

Как видно из представленной графической интерпретации зависимостей, не взирая на достаточно обширный разброс экспериментальных данных, модель достаточно адекватно описывает влияние изменения процента армирования на величину самонапряжения в условиях объемного ограничения деформаций.

Заключение. К числу несомненных преимуществ модели расширяющегося бетонного композита следует отнести ее универсальность. Данная модель дает возможность рассчитать итоговые деформации и напряжения для различных условий ограничения (модель позволяет получать адекватные характеристики расширения как в условиях одноосного ограничения [6], так для плоского и объемного ограничений). Кроме того, модель РБК более гибко реагирует на изменение входных параметров и позволяет оценить влияние структуры композита на итоговые связанные деформации.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красильников, К.Г. Природа объемных деформаций при твердении расширяющихся цементов / К.Г. Красильников, Л.В. Никитина // Физико-химические исследования цементного камня и бетона: Сб. тр. / Под ред. А.Е. Десова. – Москва: Стройиздат, 1972. – С. 4–20.
2. Литвер, С.Л. Самонапряженный железобетон и его применение в строительстве // Опыт и перспективы применения бетонов на

напрягающем цементе в строительстве: материалы научн.-техн. совещ. / Центр. Росс. дом знаний. – М., 1992. – С. 12–17.

3. Михайлов, В.В. Расширяющие и напрягающие цементы и самонапряженные конструкции / В.В. Михайлов, С.Л. Литвер – М.: Стройиздат, 1974. – 389 с.
4. Панченко, А.И. Критерии оценки расширяющихся вяжущих и бетонов на их основе / А.И. Панченко, Г.В. Несветаев // Проблемы технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, строительства зданий и сооружений: сб. тр. / Под ред. Н.П. Блещика и В.В. Тура. – Брест: БПИ, 1998. – С. 179–190.
5. Тур, В.В. Экспериментально-теоретические основы предварительного напряжения конструкций при применении напрягающего бетона. – Брест: Изд. БПИ, 1998. – 243 с.
6. Павлова, И.П. Приложение теории эффективной среды к моделированию жесткостных характеристик бетонного композита / И.П. Павлова, В.В. Тур // Строительная наука и техника. – Минск, 2005. – № 3. – С. 3–8.
7. Garboczi E. J., Berryman J. G. Elastic Moduli of a Material Containing Composite Inclusions: Effective Medium Theory and Finite Element Computations // Mechanics of Materials, 2001. – P. 455–470.
8. Бондаренко, В.М. Сопротивление осевому сжатию сталетрубо-бетонных элементов круглого сечения с ядром из напрягающего бетона: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / В.М. Бондаренко. – Брест, 2010. – 148 с.

Материал поступил в редакцию 02.02.12

PAVLOVA I.P., BONDARENKO V.M. Expansive concrete composite model for prediction self-stress magnitude in triaxial restriction conditions

In present paper expansive concrete composite model for prediction self-stress magnitude in triaxial restriction conditions are presented. Main model conditions on the basis of Effective Medium Theory and Solidification Theory are founded. Model allow with adequate degree of accuracy prognoses main characteristic of self-stressed concrete – self-stressing.

УДК 624.072.011.1

Жук В.В., Ласкевич И.Г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННОЙ ФЕРМЫ С СОСТАВНЫМ ВЕРХНИМ ПОЯСОМ

Введение. Основной ориентир для агропромышленного комплекса Республики Беларусь на нынешнюю пятилетку – выйти на самокупаемость и самофинансирование. В ходе рабочей поездки в Брестскую область в конце прошлого года Президентом была поставлена задача перед сельхозорганизациями: в течение 2012 года каждая из них за счет собственных средств должна реконструировать и модернизировать хотя бы одну из молочнотоварных ферм – в общей сложности 228 объектов. С учетом того, что в нашей области только 33% дойного стада содержится в ресурсосберегающих помещениях, поэтому с обновлением имеющихся молочнотоварных ферм, будет продолжено и строительство современных животноводческих комплексов.

Особенности технологических процессов в зданиях промышленных комплексов для крупного рогатого скота обуславливают необходимость создания достаточно просторных производственных помещений, не разделенных внутренними капитальными стенами, при этом на одно животное должно приходиться (40–60) м³ воздуха. Наиболее удовлетворяют требованиям индустриализации каркасы из сборных железобетонных, клееных деревянных и стальных элементов заводского изготовления, а также каркасы смешанного типа, в которых вертикальные элементы (колонны) изготавливают из сборного железобетона, а несущие конструкции – из дерева и стали [1].

Руководителем области К.Сумаром с целью удешевления строи-

тельства поставлена задача: работы по реконструкции и модернизации молочнотоварных ферм вестихозспособом [2]. Очевидно, снизить стоимость строительства позволит и применение конструкций, изготовленных из местных материалов, например, древесины, обладающей целым рядом положительных свойств. Несущие конструкции из древесины могут быть изготовлены в столярных мастерских с применением средств малой механизации или непосредственно на строительной площадке с использованием передвижных слесарно-механических мастерских.

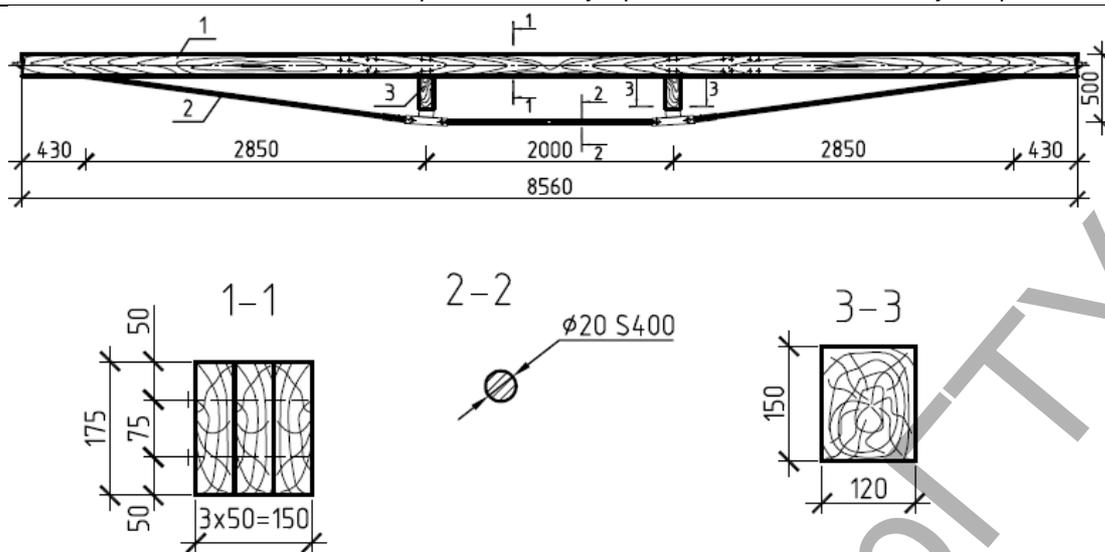
На кафедре строительных конструкций разработана и в мастерских ПМК-6 объединения «Брестоблсельстрой» изготовлена металлодеревянная ферма пролетом 8,56 м с составным верхним поясом из досок. Ферма предназначена для использования в качестве несущей конструкции под кровлю из штучных кровельных материалов (асбестоцементных волнистых листов, металлочерепицы и т.п.) в покрытиях крайних пролетов зданий для крупного рогатого скота бесчердачного типа пролетом 21 (7,5+6,0+7,5) м, в которых из-за ограниченного сортамента пиломатериалов применение конструкций из цельной древесины невозможно.

Ферма (рисунок 1) включает деревянный составной по длине и ширине верхний пояс: доски сечением $b \times h = 50 \times 175$ мм, длиной 5800 и 2760 мм соединены по длине между собой «вразбежку» через деревянные прокладки сечением $b \times h = 50 \times 175$ мм длиной 400 мм

Жук Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Ласкевич Ирина Геннадьевна, магистрант кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.



1 – составной верхний пояс; 2 – нижний пояс; 3 – стойка

Рис. 1. Металлодеревянная ферма



Рис. 2. Блок из двух металлодеревянных ферм на испытаниях

четырьмя металлическими шпильками диаметром 8 мм, установленными с каждой стороны стыка; по ширине доски соединены между собой через деревянные прокладки сечением $b \times h = 50 \times 175$ мм длиной 200 мм, установленным с шагом 500 мм, с помощью четырех проволочных гвоздей диаметром 5 мм длиной 150 мм, односторонне забитых в древесину.

Нижний пояс фермы выполнен в виде одиночного тяжа из арматуры периодического профиля (S400) диаметром 20 мм. Усилие от тяжа в опорном узле передается через шайбу, выполненную из швеллера № 6,5 длиной 150 мм. Средний участок металлического тяжа снабжен натяжным устройством (фаркопфом), установленным в середине пролета фермы. По конструктивным соображениям деревянные стойки приняты сечением $b \times h = 120 \times 150$ мм высотой 500 мм. Верхним концом с помощью шипа шириной 50 мм стойки входят в зазор между досками верхнего пояса и крепятся к нему с помощью четырех

металлических шпилек диаметром 8 мм, а нижним концом – в гнезда металлических башмаков, соединенных с элементами одиночного тяжа шарнирно – с применением болтов диаметром 24 мм, закрепленных в стальных планках башмака. Петлевидные концы, выполненные из арматуры, надеты на болты и соединены с элементами нижнего пояса с помощью ручной электросварки. Величина строительного подъема фермы принята 20 мм.

Методика экспериментальных исследований. С целью оценки деформативности металлодеревянной фермы с составным верхним поясом испытаниям кратковременной нагрузкой был подвергнут связевый блок, образованный двумя фермами, связанными между собой обрешеткой сечением $b \times h = 60 \times 60$ мм, установленной с шагом 750 мм и наклонными связями, выполненными из досок сечением $b \times h = 25 \times 125$ мм, прибитыми с помощью проволочных гвоздей к боковым граням стоек.

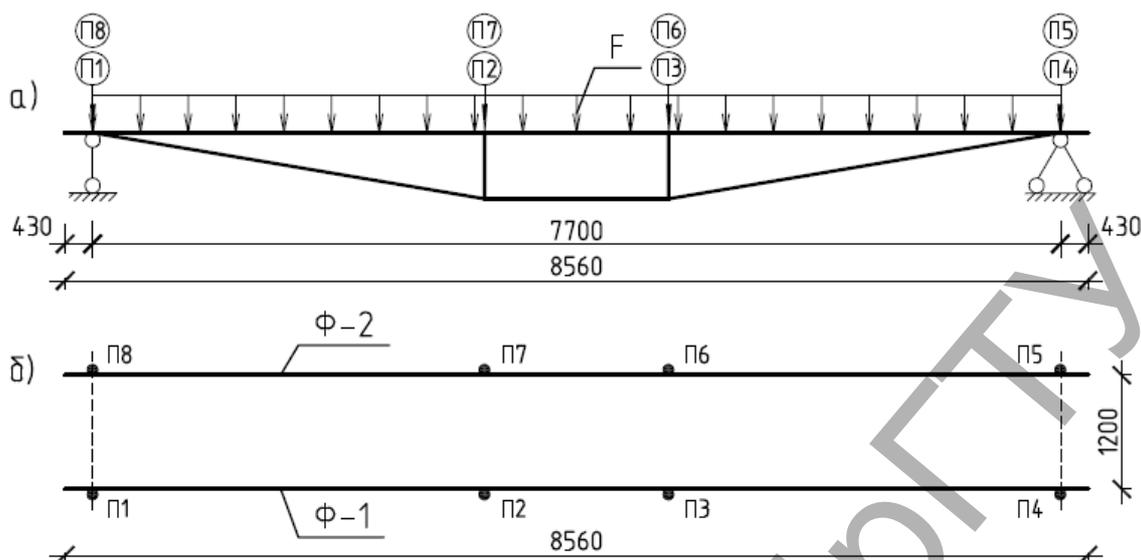


Рис. 3. Схема нагружения (а) и схема расстановки (б) прогибомеров

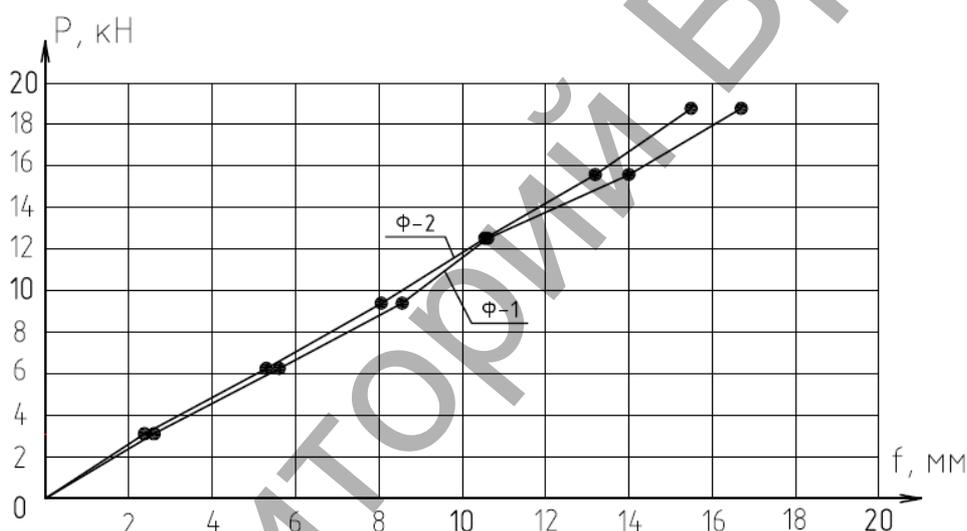


Рис. 4. Графики зависимости прогибов от нагрузки

Испытания на поперечный изгиб проводились в соответствии с [3–5]. Связевый блок был установлен на шарнирные опоры, одна из которых была подвижной. Стальные прокладки шириной 60 мм и толщиной 6 мм располагались между шарнирными опорами и фермами во избежание местного смятия древесины. Равномерно распределенная нагрузка создавалась чугунными грузами средним весом 20 кг, которые раскладывались по настилу из древесностружечных плит, уложенных по обрешетке (рисунок 2).

Во время испытаний соблюдались следующие условия:

- схема нагружения оставалась постоянной до момента приложения нагрузки, равной 2,1 нормативной;
- нагрузка прикладывалась ступенями, равными (0,16–0,17) от нормативной;
- после приложения каждой ступени нагрузки конструкция выдерживалась в течение 5 минут;
- показания прогибов фиксировались дважды: сразу же после нагружения до очередной ступени и после выдержки, в строгой последовательности.

В процессе испытаний вертикальные перемещения измеряли прогибомерами ПАО-6 точностью 0,01 мм, установленными в узлах крепления стоек и на опорах. Схема нагружения и схема расстановки прогибомеров представлены на рисунке 3. Данные испытаний по каждой ступени нагружения заносились в журнал испытаний. По

результатам обработки этих данных проводился анализ деформированного состояния элементов связевого блока.

Анализ результатов испытаний. Из графиков, представленных на рисунке 4, следует, что нарастание прогибов происходило равномерно в прямой зависимости от нагрузки, что свидетельствует об упругой работе материалов конструкции. Показания прогибомеров П1 и П2, фиксирующие деформации фермы Ф-1, незначительно отличаются от показаний прогибомеров П3 и П4. Это можно объяснить возможной неравномерностью приложения распределенной нагрузки по настилу (рисунок 3), а также разным весом чугунных грузов – от 17,2 до 20,6 кг.

Заключение. По результатам испытаний и предварительного анализа деформативного состояния связевого блока из металлодеревянных ферм можно сделать следующие выводы:

- разработанная металлодеревянная ферма с составным верхним поясом обладает достаточной жесткостью – максимальные деформации узлов по вертикали составили 16,69 мм, что меньше величины строительного подъема фермы, равной 20 мм;
- имеются резервы для снижения расхода древесины и металла путем уменьшения сечений конструктивных элементов фермы.

Представленные результаты испытания связевого блока из металлодеревянных ферм являются промежуточными. В настоящее время выполняется обработка результатов тензометрических исследований с целью определения напряженного состояния элементов металлодеревянных ферм, образующих связевой блок. Для оценки влияния длительно действующей нагрузки на напряженно-деформированное состояние ферм связевой блок оставлен под нагрузкой до затухания деформаций.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сельскохозяйственные здания и сооружения / Д.Н.Топчий [и др]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 480 с.
2. Тоболич, А. Фермы: что в перспективе? / А. Тоболич. – Заря. – 2011. 15 дек. – С. 1–3.
3. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с.
4. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1980. – 40 с.
5. Долидзе, Д.Е. Испытания конструкций и сооружений / Д.Е. Долидзе. – М.: Высш. Школа, 1975. – 252 с.

Материал поступил в редакцию 20.03.12

ZHUK V.V., LASKEVICH I.G. Experimental study of metalloderevyannoy farm with a composite upper chord

The results of tests of short transverse bending load on the power of two svyazevogo metalloderevyannyh farms. It is established that the design meets the requirements of stiffness and there is scope for reducing consumption of wood and metal.

УДК 624.04

Уласевич В.П., Жданов Д.А.

ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИБКИХ ПОЛОГИХ АРОК ИЗ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Введение. В последнее десятилетие в зарубежной и отечественной практике проектирования объектов строительства значительно возрос интерес к строительству бескаркасных арочных зданий, изготавливаемых из сверхтонких оцинкованных стальных листов ($t=0,6\div 1,6$ мм) путем получения прямолинейного холодногнутого профиля с последующей его гибкой методом гофрирования до криволинейного стержня заданной кривизны. Производство помянутых выше криволинейных стержней и технология их сборки в бескаркасную конструктивную форму было организовано в Чикаго (США) в 50-х годах компанией Питера Педерсена по выкупленному им патенту. В коммерческом секторе продукция компании под названием «Удивительное Сооружение» («Wonder Building, WB») после внесения многочисленных усовершенствований получила мировое признание. Каталог продукции компании был представлен такими постройками, как: склады, производственные цеха, ледовые катки, универсамы и другие торговые точки, рестораны, мойки автомобилей, церкви и др. (рис. 1 из [1]).

на платформе которой были размещены две линии: панелеформирования и гибки методом гофрирования. Главное в том, что соединение арочных элементов между собой стало осуществляться посредством закатки специальных фальцевых швов при помощи электрической закаточной машинки без применения соединительных метизов.

В начале 80-х годов компания MIC Industries выкупила у Knudson все патенты и право на изготовление установок K-Span, продукция которой в последующем была по достоинству оценена сначала военными США, а потом и гражданские строители оценили все преимущества данной технологии.

В России, в Украине и в других странах СНГ технология бескаркасного арочного строительства стала известна в годы перестройки через закупленные у американских компаний установки, но сценарий внедрения технологий бескаркасного арочного строительства повторился с американским – сначала бескаркасные здания также начали возводить военные строители. Существенной проблемой для быстрого продвижения технологий изготовления и монтажа бескаркасных арочных зданий на гражданский строительный рынок была высокая стоимость оборудования.

В настоящее время на строительном рынке стран СНГ ситуация изменилась в лучшую сторону благодаря тому, что российскими предприятиями было подготовлено отечественное оборудование типа K-Span. В первую очередь, здесь следует назвать компанию «Ажур-сталь» Челябинского машиностроительного холдинга, подготовившую строительный комплекс «Сфера» (рис. 2а), а также фирму «Радуга-кровля», подготовившую оборудование «Радуга-МВС» [2] (рис. 2б). Благодаря вышеназванному оборудованию появилась возможность возводить сооружения гражданского и военного предназначения с существенной экономией всех возможных затрат. В настоящее время из объектов гражданского строительства к ним можно отнести торговые центры, надстраиваемые мансарды, производственные помещения, просторные спортивные залы и выставочные комплексы, оранжевые и курортные павильоны, всевозможные декоративные архитектурные элементы, станции технического обслуживания, гаражи, крытые парковки, современные офисные помещения, склады для сельскохозяйственных нужд и многое, многое другое.



Рис. 1. Фрагмент из рекламной информации о бескаркасных сооружениях, возводимых по технологии «WB»

В 70-х годах прошлого века технология WB была выкуплена компанией Knudson, которая внесла целый ряд оригинальных запатентованных инженерных решений, что, в конечном итоге, привело к созданию мобильной установки, получившей название K-Span,

Уласевич Вячеслав Прокофьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Жданов Дмитрий Александрович, магистрант кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура