

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫНОСНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. А. Рочняк, В. А. Козик, П. П. Зауличный

Выполнение работ по усилению изгибаемых железобетонных элементов каркасов зданий и сооружений вызывается рядом причин: необходимостью в процессе эксплуатации производить замену, наполнение и перестановку технологического оборудования, что во многих случаях увеличивает полезные нагрузки: преждевременным износом конструкций вследствие возникновения и развития коррозионных процессов в железобетоне, и др.

Усиление железобетонных элементов в условиях действующего предприятия является достаточно сложным, трудоемким и дорогостоящим процессом. Опыт использования выносной арматуры для усиления изгибаемых элементов каркасов зданий на Советском целлюлозно-бумажном заводе (СЦБЗ), Неманском целлюлозно-бумажном заводе (НЦБЗ), Гомельском пивоваренном заводе (ГПВЗ) и других объектах показал, что данный способ достаточно прост в исполнении и эффективен. Он может быть использован для усиления как однопролетных, так и многопролетных элементов. К числу достоинств рассматриваемого способа следует отнести и то обстоятельство, что включение конструкций усиления в работу происходит непосредственно после их установки в проектное положение одновременно с созданием в них предварительного напряжения (последнее достигается путем стягивания выносной арматуры при помощи стяжных устройств).

На СЦБЗ усилению подверглись второстепенные и главные балки покрытия варочного отдела. Покрытие (на отм. +27,2 м) монолитное железобетонное, эксплуатируется свыше 80 лет. Площадь сечения продольной арматуры, как показали результаты натурных обследований, за счет протекающей коррозии уменьшилась более чем на 20%; согласно [1], техническое состояние конструкции оценено как "крайне неудовлетворительное". СЦБЗ принял к исполнению способ усиления бетонных элементов покрытия выносной арматурой как наиболее простой в условиях действующего предприятия. Усиление главных балок осуществлялось по схеме, представленной на рис. 1. Натяжение выносной арматуры (тяжей), как отмечалось выше, осу-

ществлялось путем их сближения на заданную расчетную величину (последняя для различных балок составила 16 и 34 см). Натяжение производилось вручную накладными ключами до появления в стержнях (при их колебании) чистого звука высокого тона.

Здание склада готовой продукции - один из объектов НЦБЗ, где для усиления конструктивных элементов применена выносная арматура. Железобетонное монолитное перекрытие над подвалом эксплуатировалось в течении ряда лет с грубым нарушением технических условий (высота складирования рулонов бумаги превышала установленное значение). В результате в некоторых балках произошло образование с определенным шагом $\ell_{сжс}$ "силовых" нормальных и наклонных трещин. На рис.2 показана схема усиления железобетонных главных балок перекрытия. Использование предварительно напряженной выносной арматуры (предварительно напряжение осуществлялось также, как в примере, рассмотренном выше) позволило не только увеличить несущую способность второстепенных и главных балок по изгибаемому моменту и поперечной силе, но и "зажать" имеющиеся трещины.

Усиление элементов монолитных железобетонных перекрытий вараочного отделения ГПВЗ также выполнено выносной арматурой. Условия данного производства характеризуются значительной влажностью и повышенной температурой. Обследование фактического состояния несущих конструкций показало, что в балках уменьшение площади поперечного сечения рабочей арматуры составило 10-20% в главных и 30-40% во второстепенных. Продуктами коррозии во многих местах отслоился защитный слой бетона. Согласно классификации [1] указанные конструктивные элементы отнесены к третьей категории технического состояния, потребовали проверочных расчетов, выполнения капитального ремонта и восстановления эксплуатационных качеств. Усиление балок осуществлено выносной преднапряженной арматурой по схеме, представленной на рис.3. Этот способ усиления для ГПВЗ оказался эффективным.

Расчет конструкций усиления в рассмотренных выше примерах выполнялся по [2], [3]. Однако, в случаях, когда в балках имелись нормальные трещины ("силового" происхождения) с известным шагом, принимались во внимание особенности работы такой сформировавшейся блочной системы с предварительно напряженной продольной арматурой, не имеющей сцепления с бетоном (выносной арматурой). Име-

лось в виду, что при шаге нормальных трещин $l_{сгс} \approx 1,5h$, где h - высота поперечного сечения, по продольным площадкам действуют значительные по величине растягивающие напряжения δ_y . Последние, достигнув предела прочности бетона на растяжение, вызывают образование слабонаклонных, переходящих в продольные, трещин, берущих начало у вершин нормальных; они отслаивают скатую зону бетона. Появление продольных трещин изменяет схему работы балки и приводят к снижению её несущей способности при действии изгибающих моментов. Разрушение блочной системы, как показали результаты экспериментально-теоретических исследований [4], [5] и др., происходит либо вследствие раздавливания скатого бетона в месте контакта блоков, либо от потери устойчивости отслоившейся скатой зоны (в балках таврового профиля - скатой полки).

Изложенные выше обстоятельства учитывались при расчетном анализе несущей способности усиливаемых конструктивных элементов.

Подсчет критической силы ($N_{сгс}$), вызывающей исчерпание несущей способности от потери устойчивости скатой зоны, выделенной продольной трещиной, выполнялся по формуле А.С.Залесова

$$N_{сгс} = \frac{E_b J_x}{l_0^2} \cdot 0,9 \cdot \left(\frac{1}{0,1 + \delta_e} + 1 \right)$$

где l_0 - расстояние между трещинами ($l_0 = l_{сгс}$);

$$J_x = \frac{b x^3}{12}; \quad \delta_e \approx \frac{1}{6}$$

Во избежание развития продольных трещин и откола скатой зоны необходимо наличие в зоне действия наибольших изгибающих моментов поперечной арматуры. Для этих целей площадь её сечения (на единицу длины) должна быть не менее

$$A_{sw} = \frac{1,5 R_{ст.н} \cdot b}{R_{sw}}$$

где b - ширина поперечного сечения балки; шаг $s \leq \frac{1}{6} h_0$; длина поперечной арматуры $\sim \frac{1}{2} h$.

В целом возможно заключить, что использование выносной арматуры (не имеющей сцепления с бетоном) является во многих случаях эффективным и целесообразным способом усиления железобетонных изгибаемых элементов в условиях действующего предприятия. При расчетном анализе несущей способности необходимо учитывать принципиальные особенности работы таких конструкций.

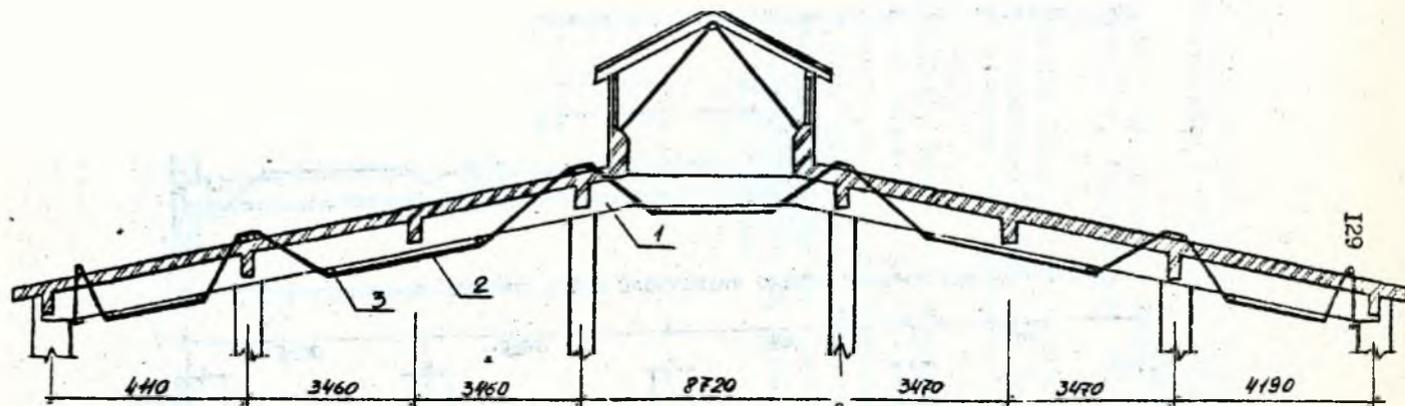


Рис.1. Схема усиления главных балок покрытия варочного отдела СЛБЗ;

1 - главная балка; 2 - выносная арматура (тяжи);

3 - шарниры в местах перегиба стержней.

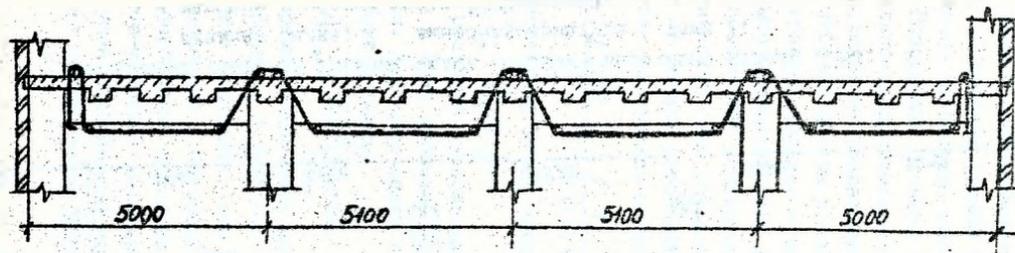


Рис.2. Схема усиления главных балок перекрытия склада готовой продукции НЛБЗ

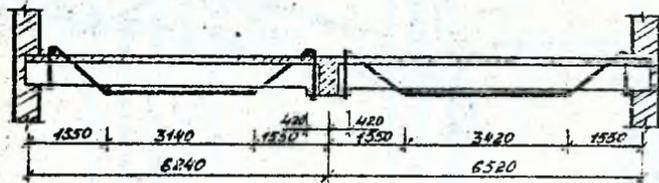


Рис.3. Схема усиления второстепенных балок перекрытия варочного отделения ГЛБЗ

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по оценке состояния железобетонных конструкций при эксплуатации в агрессивных средах. -М.: Стройиздат, 1984. - 26 с.
2. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. Госстрой СССР. ММ.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. - 79 с.
3. Онуфриев В.М. Простые способы усиления железобетонных конструкций промышленных зданий. -М. -Л.: Государственное издательство по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. - 201 с.
4. Васильев П.И., Рочняк О.А., Образцов Л.В. Исследование предварительно напряженных балок без сцепления арматуры с бетоном. Строительство и архитектура Белоруссии. - 1981. - №2 - с. 35-36.
5. Рочняк О.А., Образцов Л.В., Яромич Н.Н. Вопросы сопротивления железобетонных элементов при изгибе с поперечной силой. Строительные конструкции: Сб. научн. тр. / ИСИА Госстроя БССР. - Минск, 1983. - с.80-86.