

Р. Н. ЯГОЛКОВСКИЙ, Р. Б. ОРЛОВИЧ,
Л. Г. ГОЛОВКО, В. В. ЖУК, А. В. МУХИН,
Ю. В. САПУНОВ, Ю. М. СЕРГЕЕВ

ЭФФЕКТИВНЫЕ СТАЛЬНЫЕ ФЕРМЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Коллективом кафедры металлических конструкций Брестского инженерно-строительного института совместно с отделом производственных сельскохозяйственных комплексов зданий и сооружений БелНИИгипросельстроя проведены изыскания и внедрены стальные фермы для покрытий зданий строящегося Гомельского промышленного комплекса по откорму 108 тысяч свиней в год.

Несущими конструкциями покрытия указанных корпусов этого комплекса являются стальные бесфасоночные фермы с неразрезным верхним поясом коробчатого сечения, разработанные Укрпроектстальконструкцией (рис. 1.1 и 1.2); шаг ферм 6,0 м, пролет 18,0 м; по фермам укладываются сборные железобетонные плиты размерами 3,0×6,0 м. Масса одной фермы 1340 кг, что составляет 12,5 кг стали на 1 м² производственной площади здания.

Строительство Гомельского промышленного комплекса осуществляется по типовому проекту № 819-169, в состав которого входят два корпуса откорма (т. п. № 802-227) и два корпуса репродукции (т. п. № 802-225). Для кровельного покрытия корпуса репродукции БелНИИгипросельстроем была разработана стальная стропильная ферма, по геометрической схеме соответствующая ферме Укрпроектстальконструкции (рис. 1.1), но с сечениями элементов, указанными на рис. 1.3. Сохранив основные габариты типовой стальной фермы, предусмотренной в типовом проекте № 802-225, были приняты сечения элементов из одиночных профилей.

Силовая ось стропильной фермы проходит через центры тяжести профилей решетки и поясов. Масса стали на ферму была уменьшена более чем на 160 кг и составила 1180 кг. Таким образом, был сокращен расход стали более чем на 15% по сравнению с вариантом типового проекта.

С целью проверки действительной работы стальных ферм из одиночных профилей кафедрой металлических конструкций совместно с отделом производственных сельскохозяйственных комплексов было проведено испытание в условиях строительной площадки блока покрытия из трех стальных ферм с соответствующей расстановкой связей. Напряженно-деформированное состояние в сечениях элементов при нагружении исследовалось проволоочными тензорезисторами с базой 20 мм с регистрацией изменения сопротивления автоматическим измерителем деформаций АИД-4М. Измерение прогибов от приложенных нагрузок выполнялось прогибомерами системы 6ПАО с ценой деления 0,01 мм.

Тензорезисторы были наклеены на всех элементах одной половины средней фермы. Причем в сечениях угловых профилей (стойки, раскосы) было установлено по 3 тензорезистора, на поясах — от 5 до 10 тензорезисторов.

Нагрузкой являлись железобетонные плиты $3,0 \times 6,0$ м, масса каждой из которых была предварительно установлена. Нагружение осуществлялось поэтапно: первых три этапа — до величины нормативной нагрузки (включая и ее), четвертый этап — нагрузка соответствовала величине расчетной и последний, пятый этап — нагрузка соответствовала перегрузке на 12% по сравнению с величиной расчетной нагрузки.

В результате проведенных испытаний было установлено, что относительный прогиб при нормативной нагрузке составил $1/385$ пролета, что значительно меньше установленной СНиП [2]. Характер увеличения прогибов на протяжении всех этапов загрузки, включая и этап, соответствующий расчетной нагрузке и последующий, имел линейную зависимость от нагрузки, т. е. прогибы ферм на всем диапазоне нагрузки носили упругий характер. Изменения деформаций в сечениях элементов в диапазоне прикладываемых нагрузок также имели упругий характер. В целом проведенные испытания показали достаточную несущую способность и жесткость испытываемых стальных стропильных ферм.

Применение этих ферм для конструкций покрытия одного корпуса дало возможность уменьшить массу стали на 35,8 т, или на 11%, по сравнению с типовым проектом.

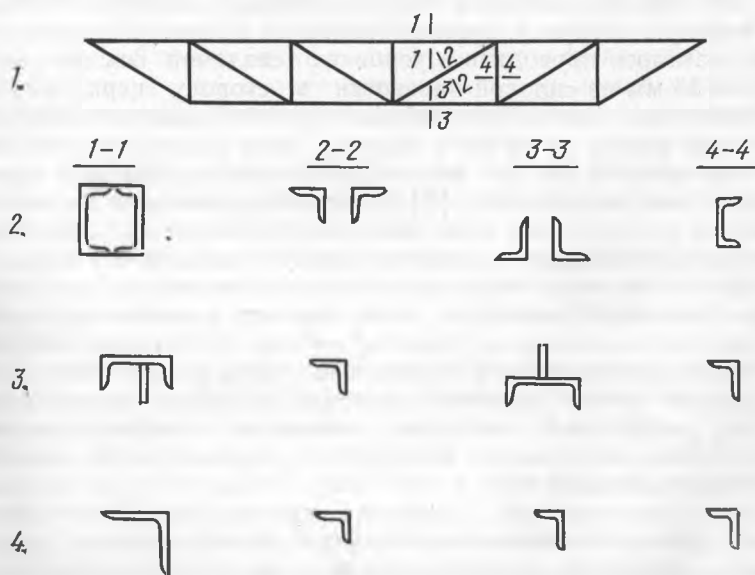


Рис. 1. Стальная стропильная ферма:

1—геометрическая схема фермы; 2—типы сечений элементов типовой фермы Укрпроектсталь-конструкции; 3—типы сечений элементов фермы корпуса репродукции; 4—типы сечений элементов фермы корпуса откорма.

Одновременно разрабатывались стальные стропильные фермы из одиночных уголков в соответствии с [1] с сохранением геометрической схемы фермы типового проекта (рис. 1.1). Сечения элементов решетки, поясов были приняты в виде одиночных уголков (рис. 1.4). Масса стали фермы 1038 кг, что на 300 кг меньше по сравнению с типовой фермой.

Серия таких ферм была изготовлена на Минском заводе металлических конструкций. Каждая из стальных ферм изготавливалась в виде двух отправочных элементов.

Для установления действительной несущей способности и жесткости такой фермы были проведены исследования в цехе испытаний строительных конструкций Брестского инженерно-строительного института. Испытуемая стальная стропильная ферма из одиночных уголков была собрана в цехе из двух отправочных элементов и установлена на силовом полу в вертикальном положении, но в «перевернутом» виде. Нагружение осуществлялось гидравлическими домкратами, установленными в узлах фермы. Чтобы предотвратить потерю фермой общей устойчивости в процессе испытаний была применена система страховочных устройств.

Программой испытаний предусматривалось исследовать ферму в условиях «центрально» приложенных узловых нагрузок (испытание № 1) и внецентренно приложенных нагрузок со смещением нагрузки из силовой плоскости (испытания № 2 и № 3). При испытании № 2 осуществлялось смещение нагрузки из силовой плоскости с эксцентриситетом на сторону обуха верхнего пояса на 35 мм, для чего перемещались все гидравлические домкраты, имитирующие узловую нагрузку, соответственно на 35 мм. Испытание № 3 предполагалось проводить в условиях создания эксцентриситета равного 35 мм из силовой плоскости в сторону пера, для чего соответственно смещались гидравлические домкраты из силовой плоскости фермы на 35 мм в сторону пера уголка верхнего пояса.

Испытания № 2 и № 3 было признано целесообразным провести в связи с тем, что согласно [3] допускается смещение в плане плит покрытий относительно их проектного положения на узлах ферм, а учитываемая асимметрию стальных ферм из одиночных уголков и вероятную их высокую чувствительность к смещениям узловых нагрузок из силовой плоскости, необходимость исследования влияния этих эксцентриситетов на характер работы фермы была очевидной. Прогибы фермы в узлах и отклонения узлов из плоскости фермы замерялись прогибомерами системы 6ПАО с ценой деления 0,01 мм, деформации в сечениях элементов замерялись проволочными тензорезисторами с базой 20 мм с регистрацией изменения сопротивлений АИД-4М.

При испытании № 1 нагрузка прикладывалась ступенчато. Третья ступень соответствовала нормативной величине нагрузки, пятая — величине расчетной нагрузки; всего же нагрузка прикладывалась семью ступенями. Седьмая ступень соответствовала перегрузке на 20% по отношению к расчетной и на 40% по отношению к нормативной. Было установлено, что изменения деформа-

ций, а следовательно и изменения напряжений в сечениях элементов фермы, имели упругий характер во всем диапазоне прикладываемых нагрузок. Максимальный относительный прогиб от нормативной узловой нагрузки составил $1/301$ пролета, что значительно ниже требований [2]. Исследование напряженно-деформированного состояния в сечениях элементов показало, что в стойках имеют место изгибные напряжения. В целом в результате испытаний № 1 была установлена достаточная жесткость и несущая способность ферм.

В процессе испытания № 2 ступени загрузки были приняты такие же, как и при испытании № 1. Напряженно-деформированное состояние в сечениях элементов, а также изменения прогибов от приложенных нагрузок не имели существенного отличия от результатов, полученных при испытании № 1. Таким образом, приложение нагрузок с эксцентриситетом в сторону обушка не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние в сечениях элементов и прогиба ферм.

Во время испытаний № 3 при нагрузке, несколько превышающей нормативную, однако меньше расчетной, испытание пришлось прекратить в связи с тем, что нижний пояс (при испытании он был расположен сверху, так как испытания фермы проводились в «перевернутом» виде) стал резко отклоняться из плоскости фермы. Поэтому отсчеты по приборам были зафиксированы лишь при величине нормативной нагрузки. При нормативной величине нагрузки напряженно-деформируемое состояние в сечениях элементов не имело существенного различия при аналогичных нагрузках с результатами, полученными при испытаниях № 1 и № 2. В результате испытания № 3 при наличии эксцентриситетов из плоскости фермы в сторону пера установлено существенное снижение жесткости фермы при нагрузке, незначительно превышающей нормативную величину.

Таким образом, установлена высокая чувствительность стальной фермы из одиночных уголков при нагружении ее с эксцентриситетом из силовой плоскости в сторону пера.

Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании и соответственно ужесточать требования к монтажу элементов покрытий по сравнению с требованиями действующих нормативных документов [3].

В целом следует отметить высокую эффективность использования упомянутых стальных ферм из одиночных прокатных профилей и в особенности из одиночных уголков по сравнению с фермами, которые применены в типовом проекте. Масса стали на 1 м^2 производственной площади с применением ферм из одиночных уголков составила 9,6 кг.

Общий экономический эффект от внедрения описанных стальных ферм на Гомельском промышленном комплексе составляет 110 000 руб., экономия массы стали равна 300 т по сравнению с типовыми фермами. Дальнейшее уменьшение массы стали ферм из одиночных уголков возможно за счет совершенствования конст-

рукции узлов и применения бесфасоночного соединения, а также заменой тяжелых железобетонных плит легкими кровельными с асбестоцементными листами, клефанерных плит и др. [4]. Именно поэтому целесообразно применение стальных ферм для легких кровель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по проектированию сварных ферм из одиночных уголков. М., Стройиздат, 1977. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР.
2. СНиП П-В. 3-72. Стальные конструкции. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1974.
3. СНиП III-16-73. Правила производства и приемки работ. Бетонные и железобетонные конструкции сборные. М., Стройиздат, 1975.
4. Технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов. ТП 101-76. М., Стройиздат, 1977.

УДК 631.2:624.011.7

А. М. ТРУСЬ, В. Л. МАТИНОВСКИЙ

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В сельском строительстве в связи со спецификой и сезонностью сельскохозяйственного производства часто необходимо иметь мобильные транспортабельные здания и сооружения для обеспечения временной переработки продукции, ее хранения, проведения ремонтных и профилактических работ в полевых условиях. Для этой цели наиболее подходящими являются пневматические строительные конструкции. Они имеют ряд преимуществ перед традиционными конструкциями из металлов, дерева, железобетона.

Пневматические строительные конструкции уникально легки и предельно компактны в сложенном виде, их легко перевозить любым видом транспорта, возводить в кратчайшие сроки, измеряемые часами, без вспомогательных тяжелых приспособлений. С помощью этих конструкций можно перекрывать помещения больших объемов и площадей, что позволяет устанавливать и хранить оборудование и крупногабаритную технику. При их применении сравнительно невелик объем строительного-монтажных работ (8—20% от общей стоимости), они обладают высокой сейсмостойкостью и более высокой безопасностью в случае аварии, их можно перемещать с одного места в другое.

В последнее время пневматические конструкции широко применяются во многих странах. Впервые они были применены в США (инж. У. Бэрд).

В Советском Союзе работы по внедрению пневматических строительных конструкций начаты в 1959 г. Работы по исследованию прорезиненных тканей для пневматических конструкций, методов их расчета ведутся в ЦНИИСКе им. В. А. Кучеренко, ЦНИИПсельстрое, НИИ резиновой промышленности, ВНИИ пле-