

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЕМ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА**Никулин В.Э., магистрант; Саулин В.К., ст. преп.***(ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР, РФ)*

Как известно, при эксплуатации ленточных конвейеров возможно возникновение пожаров вследствие загорания мелкодисперсных частиц, которые образуются при истирании поверхности ленты [1]. Такое истирание происходит в основном в результате проскальзывания ленты на барабане конвейера. При этом теряется механическая связь ленты с барабаном, лента может быть вовсе остановлена, тогда как барабан продолжает вращаться и интенсивно истирает поверхность ленты с образованием мелкодисперсных фракций и пыли. После возникновения проскальзывания конвейерной ленты температура поверхности барабана повышается сразу. При температуре барабана около 130 °С начинается термическая деструкция ленты, а при 200 °С наблюдается шелушение резины. Через 10-20 минут температура поверхности барабана может достигать величины 300-380 °С. Значительный рост температуры поверхности барабана приводит сначала к процессу тления, а затем и пламенного возгорания угольной пыли, продуктов шелушения резины и непосредственно конвейерной ленты.

Проскальзывание ленты происходит в основном при недостаточном натяжении ленты. Натяжение ленты, как правило, обеспечивается специальным лебедочным натяжным устройством, которое приводится в действие электродвигателем [2].

В работе предлагается система автоматического управления натяжением ленты конвейера (далее по тексту система САУНЛ), функциональная схема которой приведена на рисунке 1. Система имеет два канала: канал I - канал контроля температуры поверхности барабана и канал II - канал автоматического регулирования работы натяжного устройства.

Алгоритм работы системы САУНЛ заключается в следующем. Датчик температуры (пирометрический датчик) канала I измеряет текущее значение величины температуры поверхности барабана T_t . Если текущее значение температуры не превышает заданное значение температуры (уставку) $T_{уст}$, то никаких воздействий на натяжное устройство не осуществляется. Если же $T_t > T_{уст}$, то на выходе схемы сравнения 2 возникает сигнал 1 на включение электронного ключа K2 и отключение электронного ключа K3. В результате этих действий вводится в работу канал II, который формирует управляющие воздействия на натяжное устройство при отклонении текущего значения натяжения на сбегавшей ветви ленты от заданного значения натяжения.

Текущее значение величины силы натяжения ленты F_n измеряется тензодатчиком, сигнал с которого U1 поступает на схему сравнения 1, где сравнивается с заданным значением натяжения (уставкой) $F_{уст}$, в качестве которой выбрано максимально возможное натяжение ленты. При $F_n < F_{уст}$ осуществляется автоматическое регулирование работы натяжного устройства для увеличения натяжения ленты до заданного значения $F_{уст}$. При этом текущая температура T_t должна снижаться до величины $T_{уст}$ в течении некоторого заданного времени t . При $T_t < T_{уст}$ путем переключения ключей K2 (отключение) и K3 (включение) канал II отключается и регулирование натяжного устройства прекращается. Если значение температуры поверхности не уменьшится через время t и значение $F_n = F_{уст}$, то размыкается электронный ключ K1, что приводит к остановке работы конвейера.

Для проверки работоспособности предложенной системы САУНЛ выполнено компьютерное моделирование работы канала автоматического регулирования работы натяжного устройства с помощью специального программного ядра MATLAB 6.5, используя математический пакет расширения Simulink (см. рис. 2).

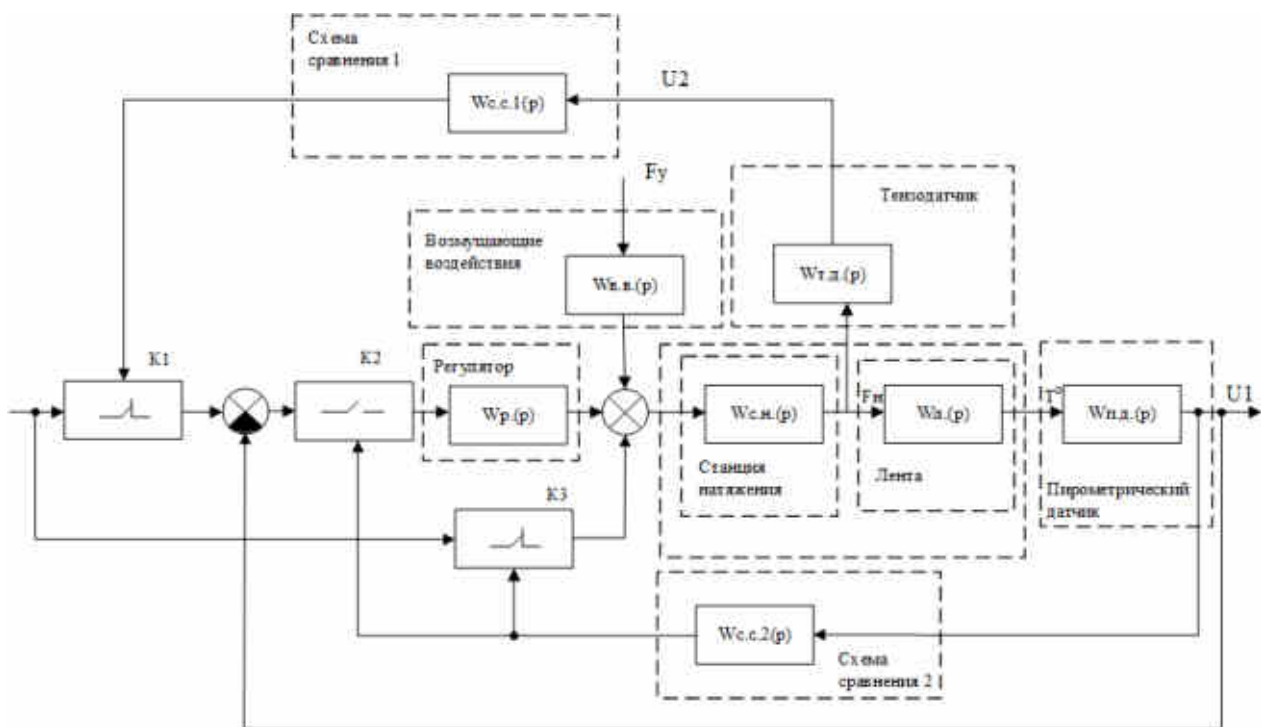


Рисунок 1 – Функциональная схема системы САУНЛ

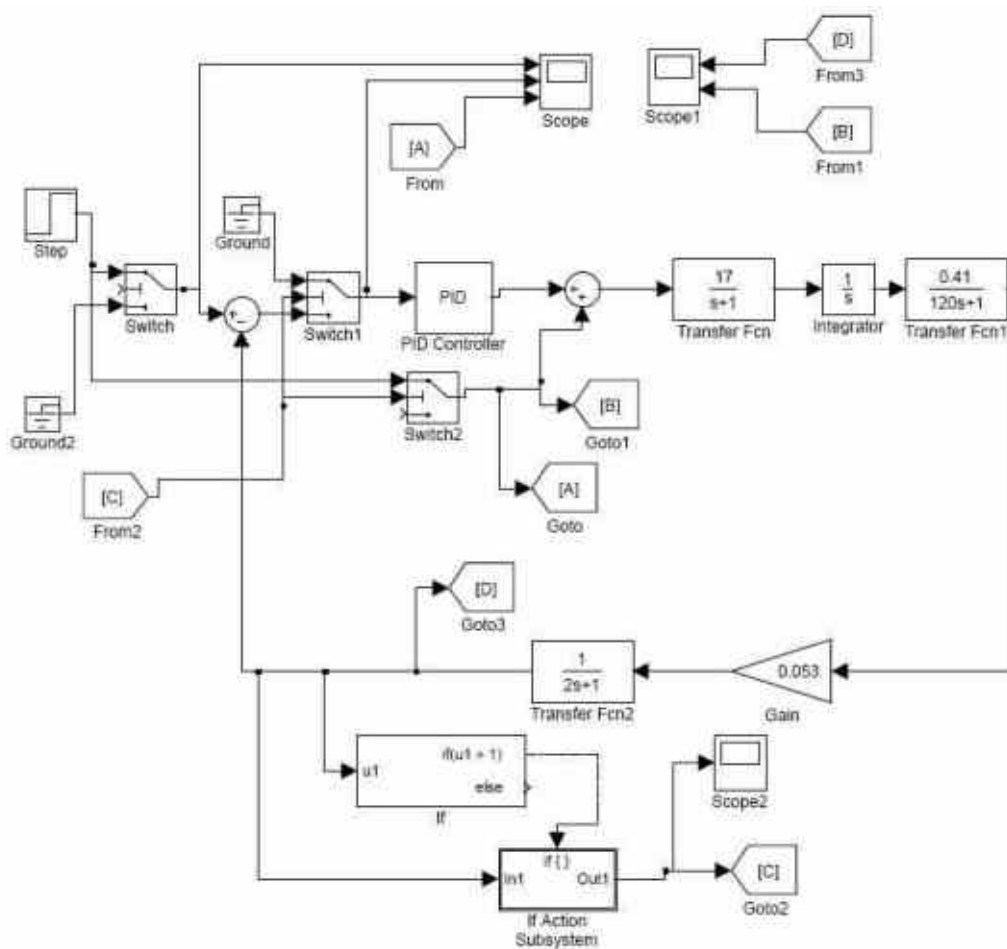


Рисунок 2 – Компьютерная модель системы САУНЛ

Для моделирования канала автоматического регулирования работы натяжного устройства приняты известные передаточные функции элементов объекта регулирования и системы автоматического регулирования [3].

Передаточная функция натяжного устройства:

$$W(p)_{CH} = \frac{K_{CH}}{T_{CH}p + 1},$$

где K_{CH} – передаточный коэффициент натяжного устройства; T_{CH} – постоянное время переходных механических процессов в натяжном устройстве. Данная величина обусловлена некоторой инерционностью на притяжение ленты при передвижении натяжного барабана.

Передаточная функция ленты:

$$W(p)_C = \frac{K_C}{p(T_Cp + 1)},$$

где K_C – передающий коэффициент ленты; T_C – постоянная времени, обусловленная инерционностью нагрева ленты при пробуксовке.

Передаточная функция термодатчика:

$$W(p)_{ПД} = \frac{K_{ПД}}{(T_{ПД}p + 1)},$$

где $K_{ПД}$ – передающий коэффициент, равный чувствительности датчика; $T_{ПД}$ – постоянная времени, обусловленная внутренней инерционностью датчика.

Передаточная функция тензодатчика принята как безынерционное звено с передаточным коэффициентом $K_{ТД}$ равным его чувствительности $S_{ТД}$, обусловленной конструктивными особенностями датчика:

$$W(p)_{ТД} = K_{ТД} = S_{ТД}.$$

В качестве автоматического регулятора принят регулятор, реализующий пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования (ПИД-регулятор). Передаточная функция ПИД-регулятора имеет вид:

$$W_p = \frac{\beta(T_{p1}p + 1)(T_{p2}p + 1)}{T_{p1}p}.$$

Для определения качества регулирования, которое может обеспечить канал регулирования системы САУНЛ, исследованы характеристики переходных процессов в канале регулирования при отсутствии регулятора и при его наличии. Для расчета численных значений коэффициентов и постоянных времени передаточных функций приняты параметры ленточного конвейера 1Л80У, инфракрасного термодатчика GWH150, тензодатчика натяжения К-Б-12-Т.

Как видно из рис. 3 при отсутствии ПИД регулятора переходный процесс является неустойчивым, а при применении ПИД регулятора – регулирование осуществляется без перерегулирования и система устойчива (см. рис. 4).

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что предложенная система управления САУНЛ обеспечивает хорошее качество регулирования натяжения ленты конвейера.

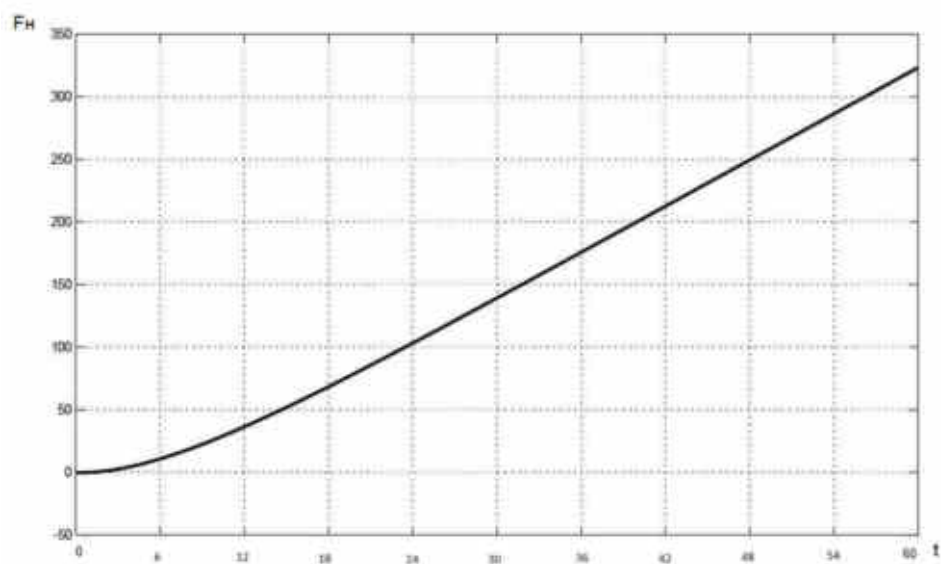


Рисунок 3 – График переходного процесса в канале регулирования системы САУНЛ без ПИД регулятора

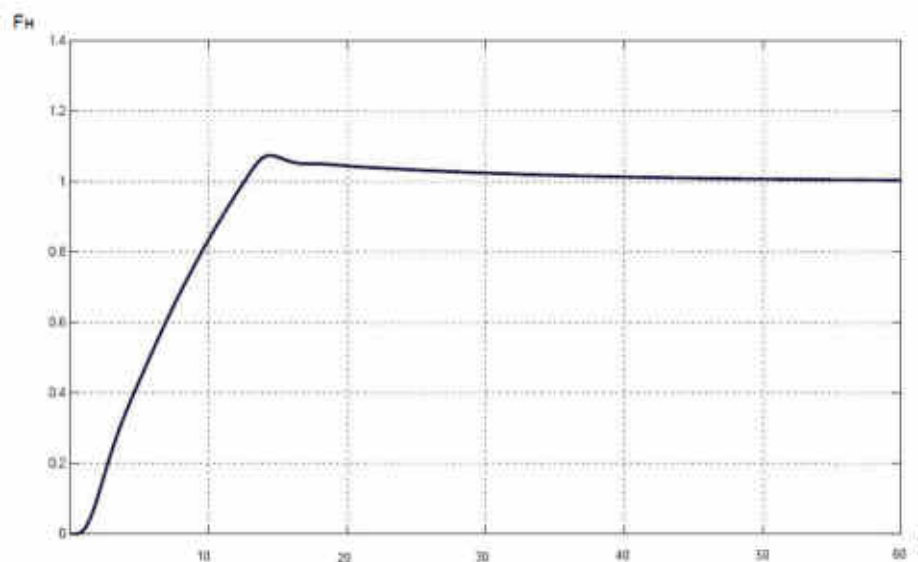


Рисунок 4 – График переходного процесса в канале регулирования системы САУНЛ с ПИД регулятором

Перечень ссылок

1. Александров, С. Н. Охрана труда в угольной промышленности : учебное пособие / С. Н. Александров, Ю. Ф. Булгаков, В. В. Яйло. – Донецк : РИА ДонНТУ, 2012. – 480 с. – Текст: электронный. – URL: <http://ed.donntu.ru/books/cd1779.pdf> (дата обращения: 09.04.2024).
2. Корнеев, С. В. Горные транспортные машины : учебное пособие / С. В. Корнеев, В. Ю. Доброногова. – Алчевск : Донбасский государственный технический институт, 2021. – 229 с. – Текст: электронный. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/122679.html> (дата обращения: 12.04.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Ульшин, В. О. Адаптивное управление технологическими процессами : монография / В. О. Ульшин, Д. А. Зубов. – Луганск : издательство СНУ, 2002. – 210 с.