

УДК 624.014.2

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УКЛОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ ГАЛЕРЕЙ

Д-р В.Е. Волкова, аспирант И.С. Смолий

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОХИЛИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ КОНВЕЄРНИХ ГАЛЕРЕЙ

Д-р В.Є. Волкова, аспірант І.С. Смолий

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF EVASIVE SPANS OF CONVEYOR GALLERIES

Dr. Sci. V.E. Volkova, post-grad. stud. I.S. Smolii

В статье рассмотрены уклонные пролетные строения конвейерных галерей, получившие широкое распространение в комплексе сооружений промышленных предприятий. Конвейерные галереи являются частью транспортной системы горнодобывающих предприятий и относятся к объектам высокой ответственности.

Приведены результаты оценки влияния динамической нагрузки, обусловленной вынужденными колебаниями конвейерной ленты с сыпучим материалом при различных фазах работы, на продольные балки конвейерной галереи открытого сечения.

Ключевые слова: динамика, стальные конструкции, балки, конвейерные галереи.

У статті розглянуті похилі прогонові будови конвеєрних галерей, що одержали широке поширення в комплексі споруд промислових підприємств. Конвеєрні галереї є частиною транспортної системи гірничодобувних підприємств і відносяться до об'єктів високої відповідальності.

Наведено результати оцінки впливу динамічного навантаження, обумовленого вимушеними коливаннями конвеєрної стрічки із сипучим матеріалом при різних фазах роботи, на поздовжні балки конвеєрної галереї відкритого перетину.

Ключові слова: динаміка, сталеві конструкції, балки, конвеєрні галереї.

The article describes the slant spans conveyor galleries, widely used in complex industrial facilities. Conveyor galleries are part of the transport system of the mining enterprises and refer to objects of high responsibility.

The object of the study are spans conveyor galleries mine complexes. Namely - the natural oscillations of symmetric beams welded conveyor galleries.

The calculations were performed using finite element method in the PC environment SCAD. To determine the frequencies and modes of vibrations used block Lanczos.

The variants of constructive solutions beams: no transverse stiffeners with slope angles, as well as transverse stiffeners. Step transverse stiffeners was adopted 2 and 3 m. The beams are considered draft angles: 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 24°. Data were obtained for the longitudinal welded I-beam cross-section of 12 meters.

The results of the evaluation of the effect of dynamic load caused by forced oscillations of the conveyor belt to the bulk material at various phases of work on the longitudinal beams of the conveyor gallery open section.

In the dynamic analysis of the recommendations apply European standards, examines the first 3-5 or lower waveforms.

Keywords: dynamics, steel structures, beams, conveyor galleries.

Введение. Широкое распространение предприятий получили конвейерные галереи. Конвейерные галереи предназначены для в комплексе сооружений промышленных

размещения технических коммуникаций и конвейеров, с помощью которых производится перемещение сыпучих материалов. Галереи представляют собой как горизонтальные, так и наклонные сооружения с продольным углом наклона, не превышающим 24° . В зависимости от условий эксплуатации и требуемого температурного режима галереи проектируют отапливаемыми и не отапливаемыми. Последние, могут быть открытыми, частично или полностью закрытыми. [6]

Применение конвейерного транспорта целесообразно в технологических комплексах поверхности шахт и карьеров, на дробильно-обогащительной и агломерационных фабриках и др., а также при перемещении грузов на значительные расстояния.

Области эффективного использования конвейерного транспорта следующие — на подземных работах — перемещение угля, калийных и марганцевых руд из забоя (а крепких руд — от дробильных комплексов) до пунктов перегрузки в другие транспортные средства или до обогащительной фабрики на поверхности; на открытых работах — перемещение до различных пунктов угля и мягких вскрышных пород, разрабатываемых роторными экскаваторами, а также крепких пород и руд после предварительного дробления. Целесообразно применение конвейерного транспорта в технологических комплексах поверхности шахт и карьеров, на дробильно-обогащительной и агломерационных фабриках и др., а также при перемещении грузов на значительные расстояния до мест потребления.

Постановка проблемы у общем виде и её связь с важными научными и практическими заданиями. Конвейерные галереи являются частью транспортной системы на горнодобывающих предприятиях и относятся к объектам высокой ответственности. [1] Основными несущими конструкциями галерей являются пролетные строения и опоры. Внутри пролетных строений размещаются ленточные конвейеры для транспортировки сыпучих материалов. При необходимости в

пролетных строениях могут быть размещены также технологические коммуникации различного назначения. В пролетных строениях галерей расположена, как правило, только средняя часть ленточного конвейера, а «головная» и «хвостовая» части конвейера — вне пролетных строений. [2] Технологические нагрузки, действующие на строительные конструкции конвейерных галерей, имеют динамический характер, обусловленный вынужденными колебаниями конвейерной ленты с сыпучим материалом при различных фазах работы. [3].

Анализ последних исследований и публикаций. Систематические экспериментальные и расчетно-теоретические исследования работы ленточных конвейеров и поддерживающих их строительных конструкций, начатые лабораторией защиты от вибраций Уральского промстройинипроекта в 1965 г. по заданию Главпромстройпроекта. [5]

Ранее при расчете конвейерных галерей широко использовался метод, основанный на гипотезе плоских сечений. Однако, такое представление является приближенным по отношению к динамическому поведению балок пролетных строений. Также широко используются модели Тимошенко и Власова [4].

Объект исследования. Объектом исследования являются пролетные строения конвейерных галерей шахтных комплексов. А именно — собственные колебания сварных симметричных балок конвейерных галерей.

Основная часть исследования. Расчеты проводились методом конечных элементов в среде ПК SCAD. Для определения частот и форм собственных колебаний использовался блочный метод Ланцоша. В модели использовались конечные элементы типа «прямоугольная четырехузловая пластина» (КЭ 13) — изгибаемые пластины, лежащие в плоскости XOY. Показатель степени в оценках скорости сходимости для КЭ 13: по перемещениям — 2, по моментам — 2, по поперечным силам — 1. В узлах этих конечных элементов определено по три степени свободы: w — вертикальное перемещение (прогиб), а также UX , UY — углы поворота относительно осей X и Y.

Расчетные модели строились при помощи инструмента «дробление четырехузловых пластин» и генератора треугольных \ четырехугольных сеток конечных элементов на плоскости. Число конечных элементов выбиралось путем сгущения сетки до получения стабильных результатов расчета.

Численный анализ проводился при расчете балок заданной геометрии в диапазоне угла наклона балки относительно горизонта 0° - 24° , наличия или отсутствия поперечных ребер жесткости, изменения шага поперечных ребер жесткости в диапазоне 2-3 м, изменении значения коэффициента гибкости стенки балки λ_w при сохранении момента инерции сечения балки I_x .

Условия закрепления балки соответствовали шарниру. Собственный вес конструкции учитывался.

Моделирование выполнено в ПК «SCAD».

Размеры поперечных сечений балок приняты по рекомендациям Пособия по проектированию конвейерных галерей к СНиП 2.09.03-85.

Рассмотрены варианты конструктивного решения балок: без поперечных ребер жесткости с углами уклона, а также с поперечными ребрами жесткости. Шаг поперечных ребер жесткости был принят 2 и 3 м. Рассмотрены углы уклона балок: 0° , 5° , 10° , 15° , 20° , 24° .

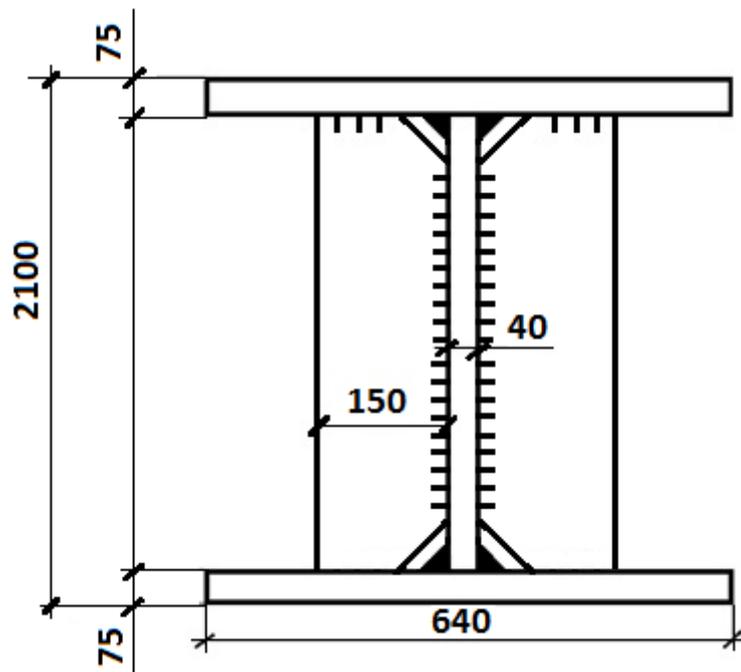


Рис. 1 Поперечное сечение балки

Данные были получены для продольной сварной балки двутаврового сечения длиной 12 м. Пример поперечного сечения см. рис. 1. Модель разбивалась на конечные элементы типа «пластина». Размеры квадратных конечных элементов 100×100 мм. Стенка балки и поперечные ребра генерировались сеткой произвольной формы на плоскости. Далее задавался контур и генерировалась сетка прямоугольных конечных элементов на плоскости. Были приняты следующие граничные условия:

закрепление концов балки – с одной стороны разрешены перемещения по оси X и Z.

Приложенные нагрузки: собственный вес; динамическая нагрузка – модальный анализ. Далее производился расчет и анализ результатов.

В динамическом анализе применяются рекомендации европейских норм. Таким образом, исследуются первые или низшие 3-5 форм колебаний. Для рассмотренных вариантов первая и вторая формы соответствуют изгибу (см. рис. 2-7) в горизонтальной плоскости; форма 3

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

описувала кручене балки. А вище 4-я і 5-я форми варьировали в зависимости от шага поперечных ребер жесткости. Колебания первой формы имеют низшую

частоту, по мере возрастания номера формы, частота собственных колебаний увеличивается.

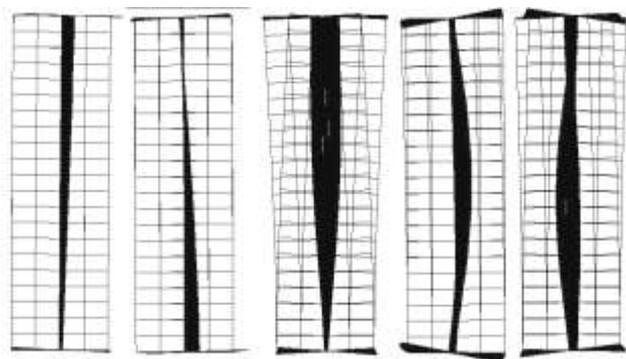


Рис. 2 Собственные формы колебаний балки без поперечных ребер жесткости (вид сбоку)

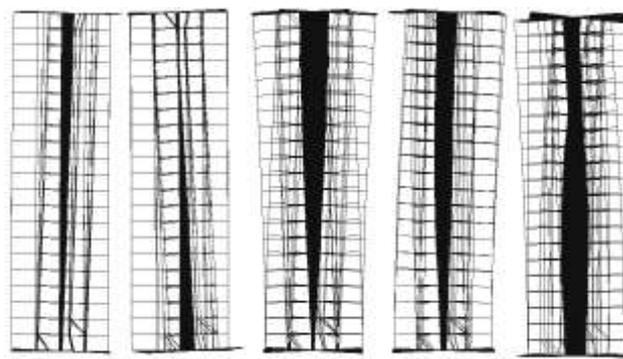


Рис. 3 Собственные формы колебаний балки с поперечными ребрами жесткости, шаг 2м (вид сбоку)

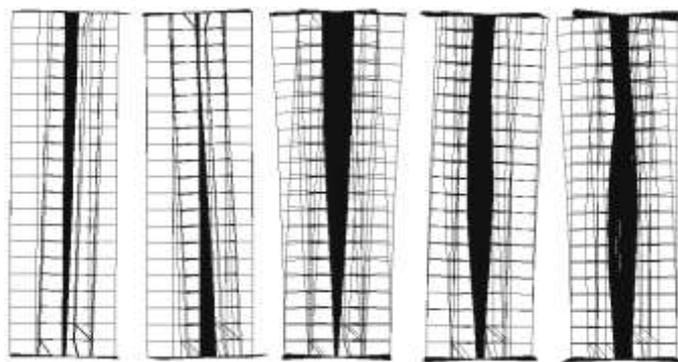


Рис. 4 Собственные формы колебаний балки с поперечными ребрами жесткости, шаг 3м (вид сбоку)

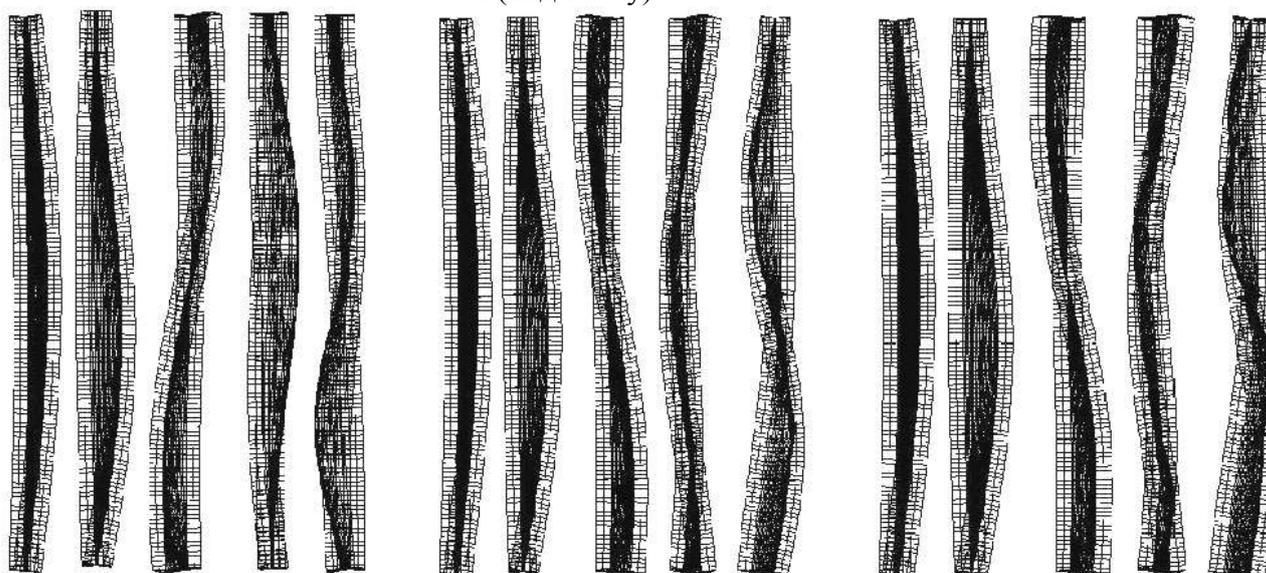


Рис. 5 Собственные формы колебаний балки

без поперечных ребер жесткости (вид сверху)

Рис. 6 Собственные формы колебаний балки с

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

поперечними ребрами
жесткости, шаг 2м (вид
сверху)

Рис. 7 Собственные
формы колебаний балки с
поперечными ребрами

жесткости, шаг 3м (вид
сверху)

При увеличении угла наклона оси, собственные частоты (см. рис. 8-13) формы 1 плавно увеличиваются, формы 2 – уменьшаются, формы 3, 4 и 5 изменяются нелинейно.

При добавлении поперечных ребер жесткости, частоты 1-й собственной формы уменьшаются, а частоты форм 2-5 увеличиваются.



Рис. 8 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 0°



Рис. 9 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 5°



Рис. 10 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 10°



Рис. 11 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 15°

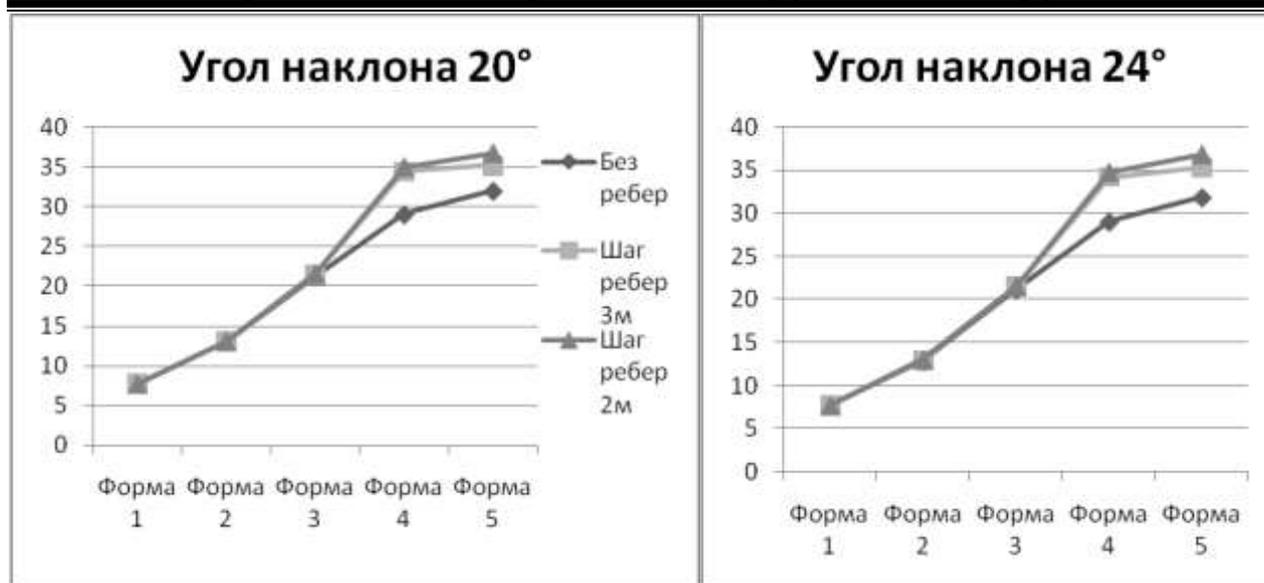


Рис. 12 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 20°

Рис. 13 Собственные частоты колебаний балки. Угол наклона оси 24°

Выводы из исследования и перспективы дальнейшего развития в данном направлении. Исходя из результатов исследования можно сделать вывод о том, что изменение угла наклона оси стальных сварных балок открытого сечения не оказывает существенного влияния на

первые три формы собственных колебаний. Однако в формах 4 и 5 возникают существенные изменения, чему способствует возникновение дополнительной скатной составляющей нагрузки при повышении угла наклона балки

Список использованных источников

1. Кущенко, В. Н., Губарев, М. В. Анализ причин аварий строительных конструкций конвейерных галерей в условиях длительной эксплуатации [Текст]: Статья. / В. Н. Кущенко, М. В. Губарев – Металлические конструкции №3/том 18/2012. – с. 209–218.
2. СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий / Государственный комитет СССР по делам строительства.
3. Кущенко, В. Н., Губарев, М. В. Анализ влияния динамического характера технологической нагрузки на напряженно-деформированное состояние пролетного строения решетчатой конвейерной галереи [Текст]: Статья. / В. Н. Кущенко, М. В. Губарев – Металлические конструкции, №4/том 19/2013, с. 225–234
4. Soltani, M., Asgarian, B., Mohri F. “Finite element method for stability and free vibration analyses of non-prismatic thin-walled beams” [Текст]: Статья. / M. Soltani, B. Asgarian, F. Mohri – Thin Walled Structures №82/2014 – с. 245-261
5. Ним, А.Д., Динамические воздействия ленточных конвейеров на несущие строительные конструкции [Текст]: Автореферат диссертации. / А.Д. Ним – Екатеринбург: 2002
6. Горев В.В. Металлические конструкции. том 3 Специальные конструкции и сооружения / В.В. Горев – М.: Высшая школа, 2002. - 543 с.

Волкова Виктория Евгеньевна, д.т.н., проф., кафедра «Строительства, геотехники и геомеханики», ГВУЗ «Национальный горный университет» drvev@mail.ru

Смолий Илья Сергеевич, аспирант, кафедра «Строительства, геотехники и геомеханики», ГВУЗ «Национальный горный университет», sebrle@bk.ru

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Volkova Viktorija Evgeniyevna, Dr. Sci., professor, Department of construction, geotechnics and geomechanics, SHEI “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine drvev@mail.ru

Illia Smolii, post-graduate student, Department of construction, geotechnics and geomechanics, SHEI “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine sebrle@bk.ru

Стаття прийнята 22.04.2015г.