

УДК 622.647.002.5-52

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АНАЛИЗА И РАСЧЁТА ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕЙЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ**

А.А. Акимов, студент гр. ИТб - 121, 4 курс.

Научный руководитель: А.В. Протодияконов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово.

Проблема повышения надежности технологического и, в частности, транспортного оборудования в горнодобывающей промышленности страны была и остается важнейшей. Усложнение в горно-геологических и в горнотехнических условиях на шахтах и рудниках, увеличение концентрации горных работ, и вследствие этого, увеличение грузопотоков предъявляют повышенные требования к надежности транспортных систем. Основной тенденцией в развитии транспортных систем на угольных шахтах является переход на их полную конвейеризацию. При этом создается непрерывный грузопоток, прерывание которого из-за отказа магистрального конвейера приводит к остановке шахты на период ликвидации этого отказа, что сопровождается большими экономическими потерями. Поэтому анализ, учет и расчет конвейерного оборудования, а так же исследование и разработка методов и технических средств обеспечения моделирования нагрузки конвейерных систем представляет собой весьма актуальную проблему.

Компанией ООО «Катен» разрабатывается программный комплекс «КАДПИ» для предприятий «СУЭК». Основной целью программного комплекса «КАДПИ» является повышение надежности работы шахт, за счет создания интегрированной информационной системы сбора, обработки и анализа информации, позволяющей своевременно принимать эффективные управленческие решения и проводить планово-предупредительные мероприятия, а в аварийных ситуациях оперативно реализовывать мероприятия планов ликвидации аварий. Косвенно также решается задача оптимизации графика работы и графика проведения планово-предупредительных мероприятий, что также позволяет снизить производственные затраты.

На основе программного комплекса «КАДПИ» ведется разработка библиотеки, преследующей следующую цель: повышение эффективности распределения конвейеров по выработкам шахт при подземных работах. Для выполнения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Автоматизация учета конвейерного оборудования.

2. Автоматизация расчета характеристик конвейерного оборудования, (например, таких как производительности конвейера, усилий в ленте и проверка прочности ленты)
3. Разработка средств визуализации грузопотока и системы конвейеров в шахте в виде дерева (связанный граф, не содержащий циклы)
4. Разработка средств моделирования нагрузки на конвейер посредством изменения объема выработки и установки нового оборудования (например, таких как бункер)

При решении поставленных задач была создана DLL библиотека, архитектура которой позволяет её многократное использование различными программными приложениями. Языком программирования, используемым при разработке, является язык Delphi. Для хранения данных об оборудовании, используется хранилище данных на основе СУБД SQL Server 2014, спроектированное при разработке программного комплекса «КАДПИ».

Автоматизация расчетов характеристик конвейерного оборудования, таких как производительность конвейера, усилие в ленте, проверка прочности ленты и других характеристик, реализуется на основе приближенного, тягового и уточненного методов [2,3].

Приближенный метод расчета прост, но он позволяет определить мощность привода, типоразмер ленты и массу груза натяжного устройства приближенно: в одних случаях с некоторым завышением этих параметров, в других – с занижением.

Тяговый расчет не позволяет определить натяжение ленты во всех характерных точках трассы конвейера, т.е. точках перехода прямых участков ленты в криволинейные и точках набегания и сбегания ленты с барабанов, кроме как приводного. Усилия на натяжном барабане определяют по эмпирическим формулам.

Уточненный метод расчета более трудоемкий, но тяговый расчет этого метода позволяет определить натяжение ленты во всех характерных точках любой трассы конвейера, что необходимо для выбора натяжного устройства, радиусов кривизны, определения нагрузок от отдельных частей конвейера и др.

При проектировании конвейерного транспорта рекомендуются следующие методы расчета. Для конвейеров с приводом мощностью до 50-75 кВт - приближенный, для конвейеров с приводом мощностью свыше 50-75 кВт на предварительной стадии - приближенный, на окончательной стадии - уточненный. При проектировании конвейеров с приводом мощностью более 100 кВт расчеты целесообразно выполнять в нескольких вариантах (по скорости, ширине ленты и др.) с тем, чтобы можно было выбрать оптимальные параметры. Затраты на выполнение дополнительных расчетов будут ничтожными по сравнению с экономией, которая будет получена при строительстве и эксплуатации конвейера.

Исходными данными для расчета ленточного конвейера являются:  
расчетный грузопоток, поступающий на конвейер; плотность,

гранулометрический состав и угол естественного откоса транспортируемой горной массы; максимальная длина транспортирования и угол наклона трассы; параметры конвейера в соответствии с технической характеристикой; условия эксплуатации (стационарная или полустационарная установка).

Целью расчета является проверка соответствия параметров, таких как, ширина ленты по расчетному грузопотоку, запас прочности ленты и мощность привода, а также длины конвейера в одном ставе, условиям эксплуатации.

При разработке средств визуализации грузопотока используется графическая библиотека OpenGL [1]. Исходя из значений параметров, сохраненных в базе данных, с использованием рекурсивной процедуры строится дерево (рис. 1), где вершины - это узлы, соединяющие выработки друг с другом, а дуги - это выработки шахты. Изображение строится в 2D виде и представляет собой схему расположения конвейерного оборудования в выработках шахты. Схема так же содержит следующие элементы: треугольник – это зона загрузки породы на конвейер, привязывается к узлам, направленная линия – это направление грузопотока, объемная вертикальная стрелка – это флаг, показывающий, что идет пересып груза на следующий конвейер в выработке, трапеция – это зона выгрузки породы из системы конвейерного транспорта на поверхность.

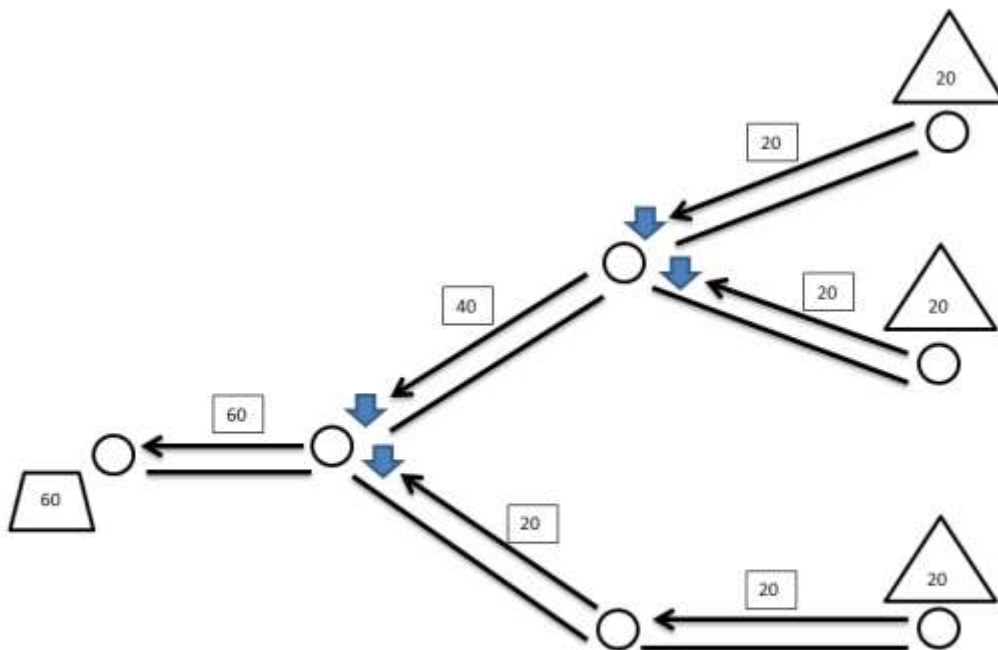


Рисунок 1. Схема системы конвейерного оборудования.

При расчете характеристик конвейерного оборудования происходит сопоставление производительности линии конвейеров и количества выработки породы, и затем, если на каком либо сегменте линии произойдет несоответствие производительности и выработки породы, то этот сегмент помечается как дефектный и выделяется. Также имеется возможность редактирования схемы средствами визуализации, например, добавление и установка бункеров на схеме, снижение добычи породы, установки иного оборудования на линии. Таким образом, решается задача разработки средств моделирования нагрузки на конвейер.

Разработанная DLL библиотека призвана помочь инженерам повысить качество применяемых решений, связанных с распределением конвейеров по выработкам шахт при подземных работах. Проведение расчетов дает обоснование решений об использовании выбранных конвейеров на участке, целесообразности и эффективности применения на угольных шахтах новых технических решений при формировании систем конвейерного транспорта. Применение разработанных средств визуализации повышает эффективность моделирования степени загрузки конвейерного оборудования.

#### **Список литературы:**

1. Интернет ресурс <https://www.opengl.org/>.
2. Первоуральский завод горного оборудования. Каталог узлов ленточных стационарных конвейеров. Первоуральск. 2010 г.
3. Всесоюзный проектный и научно-исследовательский институт промышленного транспорта. Пособие по проектированию конвейерного транспорта. Москва. Стройиздат. 1988 г.