

УДК 69.059

СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ В ЗОНЕ ПРОДАВЛИВАНИЯ



WAYS TO STRENGTHEN FLOOR SLABS IN THE AREA OF PUSHING

Леонова Анна Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный
технологический университет
lan75@mail.ru

Ищук Юлия Павловна

студент института строительства
и транспортной инфраструктуры,
Кубанский государственный
технологический университет
yishuk@mail.ru

Погодина Полина Владимировна

студент института строительства
и транспортной инфраструктуры,
Кубанский государственный
технологический университет
pogodinapol@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены современные способы усиления плит перекрытия. Перечислены основные преимущества и недостатки существующих методов усиления. Рассмотрен способ усиления с помощью добавления поперечной арматуры на примере конструкции Hilti, приведена последовательность расчета. Сформулирован ряд конструктивных требований, позволяющих добиться наиболее эффективного расположения поперечной арматуры. Приведена технология поэтапного ведения работ по усилению плит перекрытия.

Ключевые слова: усиление, плита перекрытия, конструкции, продавливание, увеличение сечения, вут, металлическая обойма, поперечная арматура, химический анкер.

Leonova Anna Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Building Structures,
Kuban State University of Technology

Ishchuk Yulia Pavlovna

Student of the Institute of Construction
and Transport Infrastructure,
Kuban State University of Technology

Pogodina Polina Vladimirovna

Student of the Institute of Construction
and Transport Infrastructure,
Kuban State University of Technology

Annotation. This article discusses modern methods of strengthening floor slabs. The main advantages and disadvantages of existing amplification methods are listed. The method of reinforcement by adding transverse reinforcement is considered on the example of the Hilti design, and the calculation sequence is given. A number of design requirements have been formulated to achieve the most efficient location of the transverse reinforcement. The technology of step-by-step work on the reinforcement of floor slabs is given.

Keywords: reinforcement, floor plate, structures, pushing, increasing the cross-section, VUT, metal cage, transverse reinforcement, chemical anchor.

В течение всего периода эксплуатации зданий и сооружений происходит физический износ задействованных конструкций и элементов. И, если утрата ими внешних качеств приводит только к дополнительным финансовым расходам, то снижение прочностных характеристик может стать причиной большого количества аварий и человеческих жертв [8, 10]. Особенно это касается горизонтальных несущих и ограждающих конструкций. Чтобы избежать подобных ситуаций существует несколько способов усиления плит перекрытия. Рассмотрим каждый из них.

Первым способом является увеличение сечения плиты в зоне продавливания, которое может выполняться несколькими вариантами (рис. 1) [4]:

- 1) устройство железобетонных вутов;
- 2) увеличение периметра колонны с помощью дополнительной набетонки [7];
- 3) заключение колонны в металлическую обойму [3].

Способ увеличения сечения плиты железобетонными вутами или металлическими обоймами в зоне продавливания часто применяется как в Европе, так и в РФ. Однако он имеет определённые особенности. Самая главная его особенность состоит в необходимости неукоснительного соблюдения технологии объединения работы плиты

перекрытия и элементов усиления. Также этот способ значительно увеличивает вес железобетонной конструкции. В связи с этим после его применения необходимо провести проверку способности фундамента нести дополнительную нагрузку. По результатам расчета может потребоваться усиление фундаментной плиты. Одним из существенных недостатков данного способа является уменьшение полезного пространства помещения за счёт устройства железобетонных вутов и громоздких металлоконструкций. Кроме повышенной трудоемкости выполнения работ этот способ имеет и значительную продолжительность.

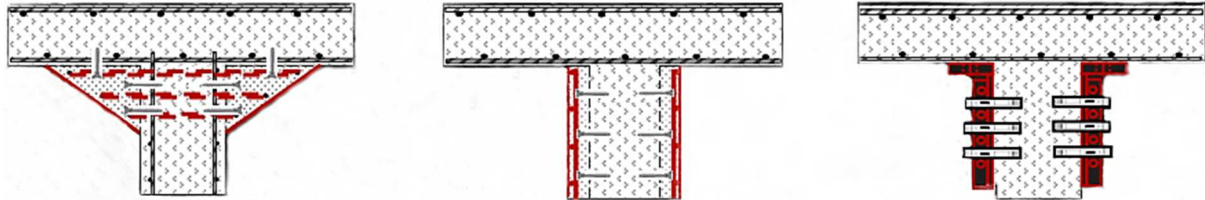


Рисунок 1 – Увеличение периметра плиты в зоне продавливания

Следующим способом усиления является внешнее армирование с помощью композиционных материалов [2]. Трудность данного метода связана с огнезащитой этих материалов, так как их оклейка производится с помощью клеевых составов очень чувствительных даже к незначительному повышению температуры. Также данный метод требует доступ к верхней поверхности плиты перекрытия, что приводит к необходимости разбора финишного покрытия пола, либо, если перекрытие является крышей для подземного этажа, дополнительной разработки грунта (рис. 2).

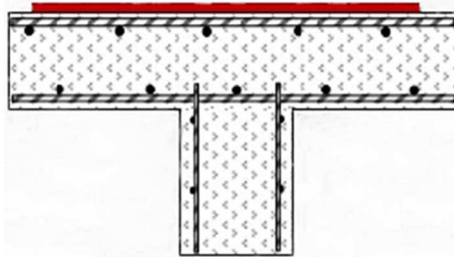


Рисунок 2 – Усиление способом внешнего армирования

В качестве еще одного способа усиления можно выделить увеличение расчётной высоты плиты. [4] Этот метод, как и первый, приводит к значительному повышению веса ж/б плиты и практически сводит всё усиление к нулю, так как, с одной стороны производится дополнительное усиление, а с другой стороны перегружается конструкция. Еще одним требованием является доступ к верхней поверхности плиты (рис. 3).

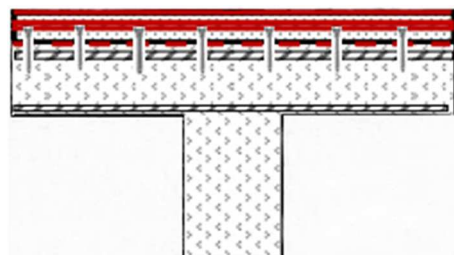


Рисунок 3 – Усиление способом увеличения плиты

Последний метод усиления – использование дополнительного поперечного армирования, которое добавляется в зону прокалывания плиты [5]. Его недостатками являются:

1. Ослабление конструкций во время усиления, так как производится сквозное бурение плиты перекрытия.

2. Выступающие части болтов сверху и снизу плиты. В связи с чем после усиления необходимо делать дополнительное финишное покрытие этих элементов.
 3. Огнестойкость и гидроизоляция узлов усиления.
- Данный метод достаточно распространён в России (рис. 4).

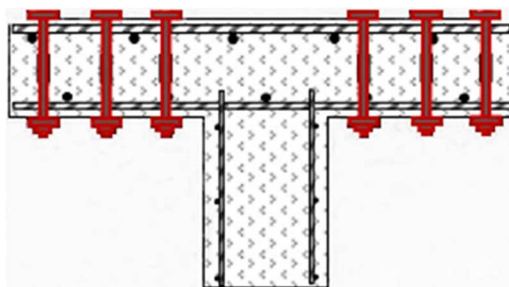


Рисунок 4 – Усиление способом поперечного армирования

К современным методам усиления плиты в зоне продавливания можно отнести метод разработанный компанией Hilti. Усиление производится с помощью добавления поперечной арматуры путём вклеивания специальных наклонных стержней (Hilti HZA-P), химических анкеров (Hilti HIT-RE 500) [6]. Особенности данного метода:

1. Выполнение работ производится только с одной стороны, с нижней части на поверхности плиты.
 2. После усиления отсутствуют выступающие части.
 3. Отсутствие перегрузки ж/б конструкций и сооружений.
 4. Минимизация сроков производства работ по усилению.
 5. Хорошая пожарная защита узлов усиления, в связи с заделкой и обработкой ниши противопожарным раствором.
 6. Отсутствует сквозное повреждение плиты.
 7. Данный метод позволяет усиливать фундаментные плиты.
- Общий вид усиления представлен на рисунке 5.

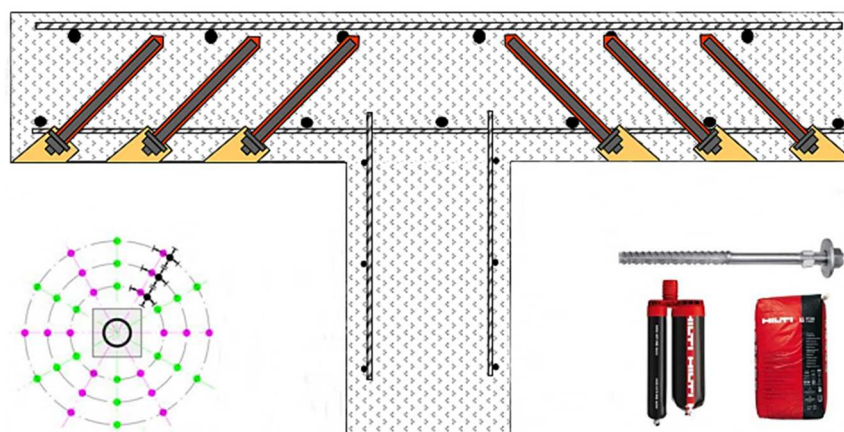


Рисунок 5 – Усиление способом Hilti Punching

Сверху плиты не производится никаких работ, а в нижней части делаются отверстия по окружности. Расходными материалами в данном случае являются: специальный элемент Hilti HZA-P, двухкомпонентный химический анкер на основе эпоксидной смолы HIT-RE 500 и представленный на рисунке 6 противопожарный раствор CP 636.

Надёжность метода усиления Hilti Punching была проверена с помощью натуральных испытаний в научной лаборатории в Лихтенштейне [9]. Проверку прочности проверяли на действие сосредоточенных сил. Кроме того, в 2011г совместно с лабораторией № 2 НИИЖБ были проведены дополнительные натурные испытания на действие не только сосредоточенных сил, но и изгибающих моментов. Всего было протестировано 14 образцов – центральных и краевых колонн, усиленных по методу Hilti и не

усиленных, которые использовались как контрольные образцы. На основе натуральных испытаний было выдано заключение НИИЖБ. Согласно заключению, усиление с помощью метода Hilti является в полной мере эффективным, в том числе при действии на плиту сосредоточенной силы и неравномерных изгибающих моментов. Применение данного усиления повысило несущую способность центральных колонн на 56 % и краевых колонн на 200 %. В 2011 году и на основании заключения принят стандарт организации по Проектированию усиления плит на продавливание химическими анкерами «Hilti HZA-P» СТО-36554501-029-2012 [1].

Данный норматив предназначен для расчёта и конструирования усиления ж/б плит перекрытий, покрытий и фундаментных плит на продавливание. Диапазон бетона по классу В15-В40, соответственно данный стандарт предназначен для специалистов проектных и строительных организаций, инспекций, а также может являться частью конструкторской и технологической документации при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте. Также [1] гармонизирован с последним сводом правил СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции». Данная технология позволяет:

1. Повысить эксплуатационную надёжность и безопасность плит, ж/б конструкций и узлов соединений при проведении работ по монтажу и усилению.
2. Существенно снизить расход стали и сократить сроки выполнения строительных работ при усилении конструкций, по сравнению с типовыми способами.
3. Снизить нагрузки на усиливаемые конструкции от веса усиления.

Последовательность расчета состоит из следующих пунктов:

- определение несущей способности плиты;
- определение требуемого количества поперечной арматуры Hilti HZA-P;
- определение усилия, которое может воспринять поперечная арматура одного луча;
- определение требуемого количества лучей поперечной арматуры;
- проверка несущей способности усиленного сечения.

Конструкция усиления устанавливается таким образом, что первоначально пробуриваются отверстия под углом 45 градусов для пересечения трещин от конуса продавливания и задаются тремя анкерами на одном луче и проверяют характеристики.

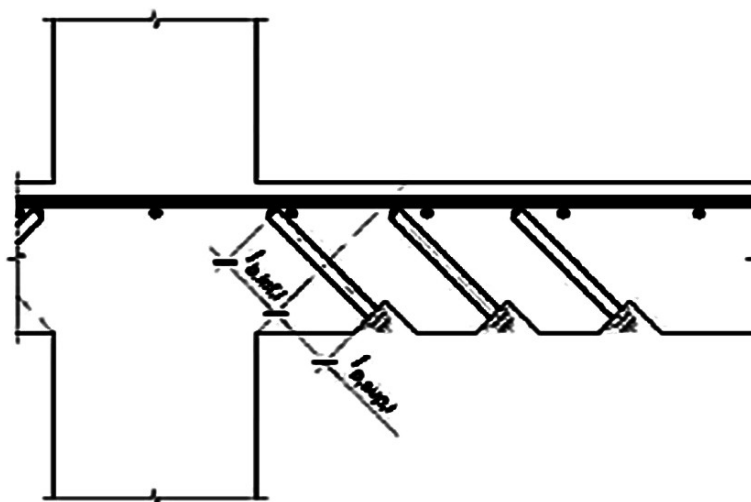


Рисунок 7 – Конструкция усиления плиты перекрытия

Если при расчете условие обеспечения прочности не выполняется, то следует добавить следующий ряд анкеров, либо добавить количество лучей.

Необходимые конструкционные требования при усилении плиты в зоне продавливания химическими анкерами:

- поперечную арматуру следует располагать в виде лучей в радиальном направлении от центра колонны вне зависимости от типа сечения;
- угол наклона поперечной арматуры к горизонтальной плоскости должен быть равным 45 ± 5 градусов. Это основное требование, позволяющее максимально увеличить конус продавливания, тем самым увеличив несущую способность усиливаемой конструкции;

- максимальный угол между соседними лучами должен быть не более 45 градусов;
- минимальное расстояние между лучами – $1,5h_0$;
- количество стержней в одном луче должно быть не меньше 2;
- расстояние от грани опоры до нижнего конца анкера первого ряда не должно превышать $0,75h_0$ (расстояние от грани колонны до 1-го анкера);
- расстояние между соседними стержнями в ряду также должно быть в пределах $0,5-0,75h_0$;
- толщина защитного слоя противопожарного раствора составляет не менее 40 мм для анкеров 16 диаметра и не менее 50 мм для 20.

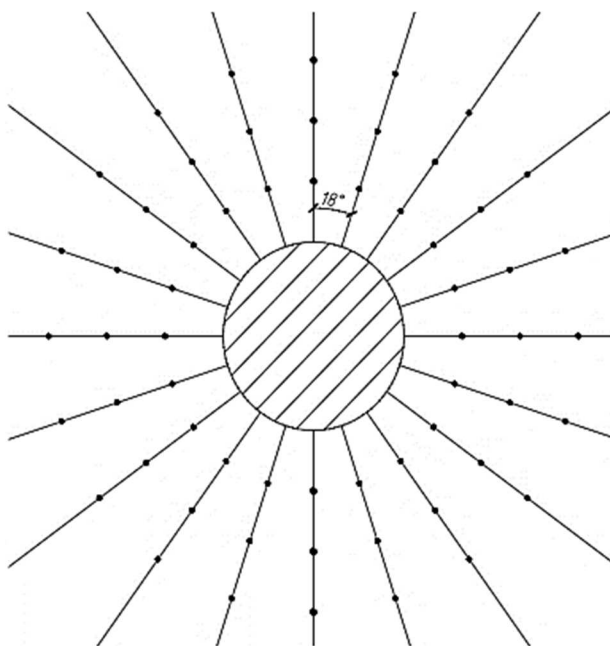


Рисунок 8 – Расположение поперечной арматуры

Технология работ по усилению плит перекрытия состоит из нескольких этапов. Сперва определяется положение уже существующей арматуры в плите перекрытия, чтобы предупредить ее повреждение при установке анкеров. Это выполняется с помощью различных детекторов и сканеров, позволяющих вывести на экран 3D – изображение сетки армирования плиты и определить положение и глубину залегания арматурной сетки и других объектов, расположенных в зоне продавливания [9].

После определения расположения стержней устанавливаются точки бурения отверстия. При этом необходимо выполнить бурение под углом 45 градусов. Затем выполняется тщательная прочистка и продувка отверстия с помощью сжатого воздуха и металлических щеток. Отверстия уширяют, после чего в них с помощью дозатора заливается химический анкер, который имеет достаточно вязкую структуру. Отверстие заполняют примерно на $2/3$ глубины и вставляют в него поперечную арматуру. Далее с помощью динаметрического ключа закручивается гайка с определённым моментом затяжки, указанным в стандарте. После проведения затяжки углубление заделывается с помощью противопожарного раствора.

Усиление плиты перекрытий зданий и сооружений в зоне продавливания является актуальной инженерной задачей. Традиционные методы усиления достаточно надежны, но имеют ряд недостатков. Современные методы усиления плит перекрытия в зоне продавливания позволяют не только эффективно усилить конструкцию без увеличения сечения, дополнительного нагружения и сквозного повреждения, но и сократить сроки производства работ.

Литература

1. Стандарт организации «Проектирование усиления плит на продавливание химическими анкерами» : СТО-36554501-029-2013. – «Hilti HZA-P» НИИЖБ им. А.А. Гвоздева.

2. Чернявский В.Л., Сердюк А.И. Опыт усиления строительных конструкций композиционными материалами при реконструкции Баксанской ГЭС // Гидротехника. – 2013. – № 3 (32). – С. 115–117.
3. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений. – М. : Минстрой РФ, 1997.
4. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. – М. : СТРОИИЗДАТ, 1992.
5. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования : СП 164.1325800.2014.
6. Алексеенко Д.В., Kunz K. Технология усиления плит перекрытий от продавливания с использованием клейки поперечных арматурных стержней Hilti HZA-P. – 2014.
7. Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению повреждённых строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления. – М. : ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 1996.
8. URL : <https://www.vesti.ru/>
9. URL : <https://www.hilti.ru/>
10. Muttoni A., Fürst A., Hunkeler F. Gutachten zur Einsturzursache. – Media information of November, 2005. – № 15.
11. Muttoni A., Fernández Ruiz M. Design Method for Post-Installed Punching Shear Reinforcement with Hilti Tension Anchors HZA. Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne, 2007.

References

1. Organization standard «Designing of plate reinforcement for pressing by chemical anchors» : STO-36554501-029-2013. – «Hilti HZA-P» NIIZHB named after A.A. Gvozdev.
2. Chernyavskiy V.L., Serdyuk A.I. Experience of the building structures strengthening by the composite materials at Baksanskaya HPP reconstruction // Hydrotechnika. – 2013. – № 3 (32). – P. 115–117.
3. Recommendations for strengthening and repair of building structures of engineering constructions. – М. : RF Ministry of Construction, 1997.
4. Recommendations on designing reinforcement of reinforced concrete structures of buildings and constructions of enterprises under reconstruction. – М. : STROJIZDAT, 1992.
5. Strengthening of Reinforced Concrete Structures by Composite Materials. Design rules : SP 164.1325800.2014.
6. Alekseenko D.V., Kunz K. Technology of reinforcement of floor slabs from squeezing with use of Hilti HZA-P cross reinforcement rod insert. – 2014.
7. Manual for practical identification of suitability for restoration of damaged building structures and structures and methods of their operative strengthening. – М. : CNIPROMISES, 1996.
8. URL : <https://www.vesti.ru/>
9. URL : <https://www.hilti.ru/>
10. Muttoni A., Fürst A., Hunkeler F. Gutachten zur Einsturzursache. – Media information of November, 2005. – № 15.
11. Muttoni A., Fernández Ruiz M. Design Method for Post-Installed Punching Shear Reinforcement with Hilti Tension Anchors HZA. Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne, 2007.