



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
METAL CONSTRUCTIONS

№2, ТОМ 15 (2009) 123-131

УДК 624.131.001.24

(09)-0190-1

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСУ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙ ПРОСІДАЮЧОЇ ОСНОВИ

Н.Г. Сайгак¹, К.Ф. Жаданова¹, П.В. Кокосуєв²

¹Запорізька державна інженерна академія,

226, пр. Леніна, м. Запоріжжя, Україна.

E-mail: NataliaSaigak@gmail.com

²ТОВ "Настрой", 1/25, вул. Копенкіна, м. Запоріжжя, Україна.

E-mail: Kokoshuev@gmail.com

Отримана 13 квітня 2009; прийнята 17 квітня 2009

Анотація. Розглядається напружено-деформований стан сталевих каркасів багатопрольотної виробничої будівлі з урахуванням деформацій просідаючої основи. Дослідження виконано з метою оцінки експлуатаційної надійності сталевих конструкцій каркаса складального корпусу №1 ВАР "Запоріжтрансформатор", який було збудовано в середині минулого століття. Аналізуються результати обстеження конструкцій, яке було виконане 2006р. Для температурного блоку будівлі з розмірами 138,0x108,0м визначені вертикальні зміщення колон та побудовано поверхню, що характеризує деформації просідаючої основи. Із використанням ПК SCAD виконано комплекс розрахунків, що включає розрахунок плоскої рами на дію постійних, снігових, вітрових та кранових навантажень та просторовий розрахунок температурного блоку будівлі на просідання ґрунтової основи. Результати розрахунків показують, що саме деформації ґрунтової основи є основним фактором, що визначає напружено-деформований стан сталевих конструкцій каркаса будівлі. Окрім цього, суттєвим фактором, що впливає на стан багатопрольотного покриття, є нерозрізний характер роботи сталевих ферм. Аналіз результатів розрахунків дозволяє зробити висновок про адекватність прийнятих розрахункових схем дійсній роботі каркаса в умовах нерівномірних деформацій ґрунтової основи.

Ключові слова: сталевий каркас, основа, що деформується, просідання ґрунту, розрахункова схема, експлуатаційна надійність.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРОСАДОЧНОГО ОСНОВАНИЯ

Н.Г. Сайгак¹, К.Ф. Жаданова¹, П.В. Кокосуєв²

¹Запорожская государственная инженерная академия

226, пр. Ленина, г. Запорожье, Украина.

E-mail: NataliaSaigak@gmail.com

²ООО "Настрой", 1/25, ул. Копенкина, г. Запорожье, Украина.

E-mail: Kokoshuev@gmail.com

Получена 13 апреля 2009; принята 17 апреля 2009

Аннотация. Рассматривается напряженно-деформированное состояние стального каркаса многопролетного производственного здания с учетом деформаций просадочного основания. Исследование

выполнено с целью оценки эксплуатационной надежности стальных конструкций каркаса сборочного корпуса №1 ОАО "Запорожтрансформатор", возведенного в середине прошлого века. Анализируются результаты обследования конструкций корпуса, выполненного в 2006г. Для температурного блока здания размером 138,0x108,0м инструментально определены вертикальные перемещения колонн и построена поверхность, характеризующая деформации просадочного основания. С применением ПК SCAD выполнен комплекс расчетов, включающий в себя расчет плоской рамы на действие постоянных, снеговых, ветровых и крановых нагрузок и пространственный расчет, температурного блока здания на просадку грунтового основания. Результаты расчетов показывают, что именно деформации просадочного основания являются основным фактором, определяющим напряженно-деформированное состояние стальных конструкций каркаса здания. Кроме этого, существенным фактором, влияющим на состояние многопролетного покрытия, является неразрезной характер работы стальных ферм. Выполненный анализ расчетов позволяет сделать вывод об адекватности принятых расчетных схем в условиях неравномерных деформаций грунтового основания.

Ключевые слова: стальной каркас, деформируемое основание, просадка грунта, расчетная схема, эксплуатационная надежность.

ESTIMATION OF THE IN-SERVICE RELIABILITY OF STEEL STRUCTURES OF AN INDUSTRIAL BUILDING FRAME REGARDING NON-UNIFORM DEFORMATIONS OF SUBSIDENCE SOIL

N.G. Saigak¹, K.F. Zhadanova¹, P.V. Kokoshuev²

¹Zaporizhzhya State Engineering Academy

226, Lenin ave., Zaporizhzhya, Ukraine.

E-mail: NataliaSaigak@gmail.com

²1/25, Kapenkin str., LTD "Nastroy", Zaporizhzhya, Ukraine.

E-mail: Kokoshuev@gmail.com

Received 13 April 2009; accepted 17 April 2009

Abstract. Industrial building multi-span steel frame deflected mode regarding a subsidence soil non-uniform deformations is examined. The analysis was carried out to estimate the JSC "Zaporozhtransformator" assembly department No.1 steel structures in-service reliability. The results of the structures examination performed in 2006 are analyzed. For a temperature block of a building as big as 138.0x108.0 m vertical column displacements were determined and the surface characterizing a subsidence soil deformation was built. Using the PC SCAD a complex of computations comprising a computation of a plane frame for dead, snow, wind and crane loads and a temperature block spatial computation for the ground base subsidence were carried out. Computation results show ground base deformations are the very factor specifying a steel frame deflected mode. Besides, a substantial factor effecting a multi-span roof state is a continuous nature of steel trusses operation. The analysis carried out allows to draw a conclusion of the model adequacy to frame actual operation under non-uniform ground base deformations.

Keywords: steel frame, deformed base, subsidence soil, analysis model, in-service reliability.

В современном промышленном строительстве значительный объем составляют работы по реконструкции зданий и сооружений или по усилению их отдельных элементов. В связи с этим все большую актуальность приобретают вопросы оценки технического состояния конструкций, дальнейшая эксплуатация которых представляется проблематичной.

Вопросы оценки технического состояния конструкций эксплуатируемых зданий решаются на основе натурного обследования с выявлением имеющихся дефектов и повреждений. Для анализа действительной работы конструкций выполняют проверочные расчеты.

Расчет конструкций эксплуатируемых зданий с целью оценки их технического состояния

имеет ряд особенностей, нашедших свое отражение в действующих нормах [1].

Для зданий, возведенных на просадочных грунтах, причиной появления дефектов и повреждений могут быть неравномерные деформации просадочного основания. Отклонения от проектного положения фундаментов здания приводят к перекосу элементов каркаса, изменению их напряженно-деформированного состояния. Проверочный расчет таких зданий, наряду с расчетом на уточненные нагрузки и воздействия, должен содержать расчет, учитывающий неравномерные деформации просадочного основания.

Первые работы по расчету зданий и сооружений на просадочных грунтах использовали простейшие расчетные схемы: бескаркасные здания моделировались балочными системами [2]; расчет каркасных зданий сводился к расчету плоских рам [3].

Современный подход к исследованию взаимодействия системы "здание-основание" базируется на пространственных расчетных моделях, в которых грунтовое основание рассматривается как многослойное тело, моделирующее геологическое строение просадочной толщи площадки [4, 5]. При этом представляется возможным учесть неравномерность деформаций грунта, обусловленную локальным замачиванием, неоднородностью состава отдельных слоев, наличием инородных включений в виде техногенных отложений и пр. Такой расчет позволяет прогнозировать неравномерные осадки грунта и, соответственно, изменение напряженно-деформированного состояния конструкций. Однако при оценке технического состояния эксплуатируемых объектов, возведенных на просадочных грунтах, часто возникает необходимость в решении несколько иной задачи, в которой исходными данными для определения напряженно-деформированного состояния конструкций служат их деформации, отклонения от проектного положения, зафиксированные в результате инструментального обследования.

Данная работа посвящена анализу напряженно-деформированного состояния стального каркаса промышленного здания, конструкции которого из-за неравномерных деформаций грунтового основания получили разной

величины отклонения от проектного положения. Задача реализована с целью оценки эксплуатационной надежности стального каркаса сборочного корпуса №1 ОАО "Запорожтрансформатор" (ЗТР), возведенного в середине прошлого века.

В процессе эксплуатации конструкции сборочного корпуса неоднократно обследовались и усиливались. В 2006г. очередное обследование корпуса было выполнено специалистами ООО "Настрой" (г. Запорожье). Комплекс выполненных работ включал в себя:

- визуальный осмотр конструкций;
- техническое обследование с использованием современных приборов;
- расчет плоской рамы каркаса, состоящей из колонн и ферм реальной геометрии на уточненные нагрузки;
- пространственный расчет температурного отсека здания на неравномерные деформации просадочного основания.

Здание возведено на фундаментах мелкого заложения, опирающихся на более чем тридцатиметровую толщу просадочных грунтов в виде лессовидных суглинков и супесей. Неравномерные просадки грунтового основания наблюдались в течение всего срока службы объекта, что значительно усложнило его эксплуатацию и стало причиной периодических усилений стальных конструкций каркаса.

Визуальный осмотр конструкций выполнялся с пола цеха, ремонтных площадок и мостовых кранов. Использовались бинокли с 8- и 12-кратным увеличением, дефекты фиксировались цифровым фотоаппаратом. Фиксировались также ранее выполненные усиления конструкций.

Обследованию подлежали кирпичные стены, железобетонные конструкции покрытия и стальные конструкции каркаса — стропильные фермы, колонны, подкрановые балки. Более чем полувековой срок эксплуатации корпуса по-разному отразился на состоянии несущих конструкций каркаса.

Стальные колонны корпуса запроектированы с ветвями из двутавров или швеллеров и решеткой из парных уголков. При обследовании были обнаружены небольшие местные деформации отдельных элементов колонн. Судя по характеру повреждений, эти дефекты

вызваны механическим путем. Коррозионный износ колонн не превышает 5%.

Стальные подкрановые балки в малых пролетах запроектированы из прокатного двутавра №55, верхний пояс которого усилен швеллером №30. В остальных пролетах подкрановые балки запроектированы из сварных двутавров. В процессе эксплуатации в результате рихтовки подкрановых путей некоторые подкрановые балки оказались подрезанными в опорных узлах и усиленными. В результате обследования существенных повреждений не обнаружено. Коррозионный износ подкрановых балок составляет примерно 5%.

Стропильные фермы из парных уголков в процессе эксплуатации оказались самыми уязвимыми конструкциями каркаса. Большая часть ферм уже имеет элементы нижнего пояса и раскосы, усиленные методом увеличения сечения, элементы верхнего пояса — методом подведения дополнительных распорок. При обследовании обнаружено несколько ферм, у которых имеются искривления в крайних панелях нижнего пояса, свидетельствующие о работе конструкции по неразрезной схеме. Коррозионный износ ферм и связей по покрытию составляет от 10 до 15%.

Измерения осадок колонн выполнялись с помощью тахеометра "Торсон TPS 3003N", позволяющего измерять координаты всех точек с точностью до 1мм, определять реальные отметки различных точек конструкций, которые при строительстве должны быть установлены на одном уровне. Измерялись высотные координаты нижних опорных узлов ферм покрытия; по отметкам этих узлов строилась поверхность, наглядно иллюстрирующая картину деформаций просадочного основания (рис. 1). Кроме того, производились точечные измерения относительных координат отдельных прогонов, ферм и колонн для проверки их положения.

Результаты измерения осадок и сравнение их с данными 1985г. показывают, что осадки здания продолжают, но происходят они с меньшей интенсивностью и большей равномерностью.

С целью оценки пригодности стального каркаса к дальнейшей эксплуатации был выполнен комплекс расчетов с применением ПК SCAD [6, 7], основанного на методе конечных элементов.

На первом этапе был выполнен расчет плоской семипролетной рамы с реальной геометрией стропильных ферм и колонн на действие постоянных, снеговых, ветровых и крановых нагрузок. Постоянная нагрузка от собственного веса покрытия корпуса определялась по его фактическому составу с учетом данных о взвешивании железобетонных плит покрытия размером 2300х500мм, реальной толщины асфальтовой стяжки. Учитывалось также возможное увеличение постоянной нагрузки от покрытия при последующих ремонтах кровли. Коррозия стали и повреждения в виде искривлений стержней сквозных конструкций учитывались в соответствии с нормами [1], снижением жесткостных характеристик элементов. В расчете учитывались также все предыдущие усиления элементов каркаса.

Расчетная схема рамы представлена на рис. 2. Для определения НДС системы был выполнен статический расчет в линейной постановке.

Расчетом получены значения перемещений всех узлов и усилия во всех элементах системы. Далее в автоматизированном режиме рассматривалось сочетание усилий и выполнялась проверка прочности и устойчивости элементов ферм и колонн. Расчетное сопротивление стали принято равным $R_y = 210$ МПа.

При расчете ферм в системе рамы, как статически неопределимой системы, в крайних панелях нижнего пояса ферм пролетом 18м обнаружены сжимающие усилия. При традиционном расчете ферм по разрезной схеме весь нижний пояс всегда растянут. Не вызывает сомнения тот факт, что в 50-ых годах прошлого века при проектировании ферм использовались простейшие разрезные схемы, и потому нижний пояс запроектирован как растянутый. Об этом свидетельствуют принятые сечения элементов и характер расположения прокладок между уголками. С переменной знака усилий гибкость стержней стала превышать предельную величину, а напряжения — расчетное сопротивление. Максимальный коэффициент использования несущей способности в названных элементах нижнего пояса составляет 1,27. Полученные результаты расчета вполне согласуются с данными натурного обследования, где зафиксированы искривления крайних панелей нижнего поясов ферм пролетом 18м. Напряженное

состояние остальных элементов ферм характеризуется значениями коэффициента использования несущей способности, изменяющимися в пределах: для поясов — 0,5...0,9; для раскосов — 0,6...0,9. В колоннах означенный коэффициент изменяется в большем диапазоне: для ветвей колонн в малых пролетах — 0,2...0,8; для ветвей

высоких колонн — 0,3...0,7; для элементов решетки колонн — 0,2...0,6.

Работа многопролетных конструкций покрытий по неразрезной схеме наблюдается при обследовании эксплуатируемых зданий, возведенных в середине прошлого века довольно часто. Причины возникновения такого явления

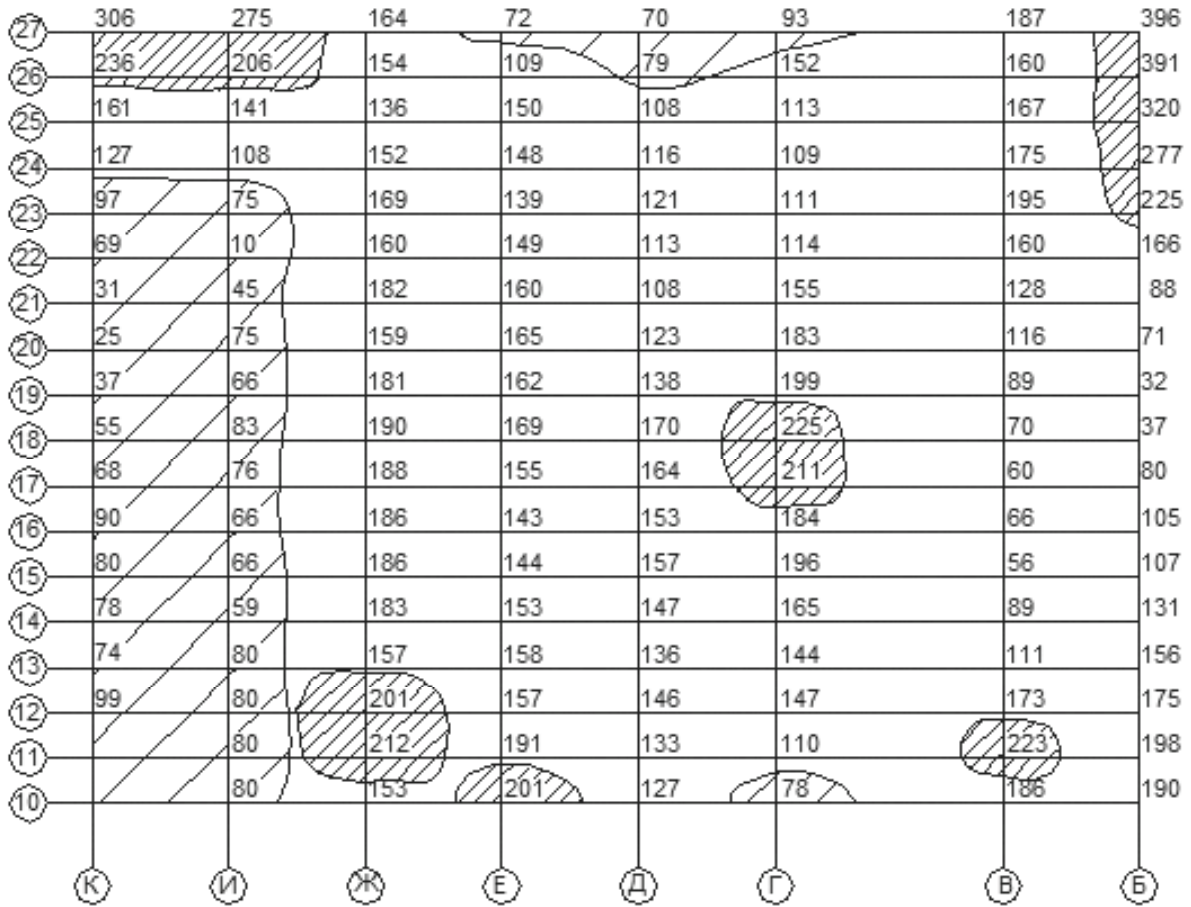


Рис. 1. Деформация S (мм) просадочного основания температурного отсека.

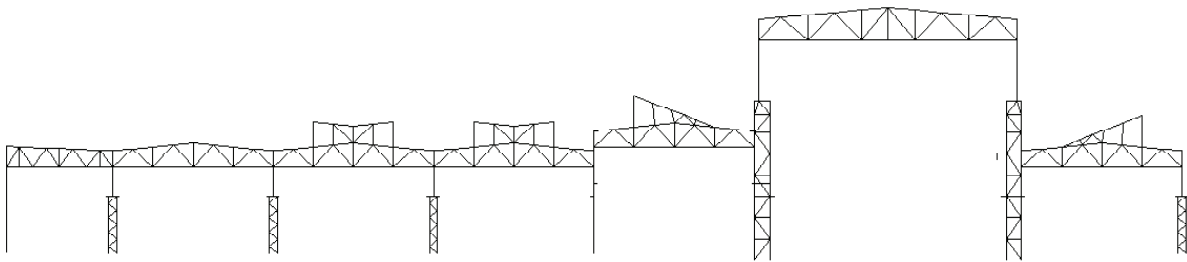


Рис. 2. Расчетная схема плоской рамы.

и его возможные последствия обсуждаются, в частности, в работах [8,9].

Принятая расчетная схема позволяет получить усилия в стержнях ферм не только от вертикальных нагрузок, приложенных непосредственно в узлах ферм, но и оценить влияние нагрузок, приложенных к колоннам рамы. Результаты расчета свидетельствуют о том, что указанные нагрузки, действующие горизонтально, вызывают незначительные дополнительные знакопеременные усилия в поясах ферм и практически не влияют на усилия в раскосах. В целом усилия от горизонтальных нагрузок не меняют общей картины напряженно-деформированного состояния ферм, определя-

емой вертикальными нагрузками на ферму: постоянной и снеговой.

Для оценки влияния неравномерных просадок грунта основания выполнен расчет по пространственной схеме температурного отсека здания в осях "10"- "27". Расчетная схема отсека включала в себя 18 плоских семипролетных рам, с реальной геометрией колонн и ригелей, соединенных между собой подкрановыми балками, прогонами, системой связей между колоннами, а также связями по верхним и нижним поясам ферм (рис. 3). Нагрузка на каркас здания задавалась в виде неравномерных вертикальных деформаций опор колонн, значения которых определялись как высотные координаты

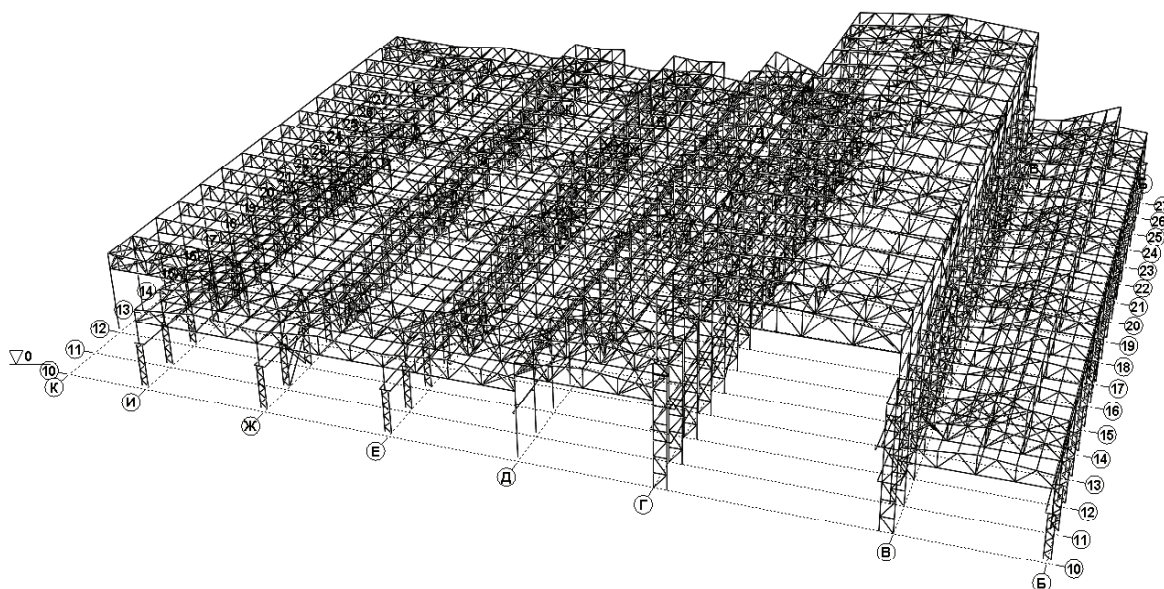


Рис. 3. Расчетная схема температурного блока.

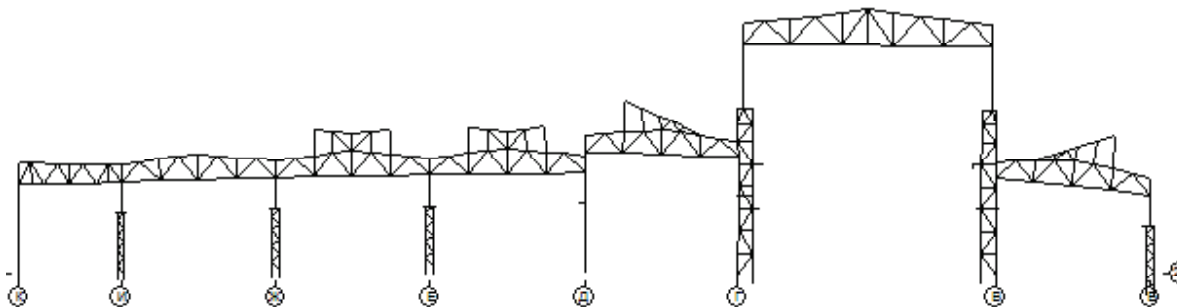


Рис. 4. Деформированная схема отсека по оси "26".

нижних опорных узлов ферм с помощью тахеометрической съемки. На рис. 1 эти деформации представлены как деформации S просадочного основания температурного отсека в осях "10"-"27".

Для моделирования перемещений опор применялись специальные "нуль-элементы" — стержни, имеющие длину, равную просадке грунта S под соответствующей колонной, и жесткость, равную нулю.

При анализе результатов расчета особое внимание уделялось напряженно-деформированному состоянию ферм — конструкций, представляющих наибольшую опасность для эксплуатационной надежности корпуса.

О неравномерности просадочных деформаций судят по отношению $\Delta S/L$. Анализ деформаций просадочного основания (рис. 1) показывает, что наибольшая неравномерность в продольном направлении наблюдается в осях "24"-"25" по ряду "Б" и составляет 0,018; в поперечном направлении — в рядах "Б"-"В" по оси "26" и составляет 0,013. Оба показателя значительно превышают предельную величину, установленную современными нормами — 0,004.

В рассматриваемом температурном отсеке расположено 106 ферм пролетом 18м, 17 из которых имеют относительную деформацию $\Delta S/L$, превышающую предельное значение; из 18 ферм пролетом 30м с превышением предельной деформации между опорами насчитывается 3.

Для анализа напряженного состояния конструкций покрытия выбрана ферма пролетом 18м, расположенная по оси "26" в рядах "Б"-"В" в зоне наибольших просадочных деформаций ($\Delta S/L=0,013$). Срез деформированной схемы отсека по оси "26" представлен на рис. 4.

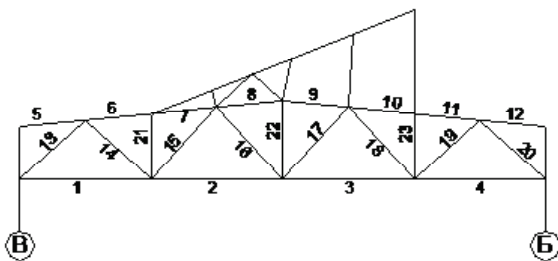


Рис. 5. Конструктивная схема фермы в пролете "Б-В".

Конструктивная схема фермы в рядах "Б-В" представлена на рис. 5. Нижний пояс фермы, выполненный из двух уголков 65x8, в процессе эксплуатации усилен полосовой сталью 200x14; верхний пояс из двух уголков 120x80x10 в подфранной зоне дополнительно раскреплен распорками, уменьшающими его расчетную длину из плоскости фермы. В связи с появлением трещин во фланцевых листах толщиной 20мм, прикрепляющих верхний пояс фермы к колонне, была усилена первая панель верхнего пояса и узел сопряжения его с колонной. Усилен листом также опорный раскос, выполненный из двух уголков 100x75x10.

Результаты выполненных расчетов приведены в табл. 1. Для рассматриваемой фермы дополнительно были определены усилия в стержнях от постоянной и снеговой нагрузок при расчете ее по разрезной схеме, соответствующей традиционному расчету. Приведены также усилия в стержнях фермы от постоянной и снеговой нагрузок, полученные с применением плоской расчетной схемы рамы, приведенной на рис. 2. Табл.1 содержит также усилия в стержнях фермы от просадки грунтового основания, полученные с применением пространственной расчетной схемы, изображенной на рис.3, а также значения несущей способности элементов фермы на растяжение и сжатие, полученные с учетом ранее выполненных усиленных.

Анализ результатов выполненных расчетов показывает, что усилия в рассматриваемой ферме от просадочных деформаций грунтового основания во многих стержнях значительно превышают усилия от постоянной и снеговой нагрузок, полученные расчетом как по неразрезной, так и по разрезной схемам. Естественно предположить, что именно деформации основания явились причиной появления повреждений фермы и последующего усиления ее элементов. Из сравнения усилий в стержнях ферм с их несущей способностью видно, что в данный момент в усилении нуждаются также стержни 14, 15 и 19.

Отметим, что полученная картина усилий характерна для фермы, расположенной в зоне наибольшей неравномерности как в продольном, так и в поперечном направлениях (см. рис. 1). Соседняя тридцатиметровая ферма,

расположенная в пролете "В-Г", в процессе эксплуатации не усиливалась; полученные расчетом усилия от просадки грунта составляют незначительную долю усилий от постоянной нагрузки, причем в большинстве случаев с противоположным знаком, т.е. просадка в какой-то степени разгружает ферму. Расчетом установлено, что ни один из стержней указанной фермы в усилении не нуждается.

Выполненный анализ результатов позволяет сделать вывод об адекватности принятых расчетных моделей действительной работе каркаса в условиях неравномерных деформаций грунтового основания.

Для обеспечения безаварийной работы каркаса необходима система хорошо налаженного мониторинга технического состояния его конструкций, включающая в себя не только наблю-

дения за просадками здания, но и автоматизированные расчеты, позволяющие реально оценивать последствия происходящих явлений.

Литература

1. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель та споруд, що знаходяться в експлуатації. /Держ.ком.України в справах архітектури, будівництва та охорони історичного середовища .—Київ, 1995р.
2. Метелюк Н.С. Совершенствование расчета сооружений, возводимых в сложных грунтовых условиях. - Киев: Будівельник, 1980, — 144с.
3. Клепиков С.Н., Трегуб А.С., Матвеев И.В. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах. // Киев: Будівельник, 1987, — 200с.
4. Жук В.В., Корнієв М.В. Дослідження характеру взаємодії каркасних будівель з нерівномірно просідаючою ґрунтовою основою.//Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць

Таблица 1. Усилия в стержнях фермы по оси "26" в рядах "Б-В", кН.

Элемент фермы	Номер стержня	Традиционный расчет	Расчет по схеме рис. 2	Расчет по схеме рис. 3	Несущая способность, кН	
					на растяжение	на сжатие
Нижний пояс	1	150.5	-27.2	-663	1002	-770
	2	263.9	155.8	-558		
	3	263.9	189.1	-216		
	4	150.5	102.2	46		
Верхний пояс	5	0	162.2	946	1226	—
	6	-233.4	-175	469	806	-621
	7	-233.4	-75.6	409		
	8	-259.3	-156.4	197		
	9	-259.3	-170.1	300		
	10	-233.4	-161.6	23		
	11	-233.4	-161.3	59		
	12	0	29.9	228		
Раскосы	13	-202.5	-298.7	-367		
	14	109.9	181.9	281	238	—
	15	-47.1	-71	-290	—	-232
	16	-8.7	32.4	147	290	-232
	17	-8.7	-17.3	-185	290	-232
	18	-47.1	-27.8	225	290	-232
	19	109.9	91.9	-258	238	-179
	20	-202.5	-186.9	336	701	-561
Стойки	21	-38.7	-68.3	27	290	-189
	22	12.9	-10.1	28	290	-189
	23	-38.7	-40	7	290	-189

- (будівництво). Вип. 71 — Київ, НДІБК, 2008р. — С. 486-492.
5. Марков А.И., Кокошуев П.В. и др. Практика моделирования напряженно-деформированного состояния зданий на просадочных грунтах.// Труды международной конференции по геотехнике: "Взаимодействие сооружений и оснований: методы расчета и инженерная практика". — Санкт-Петербург: 2005. — С.129 - 132.
 6. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Structure вер.7.29 и 7.31 для пользователя.— Киев, 2003г.
 7. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Office. Реализация СНиП в проектирующих программах.— М.: Издательство АСВ, 2004.—288с.
 8. Єрмак Є.М. Дійсна робота і розрахунок працездатності нерозрізних сталевих конструкцій виробничих будівель. //Будівництво України.— №6.—2002р., —С. 14-1.
 9. Жаданова К.Ф., Егоров Ю.П. и др. Компьютерный анализ работы стальных конструкций корпусов электролизного производства ЗАЛК.// Металургия. Збірник наукових праць. Запоріжжя: ЗДІА, 2005. — Вип. 12. — С. 133-138.

Сайгак Наталя Геннадіївна — аспірант кафедри "Міське будівництво та господарство" Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи та удосконалення розрахунків сталевих конструкцій в складних ґрунтових умовах.

Жаданова Клавдія Федорівна — кандидат технічних наук, доцент кафедри "Міське будівництво та господарство" Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: розрахунки та забезпечення експлуатаційної надійності сталевих конструкцій.

Кокошуєв Павло Вікторович — головний спеціаліст ТОВ "Настрій". Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи та удосконалення розрахунків будівельних конструкцій в складних ґрунтових умовах.

Сайгак Наталья Геннадиевна — аспирант кафедры "Городское строительство и хозяйство" Запорожской государственной инженерной академии. Научные интересы: исследование действительной работы и усовершенствование расчетов металлических конструкций в сложных грунтовых условиях.

Жаданова Клавдия Федоровна — канд. техн. наук, доцент кафедры "Городского строительства и хозяйства" строительного факультета строительства и водных ресурсов Запорожской государственной инженерной академии. Научные интересы: расчет и обеспечение эксплуатационной надежности металлических конструкций.

Кокошуєв Павел Викторович — главный специалист ООО "Настрій". Научные интересы: исследование действительной работы и усовершенствование расчетов строительных конструкций.

Saigak Natalia Gennadiyivna — a postgraduate student of Urban Development and Services Department at Zaporizhzhya State Engineering Academy. Research interests are: investigation of steel structures actual operation in complicated soil conditions and improvement of their computation.

Zhadanova Klavdiya Fedorovna — Ph. D. (Eng.), an Associate Professor of Urban Development and Services Department at Zaporizhzhya State Engineering Academy. Research interests are: computation and in-service reliability support of steel structures.

Kokoshuyev Pavlo Viktorovich — the main specialist at LTD "Nastroy" (Zaporizhzhya). Research interests are: investigation of building structures actual operation in complicated soil conditions and improvement of their computation.