УДК 624.012.35/45
Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: em_z@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ЭТАПЕ ВОЗВЕДЕНИЯ

АННОТАЦИЯ:
Приводятся результаты экспериментальных исследований сталежелезобетонного перекрытия в период возведения. Выявлены закономерности изменения внутренних напряжений и прогибов перекрытия. Получены данные об изменении напряжений в стальной балке и железобетонной плите во время твердения бетона.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сталежелезобетонное перекрытие, твердение бетона, напряжения, прогибы.

Zamaliev F.S. – candidate of technical science, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

INTENSE-DEFORMED CONDITION OF STEELCONCRETE CONSTRUCTION AT THE ERECTION STAGE

ABSTRACT:
Results of experimental researches steelconcrete overlappings in erection are resulted. Laws of change of internal pressure and overlapping deflections are revealed. The data about change of pressure in a steel beam and a ferro-concrete plate during time of set concrete is obtained.
KEYWORDS: steelconcrete overlapping, set of concrete, pressure, deflections.

При реставрации и реконструкции архитектурных памятников часто возникает необходимость замены существующих деревянных перекрытий ввиду ослабления сечения или потери несущей способности конструктивных элементов. К новому перекрытию предъявляют жесткие требования как реставраторы, так и надзорные органы. С позиций реставраторов необходимо сохранить существующие отметки пола и потолков, а с позиции надежности и безопасности нужно обеспечить требуемую прочность, жесткость и пожаробезопасность. Таким требованиям соответствует сталежелезобетонное перекрытие, состоящее из стальных балок и монолитной железобетонной плиты, где совместная работа железобетонной плиты со стальной балкой обеспечивается анкерными связями. При проектировании таких перекрытий используют методы расчета железобетонных конструкций с жесткой арматурой [1], либо ведомственные нормативы [2,3], посвященные сталежелезобетонным перекрытиям, которые, по данным литературы [4], недооценивают несущую способность перекрытий до 10-15 % по сравнению с деформационными методами расчета [5], основанными на аналитических диаграммах работы материалов, на учете действительного напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов. Однако, надо заметить, и деформационные методы расчеты не учитывают начальные напряжения и деформации сталежелезобетонных конструкций, возникающие в период возведения перекрытия.

Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонного перекрытия в процессе замоноличивания плитной части исследовано на примере фрагмента перекрытия с размерами в плане 6000х6000 мм в одном из цехов комбината крупнопанельного домостроения г. Н.Челны.

Изготовление опытного фрагмента сталежелезобетонного перекрытия производилось в следующем порядке. Сначала на железобетонные фундаментные блоки, играющие роль опор, укладывались стальные балки из прокатных двутавров № 20 из стали С 245 с шагом 1200 мм; потом установили опалубку под будущую плиту высотой 80 мм; уложили сеточную арматуру из проволоки Ш5 Вр – I с шагом стержней 100 мм по схеме армирования, принятой для неразрезных железобетонных плит, с расположением арматурной сетки в зонах действия максимальных пролетных и опорных изгибающих моментов. Для обеспечения совместности работы стальных балок

и будущей железобетонной плиты к верхнему поясу двутавров приваривались два ряда анкерных стержней Ш10 АIII с шагом 150 мм в середине пролета, 100 мм – по концам балок (рис. 1).

Рис. 1. Армирование плиты сталежелезобетонного перекрытия

В ходе экспериментальных исследований выявлялись:

- поведение балок в период заливки и твердения бетона;
- изменения деформаций, напряжений в сечениях и прогибов стальной балки.

Для этого на стальную балку наклеивались электротензорезисторы с базой 20 мм, а для мониторинга прогибов балок устанавливались под каждой балкой стойки с измерительной шкалой.

После выполнения всех подготовительных работ были сняты «нулевые» показатели. Заливка монолитного бетона выполнялась при температуре в цехе $+26^0$С без рывков, с подачей его через «рукава» бетонасоса. Попутно для определения расчетных характеристик бетона забивались стандартные кубы 100х100х100 мм; применялся бетон класса В22,5. Уплотнение бетона производилось глубинным вибратором (рис. 2). Выравнивание и уход за бетоном в период твердения производились по общеизвестной технологии, принятой для цехов железобетонных конструкций.

Рис. 2. Процесс замоноличивания железобетонной плиты

Показания приборов снимались через каждый час, от «0» до момента стабилизации деформаций. За условный «0» принято время завершения формования плиты перекрытия. В начальное время свежеуложенный бетон плиты перекрытия создавал нагрузку на стальные балки, но по прохождении времени бетон приобретал прочность по мере силикатизации цементного теста. С приобретением бетоном прочности формировалось композитное сталежелезобетонное сечение, состоящее из стальной балки и железобетонной плиты. Основной задачей эксперимента было выявление влияния процесса образования сталежелезобетонного сечения на общее напряженно-деформированное состояние перекрытия. Поэтому показания приборов снимались каждый час, начиная с условного «0». Сняты показания, построены графики изменения прогибов балок, относительных деформаций в разных точках нормального сечения стальных балок.

Анализ изменения прогибов (рис. 3) показывает, что с «0» часов до 6-7 часов в период твердения бетона происходит уменьшение прогибов, что можно объяснить образованием композитного сечения и увеличением изгибной жесткости сечения по сравнению со стальной балкой, в дальнейшем прогибы стабилизировались (рис. 3). На рис. 4 представлена диаграмма изменения относительных деформаций в уровне нейтральной оси стальной балки. Анализ диаграммы показывает, что до 3-4 часов происходит медленное наращивание деформаций (теоретически на уровне нейтральной оси сечения по высоте балки деформации не должны меняться). После 4-5 часов идет резкое наращивание деформаций балки (в 3-4 раза), что можно объяснить образованием сталежелезобетонного сечения и подъемом нейтральной оси балки, работавшей как стальная конструкция, на новый уровень, соответствующей нейтральной оси составного сталежелезобетонного изгибаемого элемента.

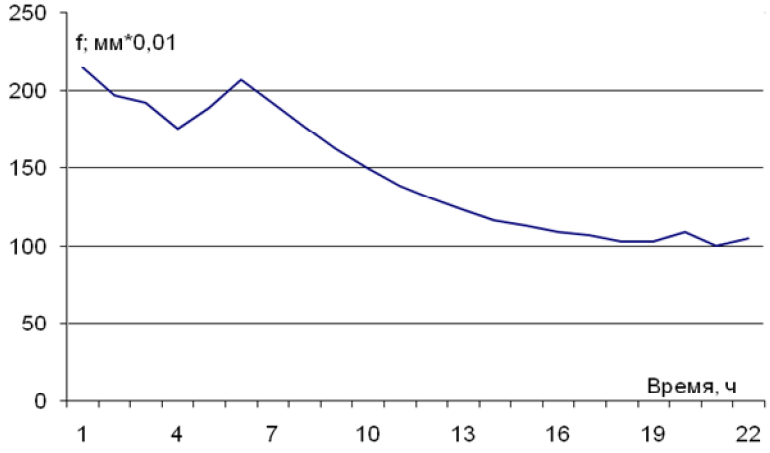

Рис. 3. График изменения прогибов средней балки перекрытия

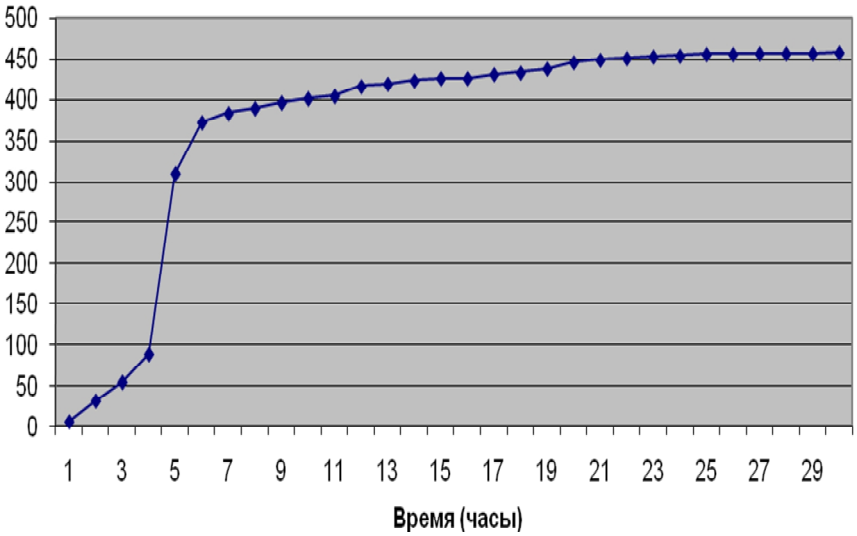

Рис. 4. Диаграмма изменения напряжений на уровне н.о. стальной балки

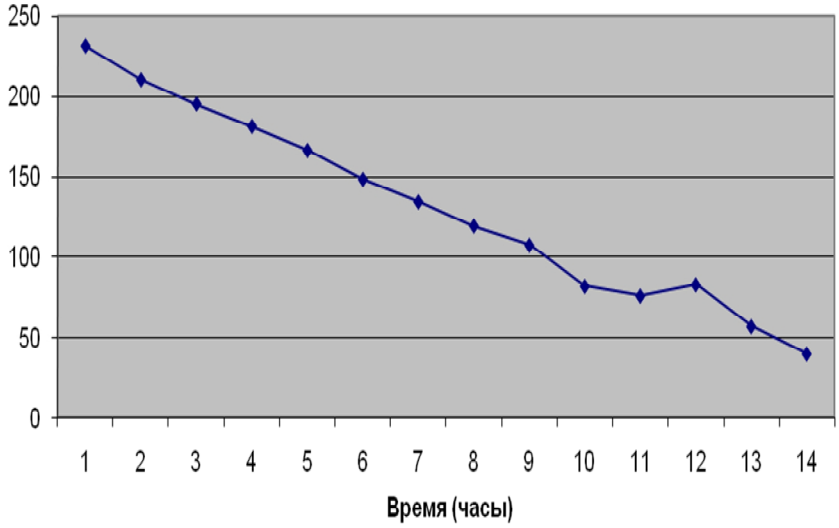

Рис. 5. Диаграмма изменения напряжений в.п. стальной балки

На рис. 5 представлена диаграмма изменения напряжений в верхнем поясе стальной балки, что показывает интенсивный рост напряжений в крайних фибрах верхнего пояса балки. Через 14-15 часов с начала твердения бетона напряжения в верхнем поясе уменьшаются в 5 раз, что подтверждает образование нового сечения изгибаемого элемента с увеличенными жесткостными характеристиками. А на рис. 6 представлен график изменения напряжений в нижнем поясе стальной балки, который показывает резкое увеличение напряжений после 3 часов с момента начала твердения, а после 5-6 часов стабилизируется и далее не увеличивается. Интенсивный рост значений напряжений в начальный период объясняется также образованием сталежелезобетонного сечения и подъемом нейтральной оси сечения стальной балки на новую отметку – на отметку нейтральной оси составного сечения.

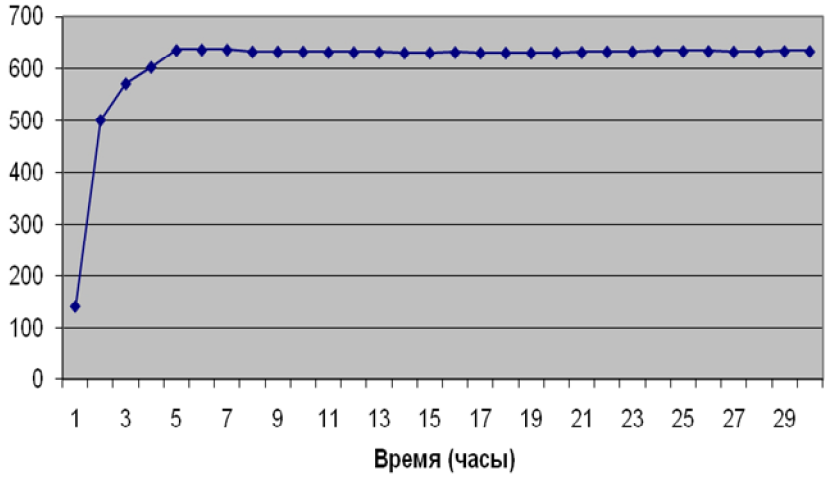

Рис. 6. График изменения напряжений в н.п. стальной балки

Заключение

1. Экспериментальными исследованиями подтверждены предположения о влиянии времени твердения бетона на напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонного перекрытия.

2. Исследованиями установлено:

- в период твердения бетона происходит обратный выгиб несущих элементов перекрытия;
- меняются деформации и напряжения по всей высоте сечения стальной балки.

3. Для учета в практических расчетах экспериментально выявленных деформаций и напряжений в период твердения бетона требуются дальнейшие экспериментально-теоретические исследования сталежелезобетонных перекрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию железобетонной конструкций с жестким армированием. – М.: Стройиздат, 1978. – 55 с.
2. Проектирование сталежелезобетонных перекрытий промышленных зданий. – Минск: Госстрой БССР, 1988. – 31 с.
3. Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой СТО 0047. – М., ЗАО ЦНИИПСК им. Мельникова, 2005. – 43 с.
4. Мирсаяпов И.Т., Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Оценка прочности нормальных сечений сталежелезобетонных изгибаемых элементов при однократном статическом нагружении // Сборник статей РААСН. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2001. – С. 247-250.
5. Мирсаяпов И.Т., Замалиев Ф.С. Расчет прочности сталежелезобетонных изгибаемых конструкций на основе аналитических диаграмм//Разработка и исследование металлических и деревянных конструкций. Сборник научных трудов. – Казань: КГАСА, 1999. – С. 142-149.

REFERENCES

1. Management on designing ferro-concrete designs with rigid reinforcing. – M.: Stroyizdat, 1978. – 55 p.
2. Designing steelconcrete overlappings of industrial buildings. – Minsk, Gosstroy BSSR, 1988. – 31 p.
3. Overlappings steelconcrete with a monolithic plate STO 0047.-2005.-M., ZAO CNINPSK n. Melnikova, 2005. – P. 43.
4. Mirsayapov I.T., Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Estimation of durability of normal sections steelconcrete bent elements at unitary static loadings // The collection of articles RAASN. – N. Novgorod: NGASU, 2001. – P. 247-250.
5. Mirsayapov I.T., Zamaliev F.S. Durability calculation concretesteel bent designs on the basis of analytical diagrams/Workings out and research of metal and wooden designs. The collection of proceedings. – Kazan: KSABA, 1999. – P. 142-149.