

УДК 692.5.046

В. Н. КУЩЕНКО, М. В. ГУБАРЕВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

АНАЛИЗ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНОГО УЗЛА НЕПОДВИЖНОЙ ОПОРЫ РЕШЁТЧАТОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ГАЛЕРЕИ

В статье выполнена оценка несущей способности сварных швов прикрепления опорного раскоса к фасонке неподвижной опоры решётчатой конвейерной галереи с учётом факторов действительной работы. Получены изополя распределения напряжений по длине сварных швов с учётом изгибающего момента.

решётчатая конвейерная галерея, опорный узел неподвижной опоры, напряжённно-деформированное состояние, сварной шов

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

Решётчатые конвейерные галереи применяются на горнодобывающих предприятиях Украины для транспортировки сыпучих материалов. Аварии, которые происходили на этих объектах, в основном характеризуются разрушением пролётного строения в приопорной зоне [1]. В связи с этим возникает задача анализа напряжённно-деформированного состояния пролётного строения в приопорной зоне с учётом факторов действительной работы.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В руководящих нормах по проектированию конвейерных галерей [2] до 1989 г. не было отражено усиление нижнего пояса пролётного строения в панели, перед, неподвижной опорой (рис. 1а). Однако опыт проектирования показал, что усиление нижнего пояса пролётного строения, перед, неподвижной опорой необходимо в связи с восприятием технологической горизонтальной нагрузки от обрыва (или заклинивания) ленты конвейера (рис. 1б) [3]. Усиление первой панели приводит к ужесточению работы опорного узла. По этой причине опорный раскос примыкает не шарнирно, а

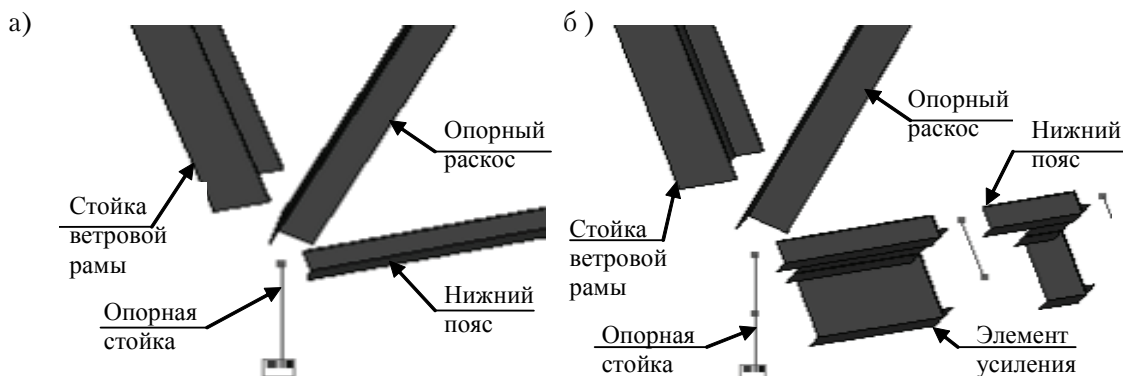


Рисунок 1 — Фрагмент опорного узла неподвижной (анкерной) опоры пролётного строения решётчатой конвейерной галереи: а) без усиления нижнего пояса пролётного строения в панели перед неподвижной опорой, б) с усилением нижнего пояса пролётного строения в панели перед неподвижной опорой.

© В. Н. Кущенко, М. В. Губарев, 2012

имеется, какая-то степень защемления. Следовательно, появляется дополнительный изгибающий момент. В связи с этим возникает задача оценки влияния дополнительного изгибающего момента на несущую способность сварных швов, прикрепляющих опорный раскос к фасонке.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа НДС выбрана конструкция решётчатой конвейерной галереи по типовой серии 3.016-3 ЦНИИПроектстальконструкция: количество пролётов — 4, длина пролёта — 18 м, ширина галереи — 4,2 м, угол наклона к горизонту 18° (рис. 2), тип ограждающей конструкции — сборные ж/б панели.

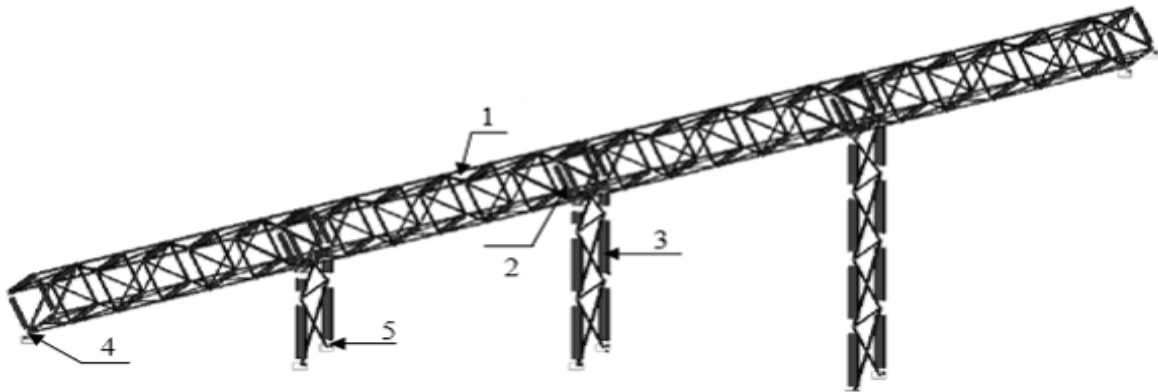


Рисунок 2 — Основные конструктивные части решётчатой конвейерной галереи: 1 — пролётное строение, 2 — ветровая рама, 3 — плоская (шарнирная) опора, 4 — неподвижная (анкерная) опора, 5 — опорное закрепление.

Целью работы является оценка несущей способности сварных швов, прикрепляющих опорный раскос к фасонке с учётом влияния дополнительного изгибающего момента при обрыве (или заклинивании) ленты конвейера.

Задачей исследования является анализ НДС сварных швов крепления опорного раскоса к узловой фасонке фермы пролётного строения решётчатой конвейерной галереи.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнялись в два этапа. На первом этапе исследования выполнялись на стержневой расчётной модели (рис. 3) двух видов: а) к опорному узлу, элементы примыкают шарнирно; б) к опорному узлу, элементы примыкают с учётом влияния усиления жёстко. Расчётные нагрузки определялись в виде статических эквивалентов в соответствии с положениями [3, 5, 10]. Из этих моделей в расчётном комплексе SCAD получили расчётные внутренние усилия N , M , Q в характерных конструктивных элементах при неблагоприятных комбинациях нагрузений.

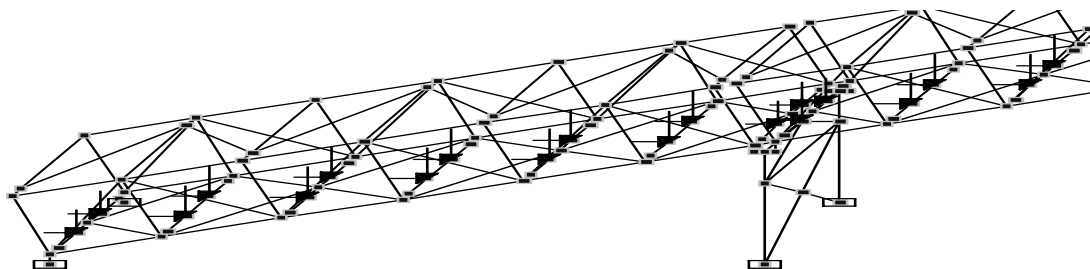


Рисунок 3 — Фрагмент расчётной модели для анализа НДС опорного узла неподвижной опоры решётчатой конвейерной галереи.

На втором этапе выполнялись исследования НДС сварных швов крепления опорного раскоса к фасонке (рис. 4). Расчётная модель выполнена объёмными конечными элементами в расчётном комплексе Liga: фасонка и опорный раскос (тип 36 – универсальный пространственный восьмиузловой изопараметрический КЭ); сварные швы (тип 34 – универсальный пространственный шестиузловой изопараметрический КЭ). Густота разбивки сетки составляет 5 мм.

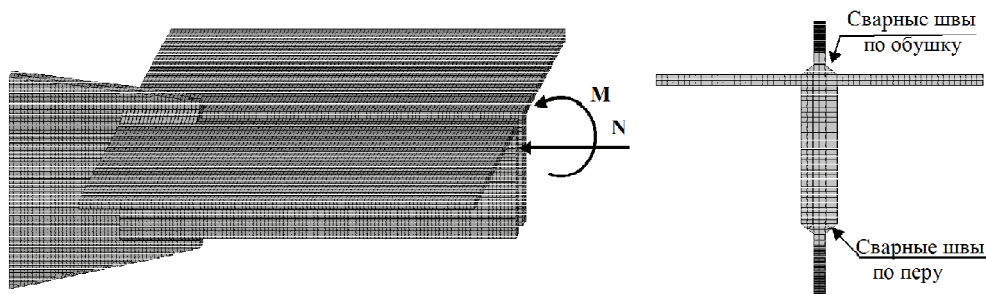


Рисунок 4 – Расчётная модель прикрепления опорного раскоса к фасонке для анализа НДС сварных швов.

Внутренние усилия N и M , которые были получены в опорном раскосе в результате расчёта пространственной стержневой конструкции в расчётном комплексе SCAD, приложены в виде узловой нагрузки по центру тяжести сечения (рис. 4). В результате получены изополя распределения напряжений по длине сварных швов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В таблице приводятся данные сопоставления расчётных внутренних усилий опорного раскоса по двум расчётным моделям.

Таблица – Данные расчётных внутренних усилий опорного раскоса

№ п/п	Наименование конструктивного элемента	N , т	M , тс·м	Q , тс
1	Опорный раскос (по схеме с шарнирным примыканием)	-35,9	–	–
2	Опорный раскос (по схеме с жёстким примыканием)	-36,1	1,49	0,58

Из таблицы видим, что в первом случае на сварные швы действует только продольная сила, во втором случае действует продольная сила и момент. В связи с этим рассматривается объёмная конечно-элементная модель, реализованная в расчётном комплексе Liga (рис. 4). Результаты распределения напряжений по длине сварных швов приведены на графиках (рис. 5).

ВЫВОДЫ

1. Приведенные напряжения в сварном шве с учётом действия момента увеличились в среднем: по обушку уголка на 12 %, по перу уголка на 29 %.
2. Максимальное напряжение в наиболее напряжённой точке сварного шва при действии продольной силы составляет: по обушку уголка – 191 МПа, по перу уголка – 86 МПа; с учётом действия изгибающего момента составляет: по обушку уголка – 214 МПа, по перу уголка – 101 МПа.
3. Коэффициент концентрации напряжений в наиболее напряжённых точках сварного шва составляет: по обушку уголка в начале шва – 1,1, в конце шва – 1,6; по перу уголка в начале шва – 1,2, в конце шва – 1,5.
4. Скальвающие напряжения в сварном шве, не превышают несущую способность наплавленного металла шва.
5. Напряжения в сварных швах от действия изгибающего момента распределяются поровну между пером и обушком уголка.
6. При расчётных сочетаниях нагрузок, которые не включают нагрузку от разрыва ленты конвейера в элементах опорного узла, изгибающие моменты возникают не существенные, таким образом, расчётная схема опорного узла соответствует шарнирному узлу по типу фермы.

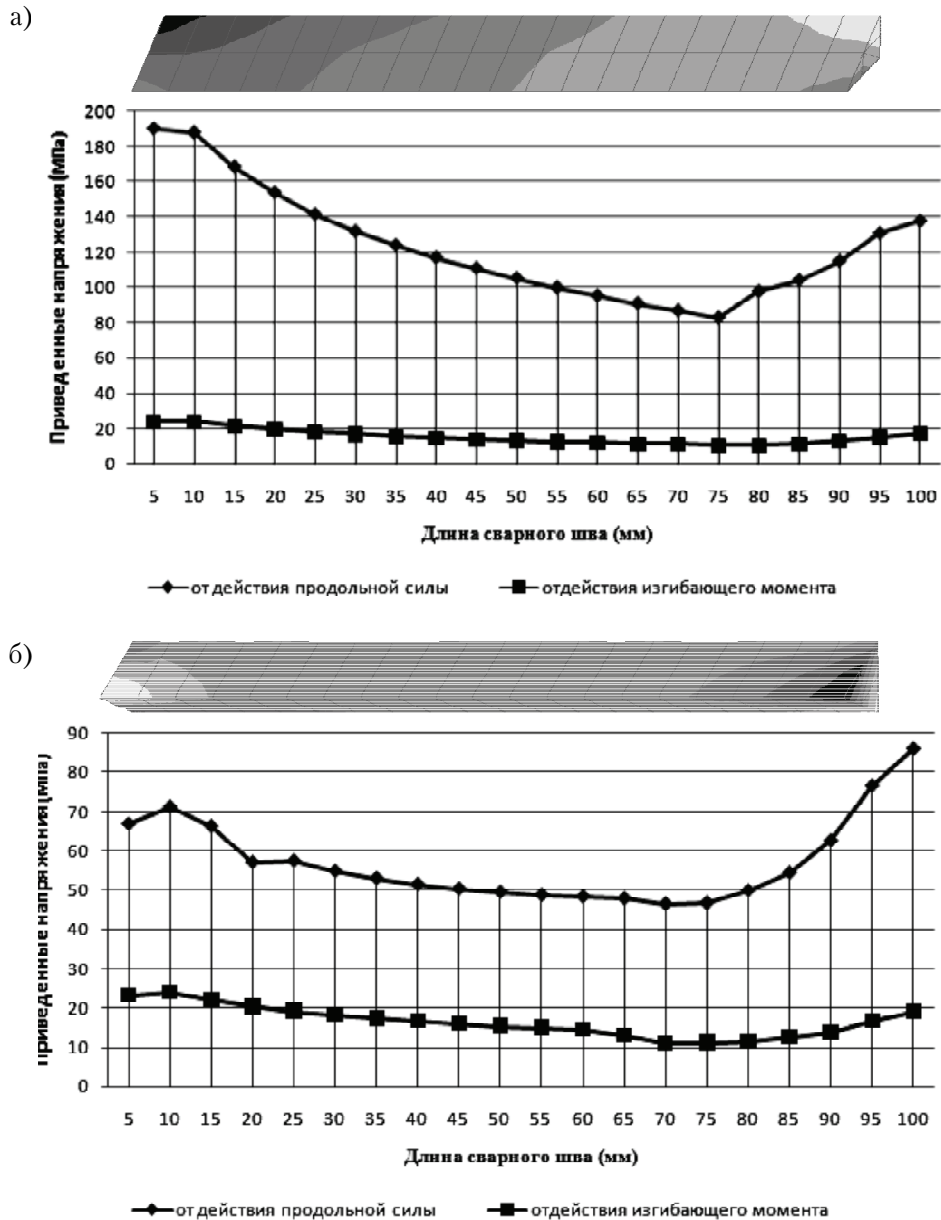


Рисунок 5 — Эпюры приведенных напряжений по длине сварного шва от действия продольной силы и изгибающего момента: а) по обушку уголка, б) по перу уголка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кушенко, В. Н. Анализ причин аварий строительных конструкций конвейерных галерей в условиях длительной эксплуатации [Текст] / В. Н. Кушенко, М. В. Губарев // Металлические конструкции. — 2012. — Т. 18, № 3. — С. 209–218.
2. Руководство по проектированию транспортёрных галерей [Текст] / Ленингр. Промстройпроект Госстроя СССР. — М. : Стройиздат, 1979. — 104 с.
3. Пособие по проектированию конвейерных галерей (к СНиП 2.09.03-85) [Текст] / ГПИ Ленпроектстальконструкция. — М. : Стройиздат, 1989. — 111 с.
4. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) [Текст] / Укрниипроектстальконструкция. — М. : Стройиздат, 1989. — 159 с.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Державні будівельні норми. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. — Замість СНиП 2.01.07-85 ; надано чинності 2007-01-01. — К. : Мінбуд України, 2006. — 61 с.
6. ДБН В.2.6-163:2010. Державні будівельні норми. Конструкції будівель і споруд. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]. — На заміну СНиП II-23-81*, окрім розділів 15*–19, СНиП III-18-75, окрім розділів 3–8; СНиП 3.03.01-87 у частині, що стосується сталевих конструкцій, окрім п.п. 4.78–4.134 ; надано чинні від 2011-12-01. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. — 127 с.

7. ДБН В 1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст]. — Уведено вперше зі скасуванням в Україні ГОСТ 27751, СТ СЭВ 3972-83, СТ СЭВ 3973-83, СТ СЭВ 4417-83, СТ СЭВ 4868-84 ; чинні з 2009-12-01. — К. : Мінрегіонбуд України, 2009. — 49 с.
8. Расчёт и проектирование пространственных конструкций : [учебн. пособие] / [Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, Я. В. Назим, И. В. Роменский] ; Под общей редакцией Е. В. Горохова. — Макеевка : ДонНАСА, 2012. — 561 с.
9. Recommendation for Loading and Safety Regulations for Structural Design [Текст] / Ministry of Housing, Nordic Committee on Building Regulations. — Copenhagen : NKV, 1978. — Report No. 36. — 148 p.

Получено 09.10.2012

В. М. КУЩЕНКО, М. В. ГУБАРЕВ
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОПОРНОГО ВУЗЛА
НЕРУХОМОЇ ОПОРИ РЕШІТЧАСТОЇ КОНВЕЄРНОЇ ГАЛЕРЕЇ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті виконана оцінка несучої здатності зварних швів кріплення опорного розкосу до фасонки нерухомої опори решітчастої конвеєрної галереї з урахуванням факторів дійсної роботи. Отримані ізополі розподілення напружень по довжині зварних швів з урахуванням згинального моменту.
решітчаста конвеєрна галерея, опорний вузол нерухомої опори, напружено-деформований стан, зварний шов

VOLODYMYR KUSHCHENKO, MIROSLAV HUBAREV
THE ANALYSIS OF TENSELY-STATE OF STRAIN BASIC KNOT OF THE
MOTIONLESS BEARER OF TRELLESED CONVEYOR PASSAGEWAY
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In article the estimation of a load-carrying capacity of welds of an attachment of a basic inclined brace to a corner plate of a motionless bearer of trellised conveyor passageway with the account of factors of the valid work is executed. Stress distribution isofields on length of welds with the account of a moment of flexion are received.

trellised conveyor passageway, basic knot of a motionless bearer, tensely-state of strain, weld

Кущенко Володимир Миколайович — д. т. н., професор кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи і вдосконалення методів розрахунку будівельних конструкцій гірничотехнічних споруд.

Губарев Мирослав Валерійович — аспірант кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи і вдосконалення методів розрахунку будівельних конструкцій конвеєрних галерей в умовах тривалої експлуатації.

Кущенко Владимир Николаевич — д. т. н., профессор кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование действительной работы и совершенствование методов расчёта строительных конструкций горнотехнических сооружений.

Губарев Мирослав Валерьевич — аспирант кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование действительной работы и совершенствование методов расчёта строительных конструкций конвейерных галерей в условиях длительной эксплуатации.

Volodymyr Kushchenko — DSc (Eng.), professor, Metal Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interest: research of the valid work and perfection of methods of design of building structures of mining constructions.

Miroslav Hubarev — a post-graduate, Metal Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interest: research of the valid work and perfection of methods of calculation of building designs of conveyor passageways in the conditions of long operation.