

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
Кузбасский научный центр СО АИН им. А.М. Прохорова**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2021**

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

(с международным участием)

2 – 3 декабря 2021 г.

**Новокузнецк
2021**

УДК 658.011.56

С 409

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н. О.В. Михайлова, к.т.н.,
доцент В.А. Кубарев

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) :
AS'2021 : труды XIII Всероссийской научно-практической
конференции (с международным участием) 2–3 декабря 2021 г. /
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
Сибирский государственный индустриальный университет [и др.] ; под
общей ред.: С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк :
Издательский центр СибГИУ, 2021. – 417 с. : ил.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопро-сам автоматизации управления технологическими процессами и пред-приятиями, социально-экономическими системами, образованием и ис-следованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, техниче-ского и организационного обеспечения систем автоматизации и инфор-мационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспиран-тов и студентов.

УДК 658.011.56

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк) ООО
«Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк)
ООО «ЕвразТехника» (г. Новокузнецк)
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс» (г. Кемерово) Журналы:
«Известия вузов. Чёрная металлургия» (г. Москва, Новокузнецк),
«Вестник СибГИУ» (г. Новокузнецк)

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2021**

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

(с международным участием)

2 – 3 декабря 2021 г.

Под общей редакцией

д.т.н., проф. С.М. Кулакова,

д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 30.11.2021 г.

Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 24,41. Уч.-изд. л 26,86. Тираж 300 экз. Заказ № 279

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ

ИТЕРАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ И АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СИСТЕМЫ, КАК КОМПОНЕНТЫ «УМНОГО ДОМА»	
Гусев С.С.	202
РАЗРАБОТКА АСУТП ВОДОСБРОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	
Темнохудов Д.Р., Куликов Е.С., Сазонова Г.А.	209
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ	
Исаев Э.В., Михайлова О.В.	214
ПОСТРОЕНИЕ АСУТП НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
Куликов Е.С., Сазонова Г.А., Темнохудов Д.Р.	220
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Сергушин К. В.	224
РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ	
Прищепа Я.И.	228
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ КОВКИ МОДЕЛЬНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ-КРЕМНИЙ	
Прудников А.Н.	232
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ НАСТУПЛЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
Гусев С.С.	238
СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВКИ ОСОБОЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ	
Авдеев М.К., Девятых Е.А.	246
СЕКЦИЯ 3 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО И СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	251
ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЙ	
Клеванский Н.Н., Красников А.А., Петрова Т.Ю.	253
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПОРТАЛА НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Власенко А.Е., Сизикова И.Л., Климантова И.П., Захарова Е.В., Якушева О.И.	260
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SCHNEIDER ELECTRIC	
Кубарев В.А., Аврангшоев А.Б., Кучик М.М., Сарсембин А.О., Галлямова О.Р.	263

3. РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
4. ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем.
5. ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем.
6. СТО ИСМ 3-07-2017 Информационное обеспечение. Порядок заказа, разработки и внедрения автоматизированных систем.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ

Исаев Э.В., Михайлова О.В.

Сибирский государственный индустриальный университет
Новокузнецк, Россия, eduard-isaev-2000@mail.ru

Аннотация. В работе оценивается современное состояние программно-инструментальных средств для управления поточно-транспортной системой. Была определена цель: оценить состояние этих средств на основании таких показателей, как доступность использования, надежность и гибкость настройки. В результате исследования рассмотрены программные комплексы, позволяющие рассчитать и автоматизировать поточно-транспортные системы.

Ключевые слова: автоматизация, управление, транспортировка, аппаратура, конвейер.

Abstract. The paper evaluates the current state of software and tools for managing the flow transport system. The goal was defined: to assess the state of these tools based on indicators such as availability of use, reliability and flexibility of configuration. The main methods used: the method of analysis, an overview of information sources. As a result of the research, software complexes that allow calculating and automating flow-transport systems are considered.

Keywords: automation, control, transportation, equipment, conveyor.

Поточно-транспортная система (ПТС) - называется комплекс механизмов технологического оборудования, устройств, предназначенных для обработки и транспортирования материалов, заготовок деталей и узлов машин или для сборки машин в едином непрерывном технологическом процессе.

В настоящий момент на шахтах Кузбасса происходит внедрение нового поколения пускового электрооборудования для конвейеров, которое не только позволяет существенно повысить экономическую эффективность работы подземного транспорта, но и сделать её более безопасной для горнорабочих. Существует большое количество видов аппаратуры автоматизированного контроля за работой шахтных конвейеров, но их работа в основном направлена на снижение последствий или предотвращение развития уже возникших аварий.

Контроль работы конвейера обеспечивают датчики (рисунок 1). Остановка ленты, поперечный её разрыв и пробуксовка на приводе контролируются датчиком скорости 4, который устанавливается у приводной головки так, чтобы ролик датчика соприкасался с лентой по её чистой стороне. Датчик представляет собой тахогенератор, который служит источником сигнала для реле скорости. Имеются реле скорости, контролирующие превышение скорости, что необходимо для бремсберговых конвейеров. Для профилактического контроля целостности тросов резино-тросовых лент имеются устройства 5, позволяющие обнаружить участки повреждения тросов, определить частичное или полное нарушение их целостности с выдачей команды на отключение привода конвейера и подачу светового сигнала при обнаружении повреждения тросов, превышающего установленный предел. Устройство может быть снабжено регистрирующим самопишущим прибором, что дает возможность объективной оценки прочности ленты. Датчики контроля схода ленты 2

устанавливают с обеих сторон ленты у приводной и натяжной головок, а иногда и в средней части конвейера. Контактный датчик 1 контролирует завал перегрузочного устройства. Датчик температуры приводного барабана 3 помещается непосредственно в барабане и срабатывает при $t > 60 - 70^{\circ}\text{C}$.

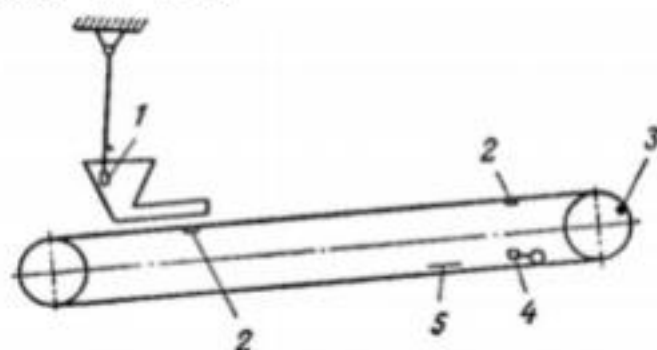


Рисунок 1 - Схема расположения датчиков автоматического контроля на конвейере

Для рассмотрения физических процессов при пусках конвейеров реальная механическая система может быть представлена упрощенной динамической моделью, в которой распределенные массы упругости и силы заменены эквивалентными сосредоточенными.

Программный комплекс (рисунок 2) состоит из двух информационно-расчетных блоков: блока тягового расчета ленточного конвейера, блока расчета динамических натяжений при пусковых и тормозных режимах ленточного конвейера с выдачей расчетной информации на экран ЭВМ.

Блок тягового расчета представляет собой программу, реализованную в программной среде Delphi. Структура данной программы состоит из трех окон, на которых последовательно демонстрируется выполненный определенный этап тягового расчета. Переход между окнами осуществляется при нажатии кнопок «Далее» и «Назад».

При первоначальном запуске комплекса, в главном окне программы необходимо указать исходные данные для расчета ленточного конвейера: производительность, ширина ленты и ее тип, угол наклона и другие параметры, необходимые для расчета.

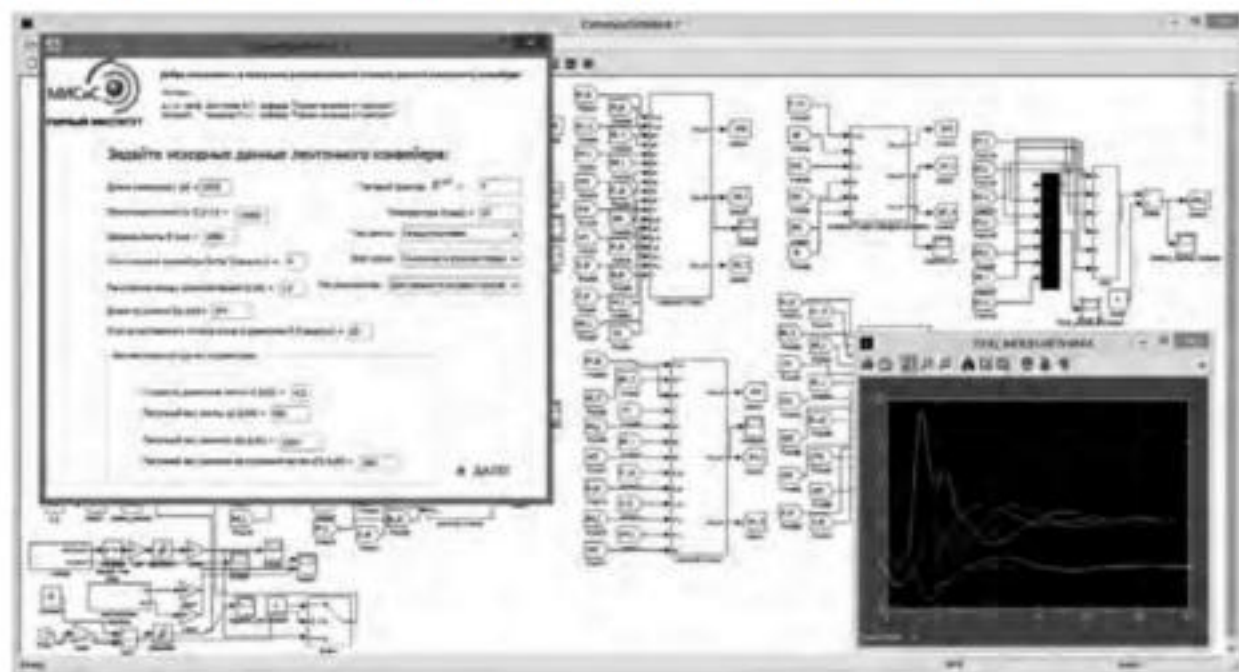


Рисунок 2 - Программный комплекс для тягового расчета и анализа пусковых и тормозных режимов ленточных конвейеров

Выполнить расчет

Ширина ленты B (мм) = 1675,0 мат. $\beta_0 = 1$
 $\alpha = 0,070$ $\beta_{00} = 1,0000_{\text{мат.0}}$
 $\beta_{01} = 0,0000_{\text{мат.1}}$

Введите ориентировочные константы грузовой ветви:

константа сцепления $C_{\text{св}} = 0,03$ $\beta_0 = 40^\circ$ $\beta_{00} = 0,1714$
 Коэф. удельного сопротивления перемещению по ленте $\mu_{\text{лент}} = 0,05$ $\alpha = 0,5$
 $C_{\text{св0}} = 0,03$ $E_{\text{св}} \cdot \beta_0 = 20000$
 $\mu_{\text{лент,0}} \cdot B \cdot V = 3771,07$
 $C_{\text{св}} = 0,00014$

С учетом температуры и угла наклона ленточных роликов:

$C_{\text{св0}} = 0,01901$
 $C_{\text{св}} = 0,01901$

Автоматически для порожней ветви:

$\mu_{\text{лент,1}} \cdot B \cdot V = 1,000$ $\beta_0 = 0,0$
 $C_{\text{св0}} = 0,002$
 $C_{\text{св1}} = 0,02$
 $C_{\text{св0}} = 0,02$ $E_{\text{св}} \cdot \beta_0 = 20000$ $\epsilon = 0,002$

Определяете ориентировочные коэффициенты сопротивления движению:

$W'_{\text{с}} = 0,007$
 $W'_{\text{с0}} = 0,03$

Назад ➔ ДАЛЕЕ

Рисунок 3 - Основное окно программы тягового расчета ленточного конвейера

Здесь же в автоматическом режиме рассчитывается и выводится в окне скорость движения ленты, ее погонный вес, погонный вес роликов на порожней и грузовой ветвях.

Затем в следующем окне программы необходимо нажать кнопку «Выполнить расчет» после чего программой автоматически рассчитываются необходимые константы для грузовой и порожней ветвей, а также определяются ориентировочные коэффициенты сопротивления движению (рисунок 4).

МИСИС
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Дайте название в программу автоматизированному расчету первого блока ленточного конвейера:

Блок:

а.1 - 1-й бл. Двигатель ВД - коэффициент "Тяговая мощность и скорость"
 вариант: "Порожня Т.П.В." коэффициент "Тяговая мощность и скорость"

Задайте исходные данные ленточного конвейера:

Длина конвейера L (м) = 1000 Тяговый фактор $E^{пр} = 7$
 Производительность Q (т/ч) = 12000 Температура (град) = 20
 Ширина ленты B (мм) = 1600 Тип ленты: Грузопорожняя
 Угол наклона конвейера β_0 (градусы) = 0 Вид груза: Сухие и сыпучие грузы
 Расстояние между роликами L_0 (м) = 1,2 Тип роликов: Для сыпучих и зерновых грузов
 Диаметр ролика D_0 (мм) = 194
 Коэф. сцепления в зоне пуска и движения β (градусы) = 30

Автоматический расчет параметров:

Скорость движения ленты V (м/с) = 4,5
 Погонный вес ленты q_l (н/м) = 250
 Погонный вес роликов q_0 (н/м) = 1200
 Погонный вес роликов на порожней ветви q_{00} (н/м) = 200

➔ ДАЛЕЕ

Рисунок 4 - Окно уточненного тягового расчета первого блока программного комплекса

В качестве схемы ленточного конвейера, используется схема указанная в третьем окне программы, на которой изображается изменение статического натяжения по длине конвейера при принятых уточненных коэффициентах сопротивления движению и на грузовой и порожней ветвях. В расчете также учитывается сопротивление ЖЗАГ, возникающее в месте загрузки для загрузочного устройства стандартного вида – в виде загрузочной воронки с направляющими бортами, расположенными в хвостовой части конвейера.

В третьем окне программы также печатаются результаты расчета сил сопротивления движению на грузовой и порожней ветвях, силу сопротивления в месте загрузки, натяжения в характерных точках конвейера, рассчитанная мощность привода и уточненные коэффициенты сопротивления движению для дискретной модели расчета динамики ленточного конвейера (рисунок 5).

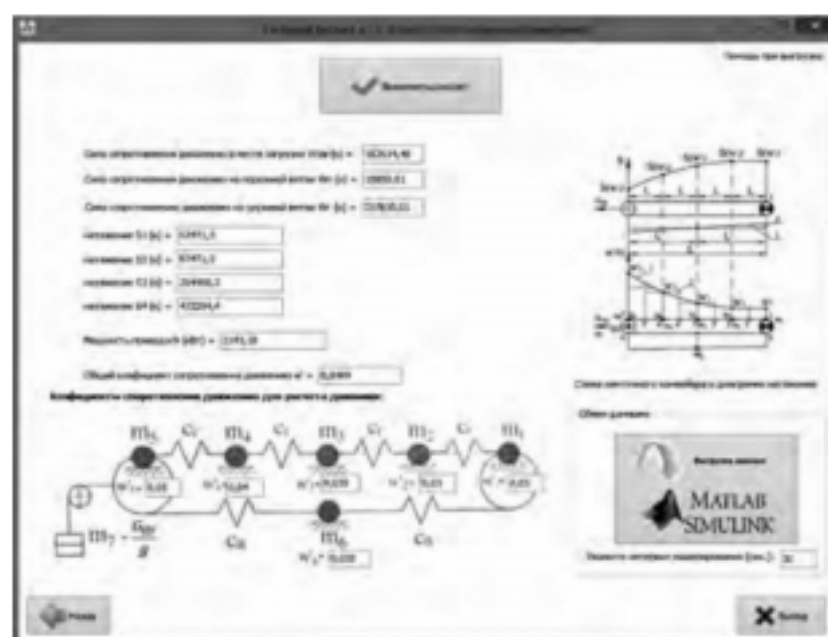


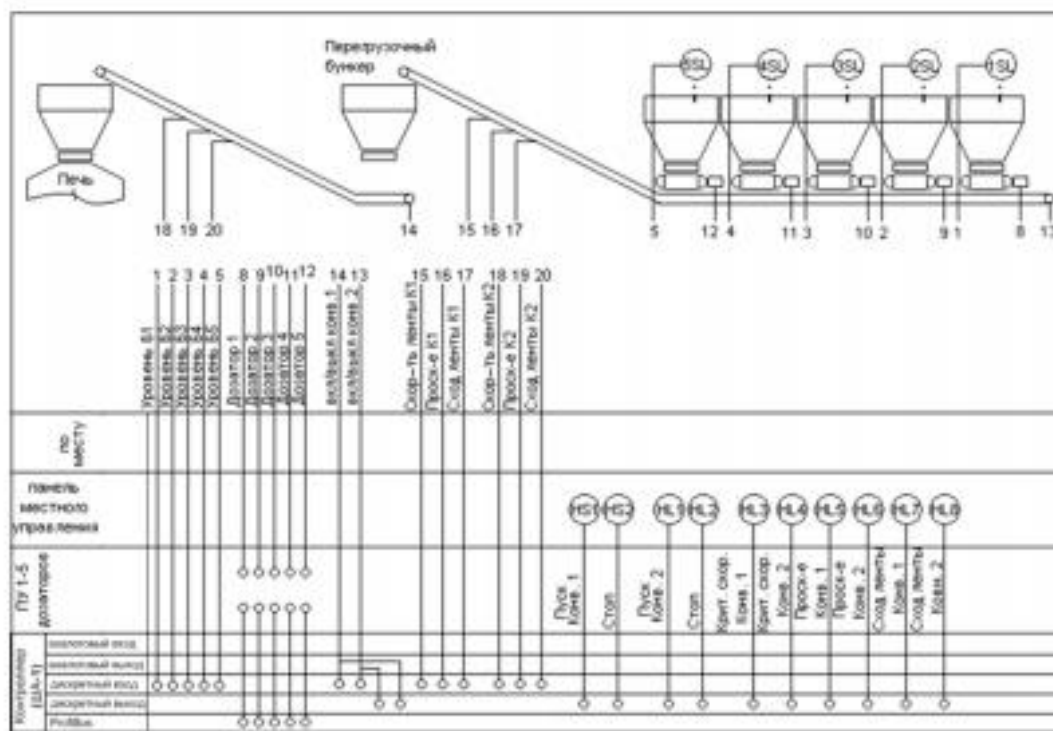
Рисунок 5 - Окно программы итогового тягового расчета ленточного конвейера

При желании пользователь может ограничиться только этим этапом расчета и рассчитать ленту на прочность, приняв коэффициент запаса $n = 10$ или $n = 7$ в зависимости от типа ленты.

Далее полученные итоговые значения коэффициентов сопротивления движению и другие необходимые константы загружаются в файл Matlab Simulink, где находится спроектированная дискретная модель ленточного конвейера. Осуществляется это нажатием соответствующей кнопки «Выгрузка данных в Matlab Simulink». Перед процессом загрузки в Matlab Simulink в программе возможно задать начальный интервал моделирования для последующего анализа динамики ленточного конвейера.

Способ передачи данных между блоками программы основан на технологическом стандарте COM (ComponentObjectModel) и базирующейся на этом стандарте технологии OLE Automation. Технология OLE Automation разработана для поддержки интерпретирующих языков. Она позволяет передавать данные от одного приложения к другому и возвращать результат работы обратно.

Информационно-управляющая система комплекса подачи шихты обеспечивает возможность автоматизированного и дистанционного управления основными технологическими параметрами ПТС, для чего обеспечивается постоянный непрерывный сбор и обработка информации об технологических параметрах и состоянии оборудования, с дальнейшей передачей данной информации в SCADA систему. Схема автоматизации ПТС показана на рисунке 6.



Запуск системы осуществляется по команде технолога с АРМа. Перед началом запуска контроллером проверяется выполнение следующих условий:

- открыт верхний шибер загрузочного бункера шихты (данный параметр контролируется ИУС печи).
- компоненты поточно-транспортной системы находятся в рабочем состоянии (отсутствуют сигналы блокировок из ПТС)

Современное состояние программно-инструментальных средств для управления поточно транспортной системой позволяет говорить о надежном, безотказном и простом управлении над объектом.

Пользователь, руководствуясь методическими источниками, способен с помощью этих программ проводить расчеты, диагностику в реальном времени технического состояния конвейеров, реализовывать необходимые алгоритмы управления для эксплуатации автоматизированных поточных технологических процессов.

Библиографический список

1. Муратов Г.Г., Махамаджанов Р.К., Жураев А.Ш. Автоматизация управления поточно-транспортными системами // Вопросы науки и образования. 2018. №27 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-upravleniya-potochno-transportnymi-sistemami> (дата обращения: 25.02.2021).

2. Муратов Г.Г., Жураев А.Ш., Махамаджанов Р.К., Маткасимова Ш.Ш.К., Абдуназарова Д.Ю. Усовершенствование схем автоматизации ленточных конвейеров в горных предприятиях // Наука, техника и образование. 2018. №6 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/usovershenstvovanie-shem-avtomatizatsii-lentochnykh-konveyerov-v-gornyyh-predpriyatiyah> (дата обращения: 25.02.2021).

3. Герусов А.И., Бычков С.В. Автоматизированная система регулирования скорости ленточных конвейеров, как средство повышения безопасности их эксплуатации // Вестник Научного центра. 2017. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-regulirovaniya-skorosti-lentochnykh-konveyerov-kak-sredstvo-povysheniya-bezopasnosti-ih-ekspluatatsii> (дата обращения: 25.02.2021).

4. Павлов В.Е. Исследование режимов пуска электропривода ленточного конвейера методом компьютерного моделирования // Вестник ИргТУ. 2018. №4 (135). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-rezhimov-puska-elektroprivoda-lentochnogo-konveyera-metodom-kompyuternogo-modelirovaniya> (дата обращения: 25.02.2021).

5. Дмитриев В.Г., Чередник П.Н. Программный комплекс для тягового расчета и анализа пусковых и тормозных режимов ленточных конвейеров // ГИАБ. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnyy-kompleks-dlya-tyagovogo-rascheta-i-analiza-puskovykh-i-tormoznykh-rezhimov-lentochnykh-konveyerov> (дата обращения: 25.02.2021).

6. Информационно-управляющая система «Опытно-промышленной плазменной печи, газоочистки и шихтоподачи» // Сибирский государственный индустриальный университет URL: <https://vunivere.ru/work50495>.