

Киктев Н. А.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ УЗЛОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Статья посвящена разработке алгоритма и программного обеспечения для исследования возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров. Материал статьи является составной частью научно-исследовательских работ по исследованию конструкций шахтных ленточных конвейеров с точки зрения безопасности эксплуатации составляющих узлов и по разработке требований к их проектированию.

Ключевые слова: конвейер, параметры, устойчивость, узел, характеристики, алгоритм, программное обеспечение.

1. Введение

Проведенный анализ технического уровня конвейеров, эксплуатируемых в угольных шахтах, мест и причин возникновения пожаров в горных выработках, оборудованных ленточными конвейерами, свидетельствует, что преобладающее число пожаров происходило на приводных станциях. Основной причиной пожара было трение, которое во многом обусловлено характеристиками применяемых приводов, что и должно быть предметом дополнительного исследования.

Исследование и анализ схем и конструкций подземных ленточных конвейеров позволили выделить основные задачи проектирования и определить необходимость их решения по единой расчетной схеме, возможной для реализации на ЭВМ с применением современных объектно-ориентированных языков программирования.

В результате разработана методика расчета тяговых параметров анализа натяжений в характерных точках ленты в режиме загрузки-отгрузки подземных ленточных конвейеров с применением ЭВМ при решении различных задач проектирования для всех типов конвейеров.

Одним из важнейших этапов при расчете и проектировании ленточных конвейеров является исследование возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров. Поэтому задача разработки алгоритма исследования возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров и реализация его на современном алгоритмическом языке программирования Delphi 7 является актуальной.

2. Постановка проблемы

Методика исследования возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров, на основе которой будем разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение, приведена в [1]. Аналогичные исследования по данной теме, опубликованы в работах [2–4]. Методика расчета характеристик конвейеров с помощью ЭЦВМ разработана в 80-е годы, но для

использования на компьютерах старого поколения [5]. Задача, которая решается в данной статье, является частью общей работы по созданию системы автоматизированного проектирования конвейеров [1, 6]. В рамках этой работы, в частности, разработана методика системы отображения процесса автоматизации участка конвейерного транспорта [7].

3. Анализ литературных данных

Существует много исследований, посвященных автоматизированному проектированию конвейеров для различных отраслей производства. В статье [8] описывается разработанный программный комплекс, предназначенный для расчета тепловых параметров минераловатных ковров, технология производства которых включает ленточные конвейеры. Комплекс включает программы, написанные на языке программирования C#. Программы содержат расчет коэффициентов, зависящих от параметров технологического процесса, входных свойств объекта. С учетом коэффициентов определяют значения результирующих функций. Программы позволяют решать интерполяционные и адаптационные задачи технологического моделирования, а также оптимизировать режимы тепловой обработки технологического объекта. Статья [9] посвящена применению метода конечных элементов на основе численного моделирования напряженно-деформированного состояния конвейерных лент. При проектировании конвейеров применено математическое моделирование методом конечных элементов, которое заключается в том, что становится возможным с гораздо меньшей трудоемкостью и более низкой стоимостью проверить степень влияния каждого параметра, который входит в решение при разработке конвейера и помочь изменить те входные параметры, где степень влияния является наибольшей. В статье [10] речь идет про автоматизированное проектирование ленточных конвейеров на основе коммерческих САД-систем и экспертных систем. Для проверки качества разработанной конвейерной линии выполня-

ется анализ, используя программное обеспечение для анализа «Ansys-V11».

4. Цель и задачи исследования

Цель исследования: с использованием известной методики, утвержденной госстандартом, формализовать второй этап задачи автоматизированного проектирования шахтных конвейеров, а именно — разработать алгоритм и программное обеспечение автоматизированного расчета значения тягового фактора привода для дальнейшего тягового расчета.

Задачи исследования: с использованием известных методик расчета тяговой способности привода, составить алгоритмы определения коэффициента трения и тягового фактора привода, разработать программное обеспечение на современном объектно-ориентированном языке по реализации алгоритмов.

5. Разработка и реализация алгоритма исследования возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров

Для реализации алгоритма исследования возможности усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров необходимо разработать экспертную систему принятия решений на основе методики расчета.

Тяговое усилие, которое привод конвейера может передать рабочему органу (ленте) за счет сил сцепления, в общем случае определяется:

$$W_0 = S_{сб} * (T_{сн} - 1), \quad (1)$$

где W_0 — общее тяговое усилие на приводе.

Сравнивая реализуемые тяговые факторы на первом и втором приводных барабанах в тандемприводе с распределением нагрузки 1 : 1 и 2 : 1 на примере конвейера 2ЛП00У, устанавливаем, что реализуемый тяговый фактор на втором барабане в обоих случаях выше, чем на первом. Это происходит потому, что второй барабан находится в зоне низких натяжений.

Следовательно, на втором барабане, имеющем меньший запас тягового фактора (тяговой способности) более вероятно аварийная ситуация в части пробуксовки, а следовательно и пожароопасности.

На данном этапе развития конвейеростроения пожаробезопасность шахтных ленточных конвейеров может быть обеспечена только при условии наличия и исправности всех защит и блокировок, которые обеспечиваются средствами автоматизации. Анализ причин пожаров показывает, что в основном пожары возникают при наличии каких-либо нарушений, при не-

исправности или отсутствии предусмотренных защит и блокировок. По статистическим данным известно, что пожары чаще возникают при магистральных конвейерах и значительно реже на участковых. Этот факт может быть объяснен с одной стороны тем, что участковые конвейеры эксплуатируются при более постоянном надзоре обслуживающего персонала, чем магистральные, которые в большинстве своем находятся под периодическим надзором. С другой стороны — участковые и магистральные конвейеры имеют разные типы приводов. Все участковые конвейеры разных поколений выполнены с применением привода по типу 2 [1], т. е. двухбарабанного с жесткой кинематической связью. Большинство конвейеров, эксплуатирующихся в магистральных выработках выполнены с приводами по типам 3, 4 и 5 [1], т. е. применены многобарабанные приводы в виде двухбарабанного тандемпривода и с тремя приводными барабанами. Поэтому, для анализа работы привода в нештатном режиме принимаем магистральный конвейер, установленный в горизонтальной выработке, оборудованный тандемприводом с распределением нагрузки 1:1 со следующими нарушениями:

- натяжное устройство не оборудовано датчиком контроля натяжения, в этом случае исключается и блокировка привода конвейера при снижении натяжения ленты ниже допустимого, конвейер как бы оборудован жестким натяжным устройством без визуального и автоматического контроля натяжения ленты — весьма распространенный вид нарушений;
- отсутствует или неисправна аппаратура контроля пробуксовки и снижения скорости ленты — имеющий место вид нарушений.

При жестком натяжном устройстве для работы конвейера с максимальной нагрузкой без пробуксовки необходимо при холостом ходе ленту предварительно натянуть до усилия S_x^r , т. е. таким образом, чтобы при максимальной нагрузке натяжение в сбегавшей ветви было не менее $S_{сн}^r$.

Главная форма программы показана на рис. 1, а. Она содержит разделы меню: «Тяговое усилие», «Прочность ленты» и «Тяговый фактор», «Вероятность аварийной опасности», «Уравнения теплопередачи». При нажатии на соответствующие кнопки открываются дочерние формы, позволяющие рассчитать параметры исследования возможностей усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров при эксплуатации в угольных шахтах.

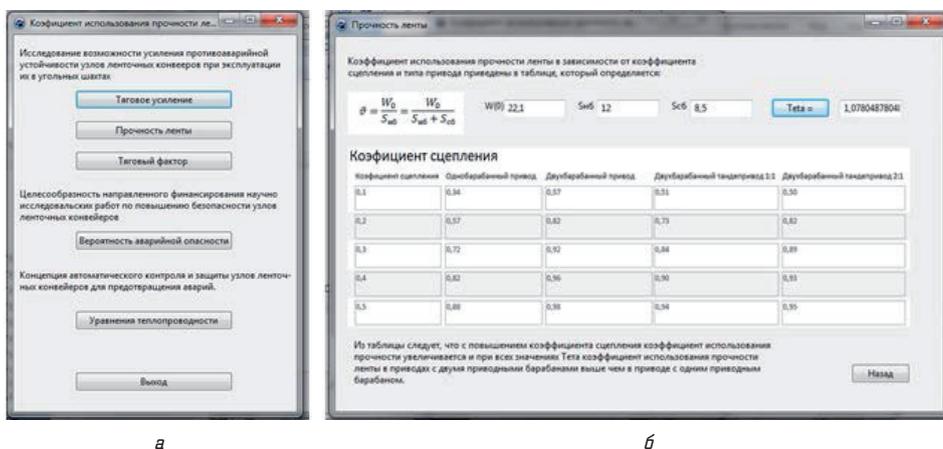


Рис. 1. Вид главной визуальной формы программы

Визуальная форма для расчета прочности ленты приведена на рис. 1, б. Окно содержит формулу для расчета коэффициента использования прочности ленты в зависимости от коэффициента сцепления и типа привода. Значение коэффициента сцепления отображаются в окне базы данных MS Access.

Визуальная форма для расчета тягового фактора показана на рис. 2. По формуле в соответствии с методикой [1] рассчитывается общий реализуемый тяговый фактор при максимальной загрузке, потом — реализуемый тяговый фактор на втором приводном барабане хода ленты, в конце — реализуемый фактор на первом приводном барабане хода ленты.

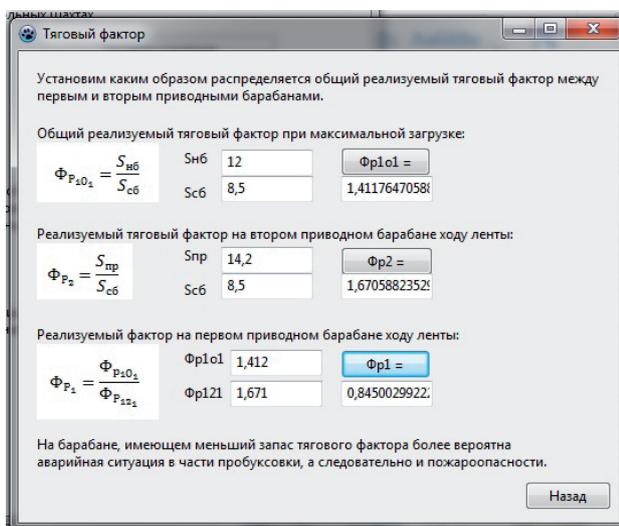


Рис. 2. Визуальная форма для расчета тягового фактора

Исходя из расчетов, экспертная система делает вывод, на котором наиболее вероятна аварийная ситуация в части пробуксовки и пожароопасности.

6. Обсуждение результатов разработки алгоритма расчета тяговой способности привода

Исследование алгоритма и программного обеспечения является продолжением цикла работ, что проводилось в научно-исследовательских институтах СССР и Украины в 70–90-е годы в отношении проектирования ленточных конвейеров с точки зрения шахтной безопасности. Новизна исследований заключается в автоматизации проектирования конвейеров, использовании современных средств компьютерной техники и алгоритмических языков. Результаты исследования можно использовать при проектировании конвейерных линий в любых отраслях промышленности. В дальнейшем планируется продолжить исследования, в частности — с помощью специальных программ исследовать причины изменения натяжения ленты, работу натяжного устройства, создать базу данных технического уровня и особенности конструкций ленточных конвейеров с использованием 3D-графики.

7. Выводы

В результате проведенных исследований: — формализован один из этапов проектирования шахтных конвейеров — исследование возможности

усиления противоаварийной устойчивости узлов ленточных конвейеров; — разработано и протестировано программное обеспечение по реализации данных алгоритмов в среде Delphi 7.

Литература

1. Исследование конструкции шахтных ленточных конвейеров с точки зрения безопасности эксплуатации узлов и разработка требований к проектированию [Текст]: Отчет по НИР. — Донецк: Донгипроуглемаш, 1996. — 90 с.
2. Основные положения по проектированию и эксплуатации угольных шахт [Текст]. — М.: ИГД им. А. Скочинского, 1975. — 268 с.
3. Овсянников, Ю. А. Автоматизация подземного оборудования [Текст] / Ю. А. Овсянников, А. А. Кораблев. — М.: Недра, 1986. — 287 с.
4. Конвейеры ленточные шахтные. Методика расчета [Текст]. — М.: МУП СССР, 1980. — 72 с.
5. Определение тяговых параметров подземных ленточных конвейеров с применением ЭЦВМ [Текст]. — Донецк: Донгипроуглемаш, 1982. — 54 с.
6. Аверченков, В. И. Конвейеры с подвесной лентой [Текст] / В. И. Аверченков, С. В. Давыдов, В. П. Дунаев, В. Н. Ивченко. — М.: Флинта, 2011. — 256 с.
7. Киктев, Н. А. Методика системы отображения процесса автоматизации участкового конвейерного транспорта [Текст] / Н. А. Киктев, Я. А. Савицкая, Н. И. Чичикало // Энергетика і автоматика. — 2014. — № 1. — 9 с.
8. Жуков, А. Д. Расчет параметров тепловой обработки минераловатных изделий с применением [Текст] / А. Д. Жуков, Т. В. Смирнова, А. О. Химич, А. О. Еременко, Н. А. Копылов // Строительство: наука и образование. — 2013. — № 1. — С. 1–4.
9. Maras, M. Application of the method finite elements by numerical modeling stress-strain state in conveyor belts [Text] / M. Michal, H. Jozef, M. Daniela // Acta Montanistica Slovaca. — 1997. — Vol. 2, Iss. 2. — P. 101–108.
10. Bhojar, R. K. Design Consideration Of Adjustable Height And Radial Belt Conveyor System [Text] / R. K. Bhojar, Dr. C. C. Handa // International Journal of Engineering Trends and Technology. — 2013. — Vol. 4, Iss. 10. — P. 4377–4382.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОСИЛЕННЯ ПРОТИАВАРІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВУЗЛІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Стаття присвячена розробці алгоритму та програмного забезпечення для дослідження можливості посилення протиаварійної стійкості вузлів стрічкових конвеєрів. Матеріал статті є складовою частиною науково-дослідних робіт з дослідження конструкцій шахтних стрічкових конвеєрів з точки зору безпеки експлуатації складових вузлів і по розробці вимог до їх проектування.

Ключові слова: конвеєр, параметри, стійкість, вузол, характеристики, алгоритм, програмне забезпечення.

Киктев Николай Александрович, кандидат технических наук, ассистент, кафедра автоматизации и робототехнических систем, Национальный университет биоресурсов и природопользования, Киев, Украина, e-mail: nkiktev@gmail.com.

Кіктев Микола Олександрович, кандидат технічних наук, ассистент, кафедра автоматизации та робототехнічних систем, Національний університет біоресурсів та природокористування, Київ, Україна.

Kiktev Nikolay, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine, e-mail: nkiktev@gmail.com