

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/vol8-6.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/146TVN616.pdf>

Статья опубликована 31.01.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Касимов Р.Г., Касимов А.А. Анализ аварии металлического сводчатого покрытия навеса арочного типа // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/146TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 692.446

Касимов Руслан Галеевич

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Россия, Оренбург
Доцент кафедры «Технология строительного производства»
Кандидат технических наук
E-mail: kasimovtsp@mail.ru

Касимов Андрей Андреевич

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Россия, Оренбург
Магистрант кафедры «Технология строительного производства»
E-mail: kasimovandrey1594@mail.ru

Анализ аварии металлического сводчатого покрытия навеса арочного типа

Аннотация. Всякая строительная авария является тяжелым, чрезвычайным происшествием, причиняющая значительный экономический ущерб и часто сопровождается гибелью людей.

Каждая авария требует тщательного изучения причин, вызвавших ее с целью предотвращения в будущем их повторения путем строгого соблюдения требований строительных норм и правил, совершенствования проектных решений и нормативных требований, обеспечения необходимого качества строительных работ.

Информация о произошедших авариях с металлическими тонколистовыми оболочками покрытий, которые имеют место быть, редко появляется в печати, возможно из-за мнения о незначительности события.

В статье представлен проведенный авторами анализ причин аварии покрытия арочного типа из оцинкованных стальных гнутых тонколистовых гофрированных профилей, произошедшей после двух месяцев эксплуатации.

В январе 2012 года произошло обрушение сводчатого покрытия с причинением материального ущерба более 3,8 млн. рублей.

С целью выявления причин и виновных в произошедшей аварии экспертами Автономной некоммерческой организации научно-технологического парка Оренбургского государственного университета «Технопарк ОГУ» было проведено визуальное и инструментальное обследование.

В статье были приведены и проанализированы выявленные при исследовании ошибки, допущенные при проектировании и строительстве навеса с покрытием арочного типа.

Ошибки, допущенные при проектировании навеса, связаны в основном с халатностью и недостаточным уровнем знаний проектировщиков.

Проектная документация по содержанию и оформлению не соответствовала требованиям государственного стандарта «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».

Чертежи были выполнены небрежно, содержали минимум информации, были допущены неточности в обозначении размеров расстояний между осями колонн навеса, отсутствовали проработанные узлы.

Выполненный поверочный расчет анкерного крепления колонны к фундаменту на действие момента от распора, передаваемого покрытием арочного типа, показал недостаточную несущую способность при минимальной снеговой нагрузке.

Проектом не были предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие неизменяемость контура оболочки и пространственную жесткость каркаса навеса.

Строительная организация при возведении каркаса допустила отступления от проекта, нарушение требований строительных норм и правил.

Сварочные и монтажные работы выполнены некачественно.

Допущенные при строительстве навеса дефекты обусловлены недостаточной информативностью проекта, низкой квалификацией сварщиков, монтажников, руководящих работников, халатностью.

При проведении обмерных работ было выявлено несоответствие фактического шага колонн проектному, что привело к значительному увеличению ширины грузовой полосы, приходящейся на ряд колонн навеса.

Грубая ошибка была допущена при приварке анкерных стержней к стальной опорной пластине колонны, что привело к хрупкому разрыву стержней.

Стыки ригелей продольных рам по конструктивному решению и качеству исполнения не соответствовали требованиям строительных норм.

Выполненные исследования позволили установить причины произошедшей аварии и виновников, которые должны оплатить причиненный ущерб.

Ключевые слова: авария; покрытие арочного типа; проектирование; строительство; распор; пространственная жесткость; напряжение; сварные швы; колонны; анкеры; фундамент

Всякая строительная авария является тяжелым, чрезвычайным происшествием, причиняющая значительный экономический ущерб и часто сопровождается гибелью людей.

Анализ причин аварии, установление и обобщение факторов, вызвавших ее, позволяет лучше понять закономерности во взаимодействии строительных конструкций зданий и сооружений, привлечь внимание ученых, проектировщиков, строителей к проблемам, решение которых позволит повысить надежность конструкций путем корректировки нормативной и проектной документации.

21 января 2013 года произошло обрушение металлических конструкций навеса арочного типа на площади 400 м². В результате этого происшествия пострадала импортная сельскохозяйственная техника, хранимая под навесом. Общий ущерб составил более 3,8 млн. рублей.

Однопролетный навес запроектирован по каркасной схеме в металлических конструкциях: стойки каркаса - из колонного двутавра 25К1, высотой от уровня опорной пластины до низа ригелей продольных рам - 4,48 м, ригели продольных рам каркаса из

колонного двутавра 25К1 пролетом 5,63 м в осях 1...4, 5...7 и пролетом 6,7 м в осях 4 - 5 (рис. 1, 2).

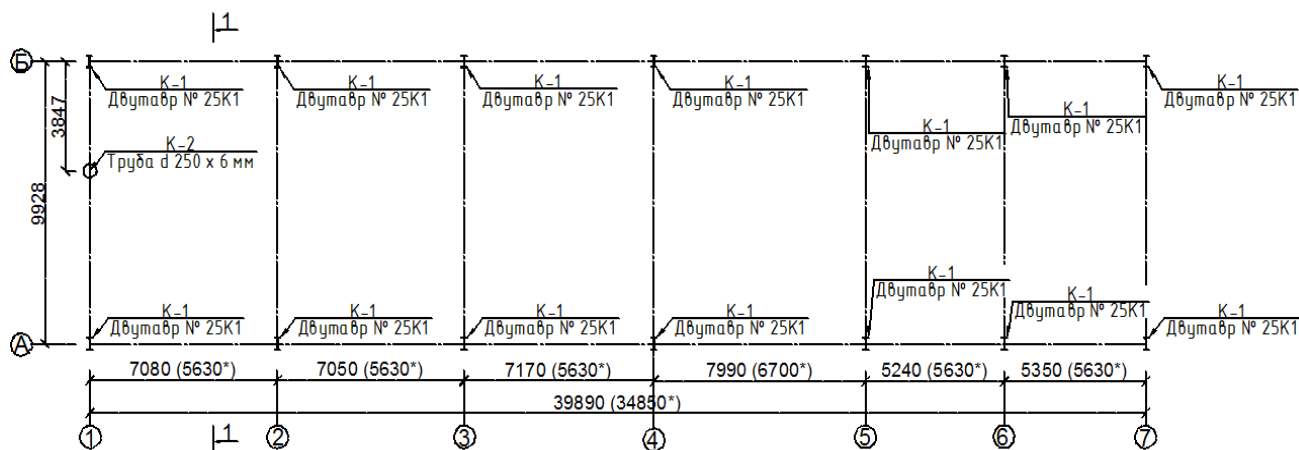


Рисунок 1. Схематичный план навеса (* размеры по проекту) (разработано автором)

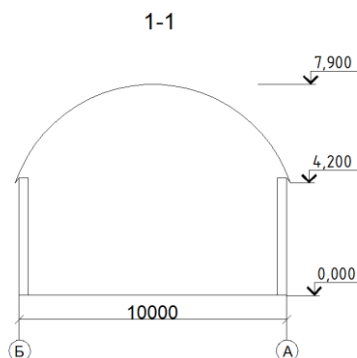


Рисунок 2. Схематичный разрез навеса (разработано автором)

Сводчатое покрытие арочного типа, из стальных гнутых тонколистовых профилей, совмещающее функцию ограждающей и несущей конструкции, запроектировано из гофрированного оцинкованного листа толщиной 0,8 мм (альбом МС-120/163 АВМ/УВМ-120 «OPERATING MANUAL») с гофрами высотой 140 мм и шагом 300 мм вдоль волны и высотой гофры 5 мм и шагом 30 мм поперек волны.

Пролет навеса в осях А - Б - 10,0 м. Высота навеса от уровня пола до низа щельги свода - 7,9 м. Стрела подъема свода - 3,42 м (рис. 3).

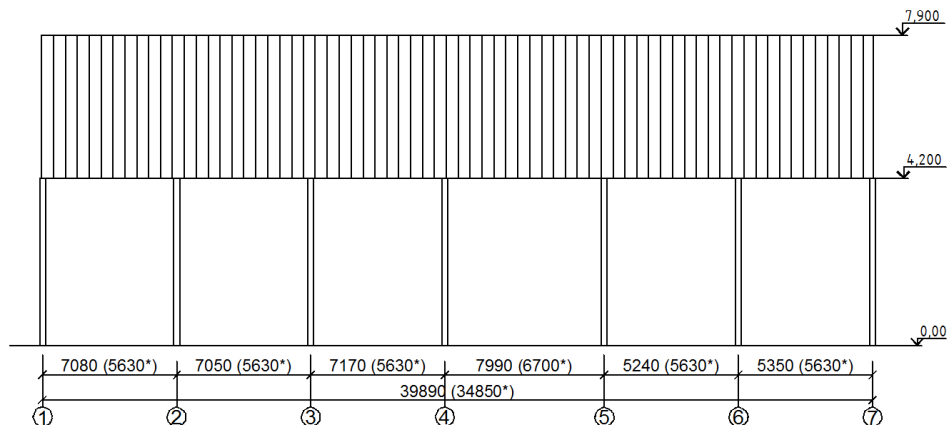


Рисунок 3. Схематичный план фасада в осях 1...7 (* размеры по проекту) (разработано автором)

Фундаменты под стойки каркаса навеса - железобетонные буронабивные сваи диаметром 500 мм, длиной 3,0 м, армированные пространственными каркасами (250x250x3000 мм) с четырьмя продольными стержнями диаметром 12 мм класса А-III (А400).

На верхнем обрезе фундамента устанавливается стальная опорная пластина размером 400x400x20 мм для крепления стоек каркаса. Опорная пластина анкеруется в бетоне буронабивной сваи четырьмя стержнями d12 класса А-III (А400) длиной 500 мм, приваренному в тавр к опорной пластине. Свободные концы анкеров загнуты под прямым углом. Колонны крепились к анкерной пластине при помощи ручной электродуговой сварки.

Соединение ригелей продольных рам с колоннами запроектированы при помощи электродуговой сварки.

Опираемое сводчатое покрытие осуществляется на ригели продольных рам, стык выполнен при помощи болтового соединения с опорными элементами уголкового профиля, приваренными к ребрам диафрагм ригелей, с шагом 800 мм.

Навес эксплуатировался с 16 ноября 2012 года по 21 января 2013 года.

Согласно показаниям свидетеля, примерно в 9-00 21 января 2013 года было замечено изменение геометрии строения, в период с 13-00 часов до 14-00 часов произошло обрушение навеса.

По мнению ряда исследователей [2], [5], [7], стальные конструкции обладают большими резервами надежности и аварии в них могут происходить лишь в результате сочетания нескольких неблагоприятных факторов, а однопричинные аварии - крайне редкое явление, результат грубых просчетов и упущений. В работе А.Н. Шкинева [10] автор на основе анализа причин аварии галерей конвейеров показывает, что причинами обрушений были как отдельные факторы, так и их совокупности.

В работе Б.И. Беляева [1] на основе анализа [39] аварии металлических конструкций, произошедших за период с 1951 по 1967 год, однопричинные аварии ставятся на первое место - 23 аварии (59%), по двум причинам произошло 14 аварий (36%) и две аварии (5%) произошли по трем причинам.

«Более чем для половины аварии представилось возможным выявить вполне определенную и единственную причину, которая вне зависимости от других неблагоприятных факторов, обнаруженных при расследовании аварии, вызвала обрушение конструкции» [1].

С целью выявления причин произошедшей аварии экспертами Автономной некоммерческой организации научно-технологический парк Оренбургского государственного университета АНО «Технопарк ОГУ» было проведено техническое исследование проектной и исполнительной документации конструкции обрушившегося навеса, а также изучены материалы по анализу причин аварии металлических конструкций, представленные в технической литературе [1] ... [10].

Проведенные исследования с использованием методик, описанных в [8]; [3]; [5] не выявили повреждений и нарушений каркаса навеса, вызванных механическим воздействием или воздействиями, не предусмотренными в режиме нормальной эксплуатации объекта, которые могли бы спровоцировать обрушение.

Изучение представленной проектной документации выявило ряд ошибок и нарушений строительных норм и правил, которые, согласно приведенного в [4] перечне ошибок проектирования, связаны с отсутствием широкого кругозора и опыта у проектировщика.

Проектная документация была разработана без выполнения соответствующих инженерных изысканий, т.к. объект отнесен к временным постройкам¹.

Проект был выполнен небрежно и чертежи в большей степени напоминают эскизные наброски с грубейшими ошибками, штампы не заполнены, отсутствует ведомость чертежей и ссылочных документов, отсутствует лист с общими данными по объекту.

По составу и оформлению проектная документация не соответствует требованиям действующих нормативных документов².

В проекте были допущены арифметические ошибки, так при указанной на схеме плана навеса и схеме фасада общей длине навеса в осях 1...7 - 40 м, суммарное значение расстояний между осями колонны 1...7 составляет 34,85 м (рис. 1, 3).

Представленные чертежи не могли являться основой для разработки детализированных чертежей и технологических карт на монтаж элементов каркаса, что также явилось одной из причин выполнения низкого качества строительно-монтажных работ.

Предложенные в проектной документации конструктивные решения узлов сопряжения несущих конструкций не обеспечивали пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость сооружения.

Навес выполнен по каркасной конструктивной схеме. Основу каркаса навеса составляют поперечные рамы, образованные колоннами, жестко заземленными в фундаментах, и условными ригелями в виде арочного свода с неизменяемым контуром.

Неизменяемость контура должны были обеспечить элементы, воспринимающие распорную составляющую опорной реакции оболочки. Отсутствие вертикальных связей по колоннам, шарнирном узле опирания продольных контурных балок оболочки на колонны и отсутствии подкосов (оттяжек) или других, способных воспринимать распор конструкции, превращает несущую систему навеса в геометрически изменяемую.

По осям 1 и 7 оболочка не доведена до края колонн (при таком опирании оболочки, колонны начинают дополнительно работать как внецентренно нагруженные из плоскости стенки двутавров).

Размер вертикальных ребер-диафрагм (310x310x8 мм не соответствует геометрической высоте стенки двутавра 25К1, из которого изготовлена продольная балка).

Шарнирный вариант опирания продольных балок на промежуточные колонны с зазором между торцами балок 20 мм приводит к излому опорного контура оболочки в вертикальной и горизонтальной плоскости и способствует потере устойчивости приопорных участков оболочки.

Согласно проведенным исследованиям аварий стальных конструкций [2], [3], [5], [10] наиболее распространенной причиной обрушения является потеря устойчивости местной или общей. В работе Б.И. Беляева [1] причиной 44% аварий стальных конструкций послужила потеря местной и общей устойчивости.

¹ Градостроительный кодекс Российской Федерации. Москва, 75. Проспект, КноРУС, 2014. - 192 с. Согласно ст.1. п.10 [1].

² Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации (ГОСТ Р 21.1101-2009).

Проведенные при исследовании навеса обмерные работы выявили несоответствие фактической разбивки поперечных осей проекту. Фактическая разбивка выполнена с увеличенным шагом от 7,05 м до 7,99 м в осях 1...5 и уменьшенным шагом до 5,24 м и 5,35 м в осях 5...7 (рис. 1, 3). Шаг колонн не унифицирован.

Проектное соединение привариваемых в тавр анкеров к опорной пластине колонны, устанавливаемой на верхнем обресе фундамента, заменено сваркой внахлестку отогнутых под прямым углом лапок анкерных стержней (рис. 4).



*Рисунок 4. Разрыв анкерных стержней опорной пластины в месте изгиба
(разработано автором)*

При сварном соединении анкеров с опорной пластиной колонны в тавр, растягивающее усилие передается на сварное соединение в основном равномерно по всему периметру стыка (при диаметре стержня 12 мм, длина шва 37 мм).

При фактически выполненном сварном соединении отогнутой лапки к пластине усилие передается внецентренно и концентрируется на начале сварного шва и разрывает его, перемещаясь от начала к концу шва.

При холодной пластической деформации прочностные характеристики (предел прочности, твердость) увеличиваются в 2-3 раза, а пластические характеристики (относительное удлинение, относительное сужение) снижаются в 30-40 раз.

Во избежание структурных изменений стали, появления значительного наклепа, полной потери пластических свойств и хрупкого разрушения при холодной гибке, определены наименьшие радиусы кривизны, при которых допускается гибка в холодном состоянии.

Для стержней периодического профиля диаметром $d_0 = 12$ мм, согласно требованиям строительных норм, минимальный диаметр оправки должен в 5 раз превышать диаметр стержня $d_c = 60$ мм.

Проведенные измерения показали, что фактический диаметр оправки составлял 25-30 мм, меньше требуемого в 2 раза.

Разрушение всех анкерных стержней произошло по месту сгиба (рис. 4).

Причиной разрыва анкерных стержней послужило охрупчивание металла в месте наложения концентрации сварочных напряжений и концентрации напряжений, вызванных наклепом и действием внешних сил, обусловленных резким изменением формы и дефектов в неоднородном по структуре металла зоны шва при пониженных температурах.

Как показало исследование причин аварии, разрушение началось с потери положения колонн по оси 4, разрывом сварного, некачественно выполненного стыка ригеля продольной рамы (рис. 5).

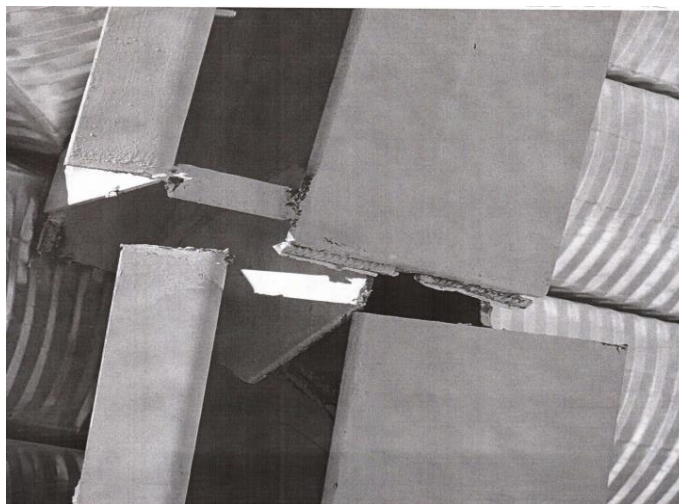


Рисунок 5. Разрушенный сварной стык ригелей продольной рамы (разработано автором)

Разрушение сварных соединений стальных конструкций вызвано некачественно выполненными монтажными работами при которых были допущены большие зазоры между стыкуемыми продольными ригелями навеса.

Образовавшиеся зазоры заполнялись отрезками арматурных стержней, которые приваривались односторонними швами к стыкуемым элементам (рис. 5), корни швов не проварены.

В осях 4...7 произошло полное разрушение навеса, в осях 1...4 навес упал на сельскохозяйственную технику (рис. 6).



Рисунок 6. Общий вид на навес арочного типа, после обрушения (разработано автором)



*Рисунок 7. Потеря устойчивости основных несущих конструкций каркаса
(разработано автором)*

Определяющим признаком арочных конструкций является распор, который может восприниматься затяжками, пилонами, контрфорсами и другими конструкциями, способными воспринимать горизонтальные усилия. В проекте исследуемого объекта распор двухшарнирной арки передается непосредственно на продольные балки навеса. Величина распора в арочных конструкциях в значительной степени зависит от пролета конструкции и стрелы подъема. С увеличением пролета и уменьшением стрелы подъема величина распора увеличивается. Отсутствие затяжки, при незначительной снеговой нагрузке, привело к смещению опор, в нашем случае верха колонн, что сопровождалось увеличением пролета и уменьшением стрелы подъема и привело к прогрессирующему разрушению свода. Как отмечено в [2] «в ряде случаев и без выполнения поверочных расчетов можно сделать вывод о наличии аварийного состояния стальных конструкций».

Для убедительного доказательства причин аварии выполнены поверочные расчеты наиболее загруженной колонны по оси 4. При ширине грузовой полосы 7,58 м величина распора, передаваемая арочным покрытием на колонну, при действии вертикальной нагрузки от собственного веса покрытия, составила $N = 4,62$ кН, консольный момент в колонне от действия распора составил $M = 20,33$ кН. Продольное усилие в колонне от конструкции покрытия $V_A = 7,44$ кН. Растягивающее усилие в одном анкере фундамента $N_a = 38,7$ кН, требуемая площадь сечения одного анкера из арматуры класса А-III (А400) $A_S = 1,06$ см². Площадь сечения проектного анкера диаметром 12 мм, $A_S = 1,13$ см². При треугольной эпюре загрузки покрытия снеговой нагрузкой³, при минимальном значении $\mu = 0,5806$ $P_2 = 1,39$ кПа (угол наклона $\varphi = 10^0$), распор от нагрузки с единичной полосы $N = 1,989$ кН. При ширине грузовой полосы 7,58 м распор $N = 15,07$ кН, консольный момент в колонне по оси 4 $M_k = 66,3$ кНм более чем в 3 раза превышает консольный момент от собственного веса покрытия. Усилие, приходящееся на один анкер $N_a = 129,9$ кН. Требуемая площадь анкера $A_a = 3,55$ см² только от действия снеговой нагрузки более чем в 3 раза превышает фактическую площадь анкера диаметром 12 мм.

Таким образом, даже при незначительной снеговой нагрузке и отсутствии ветра, произойдет разрушение анкерного крепления и поворот опорного сечения колонн, которые приведут к изменениям геометрии и обрушению навеса, что и произошло фактически.

³ Нагрузки и воздействия. Свод правил СП 20.13330.2011 (приложение Г, п.Г.2.1 [5]).

Произошедшая авария может быть отнесена к однопричинной - низкое качество проектных работ, выполненное с многочисленными нарушениями строительных норм, правил и требований технических регламентов предопределило недолгую службу навеса даже при качественном выполнении строительно-монтажных работ.

Расхолаживающим фактором при проектировании и строительстве навеса послужило отнесение объекта к категории временных сооружений на строительство которых разрешения не требуется⁴, а также не требуется проведение экспертизы проектной документации⁵. Навес с монолитными свайными фундаментами, обеспечивающими неразрывную связь с землей, с металлическим каркасом и пространственным металлическим покрытием, перемещение которого невозможно без несоразмерного ущерба, относится к недвижимым вещам и должен относиться к объекту капитального строительства⁶.

Выводы

1. Исследование причин аварии металлического сводчатого покрытия навеса арочного типа выявило большое количество недостатков в проектных материалах и строительно-монтажных работах.

Причиной аварии послужило принятие строительной организацией к исполнению проектной документации, не отвечающей по форме и содержанию требованиям строительных норм и правил, требованиям технических регламентов, в частности:

- отсутствие в проекте решений по обеспечению неизменяемости контура оболочки;
- отсутствие чертежей КМ и КМД;
- на чертежах не обозначены характерные узлы сопряжения оболочки с контурными балками, балок с колоннами и колонн с фундаментами;
- отсутствие плана колонн и вертикальных связей с обозначением марок элементов и характерных узлов их сопряжения и др.

При проведении строительных работ были допущены отступления от проекта, в частности:

- увеличен шаг колонн, что в свою очередь привело к увеличению нагрузок на колонны, фундаменты;
- изменена схема крепления анкерных стержней к опорной пластине колонны, что привело к хрупкому их разрушению - сварные швы выполнены низкого качества, в ряде случаев с непроваром корня шва, что также способствовало разрушению.

2. Анализ причин аварии зданий и сооружений свидетельствует о том, что основной их причиной являются - отступление от требований строительных норм, правил, технических регламентов, допущенные при проектировании и строительстве.

⁴ Градостроительный кодекс Российской Федерации. Согласно ст.51, п.17.

⁵ Градостроительный кодекс Российской Федерации. Согласно ст.49, п.3.

⁶ Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая, вторая, третья, четвертая. Москва: Проспект, КноРУС, 2014. - 608 с. Ст. 130 [2].

Одной из основных мер снижения риска аварии является неукоснительное выполнение требований строительных нормативных документов.

3. В практике исследования причин аварии и повреждении зданий и сооружений встречаются случаи возведения объектов, запроектированных и построенных по проектам, подготовленным без выполнения соответствующих инженерных изысканий, не прошедшим экспертизу в связи с отнесением их, согласно Градостроительному кодексу к временным постройкам.

Исследуемый навес с монолитными свайными фундаментами, обеспечивающими неразрывную связь с землей, с металлическим каркасом и пространственным покрытием, перемещение которого невозможно без несоразмерного ущерба согласно Градостроительному кодексу отнесен к временным постройкам.

Во избежание аналогичных причин аварии необходимо в нормативной технической литературе ввести более четкое определение объекта временного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, В.И. Причины аварий стальных конструкций и способы их устранения / В.И. Беляев, В.С. Корниенко. - М.: Стройиздат, 1968. - 206 с.: ил. - Библиогр.: с. 202-203.
2. Гроздов, В.Т. Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений. СПб.: издательский дом kN+. 2001. - 48 с.
3. Добромысов, А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений. - М.: справ. пособие. Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. - 256 с.
4. Добромысов, А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций: научное издание. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. - 208 с.
5. Иванов, В.И. Техническое диагностирование при оценке риска аварии / В.И. Иванов, А.В. Корнилова, В.В. Мусатов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2015. - Т. 81, №7. - С. 45-50. - Библиогр.: с. 50 (16 назв.).
6. Козаев, Н.Ш. Современные производственные технологии и концепция неосторожного сопричинения в уголовном праве / Н.Ш. Козаев // Российский следователь, 2013. - №16. - 33-38 с.
7. Ключев, В.В. Анализ критических ситуаций, вызванных неблагоприятным течением обстоятельств / В.В. Ключев [и др.] // Контроль. Диагностика, 2014. - №7. - С. 12-16. - Библиогр.: с. 16 (8 назв.).
8. Морозов, А.С. Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений / А.С. Морозов, В.В. Ремнев, Г.П. Тонких: пособие. Томск. Изд-во «Печатная мануфактура», 2001. - 191 с.
9. Попов, А.И. Анализ отступлений от требований нормативных правовых актов в области промышленной безопасности / А.И. Попов, А.А. Попов, А.М. Козлитин // Безопасность труда в промышленности, 2015. - №9. - С. 66-70. - Библиогр. в конце ст. (15 назв.).
10. Шкинев, А.Н. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения [Текст] / А.Н. Шкинев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1976. - 376 с.: ил. - Библиогр.: с. 375.

Kasimov Ruslan Galievich

Orenburg state university, Russian, Orenburg
E-mail: kasimovtsp@mail.ru

Kasimov Andrey Andreevich

Orenburg state university, Russian, Orenburg
E-mail: kasimovandrey1594@mail.ru

The collapse of the metallic coating vaulted canopy

Abstract. Any construction accident is a serious emergency incident causing a significant economic damage and it is often accompanied by loss of human lives.

Every accident requires a careful study of the reasons which caused it to prevent its recurrence in the future by strict compliance with building codes and regulations, improving the design decisions and regulations, ensuring the required quality of the construction works.

Information about the accident with the metal coating of sheet shells, which take place, rarely appears in the press perhaps because of the reviews on the insignificance of the event.

The article presents the repeated analysis conducted by the causes of the accident of the cover of arch type of roll-formed galvanized steel thin sheet of corrugated profiles occurred after 2 months of use.

In January 2012, there was a collapse of the vaulted cover with causing of property damage to more than 3.8 million rubles.

In order to identify the causes and perpetrators of the accident the experts of Independent non-profit organization of scientific and technological park of Orenburg State University “Technopark OSU” conducted the visual and instrumental examination.

In the article there are the analyzed errors identified in the study, admitted in the design and construction of the shed of the arch type coating.

The errors in the design of the shed are mainly related to negligence and lack of knowledge of designers.

Project documentation on the content and design did not meet the requirements of the state standard of “Project documentation for the construction. The basic requirements for design and working documentation”.

Drawings were made carelessly, they contained lack of the information, there were inaccuracies in the designation of the size of the distance between the axes of the shed columns, there were no designed units.

Completion of verification of anchoring of the column to the foundation at the moment of action of the thrust transmitted by the arch type coating, showed a lack of load-bearing capacity with a minimum snow load.

The project did not provide the constructive solutions to ensure the immutability of the shell contour and spatial rigidity of the frame overhang.

Construction organization in the building of the frame deviated from the project, violated the building regulations and requirements.

Welding and mounting works were performed poorly.

The defects that were during the construction of the shed caused by the insufficient informative value of the project, the qualification of welders, mounters, executives, and because of negligence.

During the tonnage works it was revealed a discrepancy of the actual column pitch to the project one, which led to significant increase in the width of the cargo band attributable to a series of shed columns.

Rough mistake was made during the welding of the anchor rod to the steel base plate of the column, leading to brittle fracture kernels.

Joints of crossbars of the longitudinal frames by design solutions and the quality of performance did not meet the requirements of building codes.

Completed researches allowed to establish the causes of the accident and the perpetrators who must pay damages.

Keywords: accident; coating of arch type; design; construction; spacers; spatial rigidity; tension; welds; columns; anchors; foundation