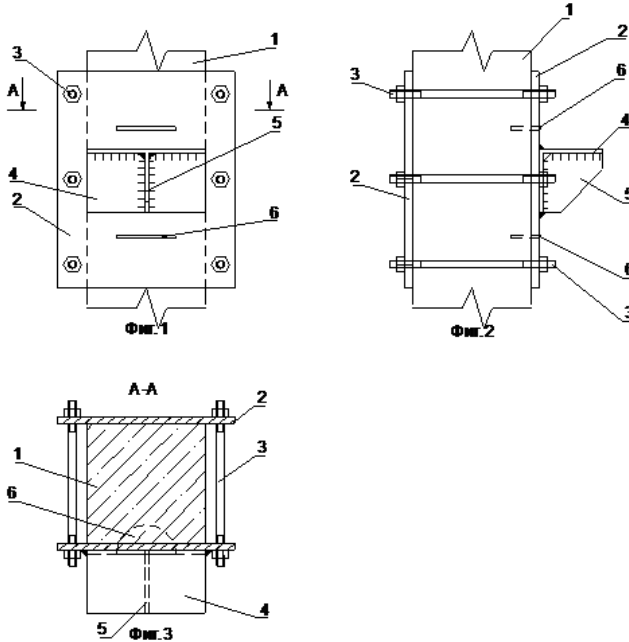


Рис. 4. Вариант Б опорной обоймы

1-железобетонная колонна; 2-прижимная пластина; 3-стяжные болты; 4-опорный столик; 5-ребро жесткости; 6-фиксирующие сегменты.

расчетное сопротивление растяжению  $f_{ctd} = 1,33$  МПа; модуль упругости  $E_{cm} = 33 \times 10^3$  МПа; коэффициент поперечных деформаций (Пуассона)  $\nu_c = 0,2$ ; плотность – 2400 кг/м<sup>3</sup>. Характеристики арматуры колонны: класс продольной арматуры S500, нормативное сопротивление  $f_{yk}(f_{0,2k}) = 500$  МПа, расчетное сопротивление  $f_{yd} = 450$  МПа; класс поперечной арматуры S240, нормативное сопротивление  $f_{yk}(f_{0,2k}) = 240$  МПа, расчетное сопротивление  $f_{yd} = 218$  МПа; модуль упругости арматуры  $E_s = 2 \times 10^3$  МПа. Характеристики стали марки С235 прижимных пластин опорной обоймы и фиксирующих сегментов [5]:  $R_y = 230$

МПа;  $R_u = 350$  МПа;  $E = 2,06 \times 10^5$  МПа. Стяжные болты из стали марки С235[5]:  $R_{bt} = 185$  МПа;  $E = 2,06 \times 10^5$  МПа.

По варианту А анкеры приняты в количестве 8 штук диаметром 16 миллиметров из арматуры класса S500. Стяжные болты приняты диаметром 20 миллиметров в количестве 6 штук. Прижимная пластина толщиной 20мм.

По варианту Б определены фиксирующие сегменты диаметром 210мм и толщиной 4мм изготовленные из листовой стали в количестве двух штук, установленные в прорезях прижимной пластины выше и ниже опорного столика.

На рисунках 5, 6 представлены картины распределения результирующих деформаций, и эквивалентных напряжений в элементах опорной обоймы (вариант Б).

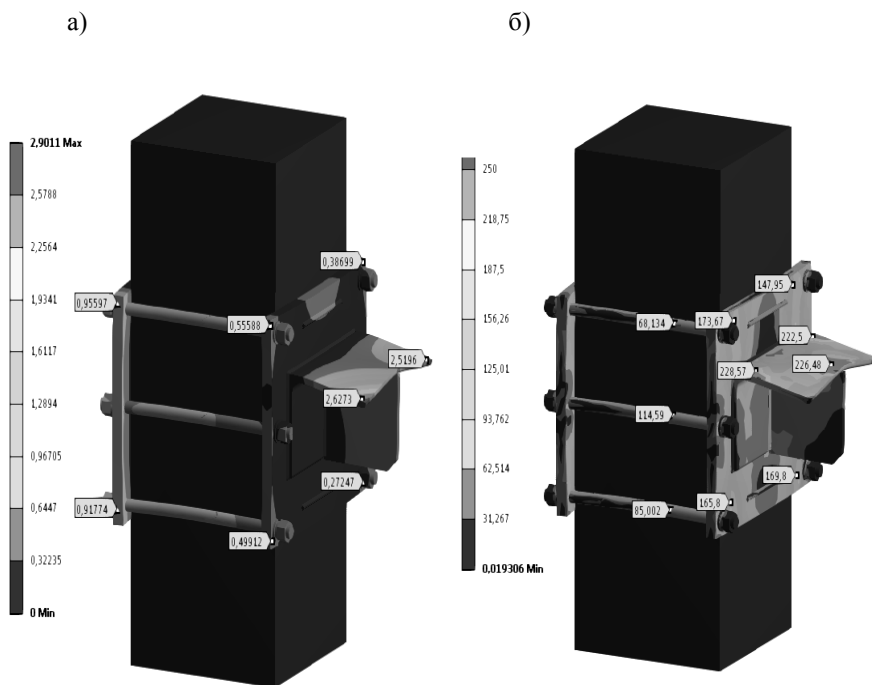


Рис. 5. Распределение результирующих деформаций и эквивалентных напряжений при нагружении модели опорной обоймы (Вариант Б): а – результирующие деформации, мм; б – эквивалентных напряжения, МПа

Аналогичные исследования выполнены для навесной опорной обоймы, выполненной по варианту А. Полученные результаты свидетельствуют о том,

что наиболее загруженными являются средние стяжные болты. Зависимость воспринимаемых усилий анкерными элементами от усилий, создаваемых на стяжных болтах приведена на рис. 7

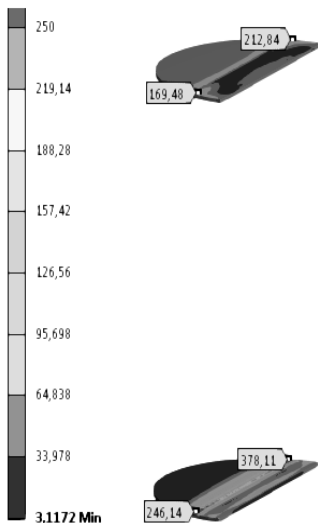


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений в фиксирующих сегментах опорной обоймы, МПа (Вариант Б).

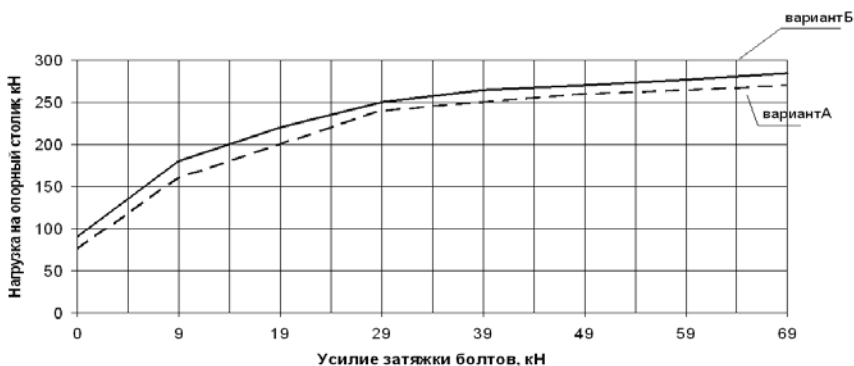


Рис.7. Зависимость нагрузки на опорный столик, при которой напряжения в анкерных сегментах достигли предела текучести, от усилия затяжки болтов для двух вариантов исполнения обоймы

Как видно из полученных результатов Вариант Б при практически равной площади поперечного сечения, работающих на срез анкерующих элементов обладает несколько большей несущей способностью чем вариант А. Несущая способность опорной обоймы может быть увеличена за счет увеличения числа стальных фиксирующих сегментов, размещаемых в теле колонны выше и ниже опорного столика, что с учетом очевидной технологичности данной конструкции опорной обоймы обеспечивает возможность ее практического применения.




Технологический процесс устройства стальной опорной обоймы железобетонной колонны включает: подготовку рабочего места, подготовку и подачу на рабочее место конструктивных элементов опорной обоймы, обеспечение рабочего места требуемым нормокомплексом механизированного и ручного инструмента, требуемыми материалами и устройствами, обеспечивающими безопасное производство работ. Работы предусматривают: установку на заданной проектной отметке элементов стальной опорной обоймы и ее временное закрепление к колонне с помощью стяжных болтов; сверление отверстий в теле бетона колонны (вариант А) или прорезание дисковой пилой в теле колонны щелевых отверстий под сегменты (вариант Б), установку в них на клеевом составе стальных анкеров или сегментов и после высыхания клеевых составов электродуговую сварку стальных анкеров с опорным столиком или сегментов с прижимной пластиной. После чего производят окончательную натяжку стяжных болтов.

Для реализации предлагаемого технического решения были проведены экспериментальные исследования по устройству опорной обоймы на железобетонную призму сечением 300х300 миллиметров. Элементы обоймы предварительно изготавливались в заводских условиях. Трудоемкость технологических процессов и операций, выполняемых при устройстве стальной опорной обоймы ж/б колонны приведены в таблице 1.

По результатам теоретических исследований и практических испытаний данная технология была применена при реконструкции складов на ОАО «Кричевцементшифер» (рис. 8) для анкеровки закладных деталей стальных ферм пролетом 36 метров.






Таблица 1

№ п/п	Наименование технологической операции	Порядок выполнения технологической операции	Трудоемкость работ, чел. часа
1	2	3	4
1	Разметка места установки опорной обоймы		0,08
2	Выверка и установка элементов опорной обоймы		0,12
3	Высверливание отверстий в теле бетона для установки анкеров с помощью перфоратора		0,12



Окончание таблицы 1

1	2	3	4
4	Установка анкеров в тело бетона на клеевом составе		0,08
5	Окончательное закрепление анкеров электродуговой сваркой		0,15
6	Установленная конструкция опорной обоймы		
ИТОГО:		Суммарная трудоемкость работ по монтажу обоймы	0,35 чел. часа

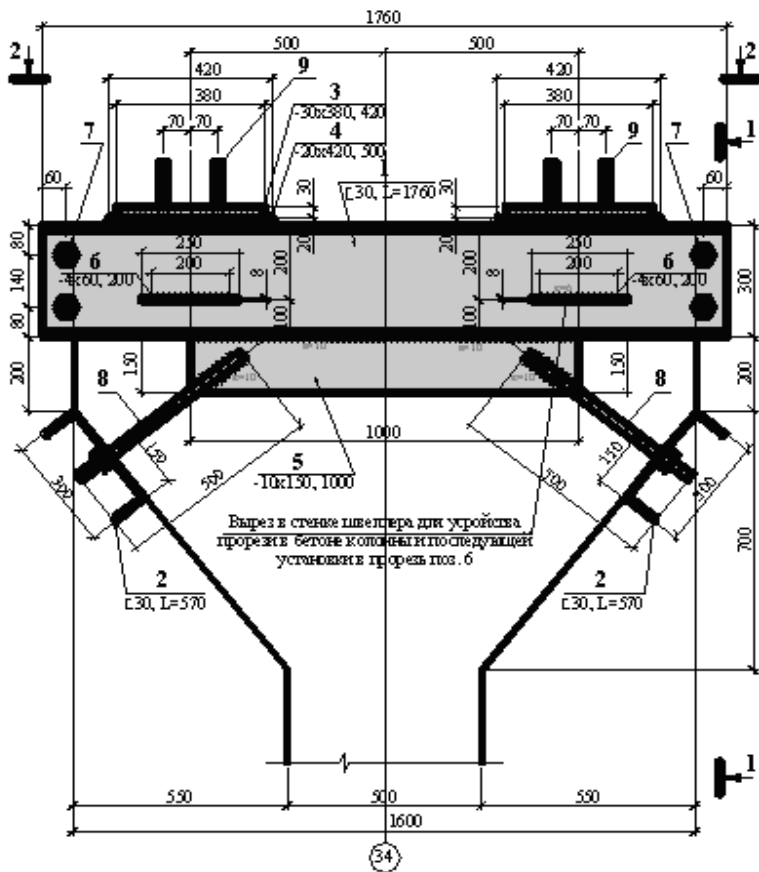


Рис. 8. Восстановление оголовка одноветвенной колонны

### Список использованных источников

1. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей) – Межотраслевой ЦНТИ Томск, 1990.– 320с.
2. Гольшев А.Б., Кривошеев П.И., Козелецкий П.М. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований – К.: Логос, 2004. – 219с.: ил. – Библиогр.
3. Бетонные и железобетонные конструкции (с изменениями) : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 01.07.03. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2003. – 144 с.

4. Бетоны. Классификация. Общие технические требования : СТБ 1310-2002. – Введ. 09.07.01. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2001. – 13 с.
5. Нормы проектирования. Стальные конструкции : СНиП II-23-81\*. – Введ. 14.08.81. – М : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.

### АНОТАЦІЯ

Розглянуто способи анкерування опорних конструкцій залізобетонних колон. Наведено теоретичні значення еквівалентних напружень і результуючих деформацій для моделі залізобетонної колони з опорною обоймою при різних способах анкерування обойми. Виконано аналіз результатів досліджень і дані рекомендації щодо застосування.

Ключові слова : способи анкерівки, модель опорної обойми залізобетонної колони, сталева обойма.

### ANNOTATION

The methods for anchoring the support structure of reinforced concrete columns have been analyzed in the paper. Some theoretical values of equivalent stresses and resultant strains within various ways of anchoring the casing of a reinforced concrete column have been reported. The analysis of the research has been done as well as some recommendations for the prospective application have been provided.

Keywords: anchoring methods, models bearing cage reinforced concrete columns, steel ferrule.

