



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-3-67-70>  
УДК 669.74.21

Поступила 13.08.2020  
Received 13.08.2020

## МОДЕРНИЗАЦИЯ КАНАТНОЙ МАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ УЧЕТА ДЛИНЫ МЕТАЛЛОКОРДА НА ЭТАПЕ ЕГО ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С. Ф. БРЕЗГУН, А. С. НЕГРУ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская область, Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: [avt.plus@bmz.gomel.by](mailto:avt.plus@bmz.gomel.by)

*Для достижения точности и стабильности учета длины металлокорда на этапе его изготовления необходимо выполнить модернизацию существующего канатовьющего оборудования. В результате модернизации внедрен новый алгоритм работы канатовьющего оборудования, изменена система учета длины металлокорда, использовано новейшее оборудование и технологии. Внедрены бесконтактная система передачи электрической энергии и беспроводная система передачи данных на базе инфракрасного канала.*

*Применение новейших технологий и собственных достижений позволило получить совершенно новый тип канатовьющей машины, способной производить металлокорд согласно требованиям спецификации потребителя.*

**Ключевые слова.** Канатовьющая машина, длина, металлокорд, мерительный ролик, инфракрасный канал, коэффициент свивки, количество импульсов, передача информации.

**Для цитирования.** Брезгун, С. Ф. Модернизация канатной машины с целью учета длины металлокорда на этапе его окончательного производства / С. Ф. Брезгун, А. С. Негру // Литье и металлургия. 2020. № 3. С. 67-70. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-3-67-70>.

## MODERNIZATION OF THE CABLE CAR IN ORDER TO TAKE INTO ACCOUNT THE LENGTH OF THE METAL CORD AT THE STAGE OF ITS FINAL PRODUCTION

S. F. BREZGUN, A. S. NEGRU, OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC», Zhlobin City, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: [avt.plus@bmz.gomel.by](mailto:avt.plus@bmz.gomel.by)

*To achieve accuracy and stability in measuring the length of the metal cord at the stage of its manufacture, it is necessary to modernize the existing rope-twisting equipment. The upgrade introduced a new algorithm for rope-twisting equipment, changed the length accounting system of the steel cord, used the latest equipment and technology. A contactless electric power transmission system and a wireless data transmission system based on an infrared channel have been introduced.*

*The use of the latest technologies and our own innovations allowed us to obtain a completely new type of rope-twisting machine that can produce metal cord according to the requirements of the consumer's specification.*

**Keywords.** Rope-twisting machine, length, metal cord, measuring roller, infrared channel, twist coefficient, number of pulses, information transmission.

**For citation.** Brezgun S. F., Negru A. S. Modernization of the cable car in order to take into account the length of the metal cord at the stage of its final production. Foundry production and metallurgy, 2020, no. 3, pp. 67-70. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-3-67-70>.

Металлопродукция, производимая в метизных цехах ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», является одним из самых востребованных продуктов на мировом рынке благодаря ее высокому качеству и своевременным срокам поставки. Для достижения высоких параметров, которыми обладает производимая метизными цехами металлопродукция, используются сложная и наукоемкая технологическая цепочка и высокотехнологичное производственное оборудование. На различных этапах производства металлическая заготовка проходит разные стадии обработки, в результате чего достигается окончательный результат в виде металлокорда либо проволоки необходимого диаметра с заданными, согласно спецификации, технологическими параметрами. Одним из основных технологических параметров на окончательной стадии производства металлокорда является длина металлокорда, намотанного

на технологическую катушку. Для достижения высокой точности и стабильности учета длины металлокорда на намоточной катушке на стадии его производства необходимо располагать промышленным оборудованием, объединяющим в своем составе не только научные достижения мировых производителей канатовьющего оборудования, но и свои собственные идеи, и рационализаторские предложения. Ярким примером такой интеграции явилась модернизация канатовьющих машин типа DV3TIR, разработанных и произведенных немецкой компанией Barmag.

Канатовьющая машина типа DV3TIR, разработанная компанией Barmag в 1989 г., предназначалась для производства металлокорда и имела в качестве средства автоматического управления технологическим процессом интегрированный в схему управления программируемый логический контроллер (ПЛК), архитектура которого была разработана на базе микроконтроллера Z80. На момент создания данной канатовьющей машины компанией Barmag использование ПЛК для управления технологическим процессом являлось самой передовой технологией построения системы автоматизации промышленного оборудования. Однако, несмотря на всю прогрессивность технической реализации системы автоматизации при проектировании канатной машины DV3TIR, спустя несколько лет изменение технологии производства металлокорда, а также ужесточение требований к технологическим параметрам привели к необходимости изменения технических возможностей канатовьющего оборудования. Одним из основных недостатков в технологии работы канатовьющей машины явилось отсутствие технологии точного учета длины металлокорда, что не позволило использовать данный тип оборудования при производстве окончательной продукции с заданной точностью длины на намоточной катушке. Поэтому для получения заданной длины металлокорда, согласно установленным спецификацией данным, требовалось выполнять дополнительный контроль длины металлокорда методом его частичной перемотки на перемоточных машинах, что приводило к дополнительным затратам и не исключало 100%-ной гарантии несоответствия отклонения длины металлокорда от заданного значения.

Для модернизации канатовьющих машин типа DV3TIR специалистами предприятия совместно с подрядными организациями был разработан новый алгоритм работы канатовьющей машины, внедрено новейшее оборудование и технологии. Основная цель модернизации состояла в разработке и внедрении технического решения, позволяющего производить металлокорд на канатовьющих машинах DV3TIR, с заданной точностью длины на намоточной катушке. Изначально система учета длины произведенной продукции, реализованная на канатовьющих машинах DV3TIR, основывалась на косвенном методе, учет произведенной продукции рассчитывали с использованием количества оборотов роторного вала и коэффициента свивки металлокорда:

$$L = l \cdot n \cdot K_{\text{св}},$$

где  $L$  – измеряемая длина металлокорда, м;  $l$  – длина отрезка несвитой проволоки за один оборот роторного вала;  $n$  – количество оборотов роторного вала;  $K_{\text{св}}$  – коэффициент свивки, показывающий насколько изменилась длина проволоки после ее свивки в металлокорд; данный коэффициент определяется соотношением механических шкивов и меняется в зависимости от производимой конструкции металлокорда. Еще одним недостатком в существующем методе учета длины являлось отсутствие возможности учета длины отрезка металлокорда, удаленного в результате выполнения операции сварки. Таким образом, стало очевидным, что данная система несовершенна и требует полной замены на альтернативную с учетом имеющихся недостатков.

Для выполнения модернизации канатовьющих машин типа DV3TIR выбран метод непосредственного учета длины с использованием мерительного ролика как наиболее надежный, обладающий простотой в реализации и последующем техническом обслуживании. Данный метод нашел широкое применение в машиностроении и металлургии для контроля длин и линейных перемещений и известный как «метод обкатывания роликом» [1].

Метод измерения с использованием в качестве средства измерения мерительного ролика основан на весьма простом принципе: мерительный ролик определенного диаметра приводится в движение за счет движения по его поверхности без скольжения металлокорда. Длина пройденного участка металлокорда по поверхности ролика определяется выражением:

$$L = \pi \cdot D \cdot n,$$

где  $L$  – измеряемая длина металлокорда, м;  $\pi$  – математическая постоянная, равная отношению длины окружности к ее диаметру;  $n$  – количество оборотов ролика.

Таким образом, задача измерения длины стального металлокорда сводится к точному измерению диаметра мерительного ролика, обеспечению его минимального износа для уменьшения процесса

накопления погрешности измерения в течение времени, обеспечению отсутствия скольжения металлического троса по поверхности ролика, считыванию количества совершенных оборотов мерительным роликом, вычислению и отображению результатов измерения.

Вторым важным моментом в системе измерения длины производимого металлокорда являлось определение длины удаленного отрезка металлокорда при выполнении технологической операции удаления дефектного отрезка и автоматического добавления металлокорда необходимой длины, равной ранее удаленной длине. Так как дефектный отрезок, как правило, образуется вследствие возникновения обрыва одной или нескольких нитей металлокорда, то место образования и длина дефектного участка могут находиться в различных пределах: как в начале наматываемой катушки, так и в ее конце. В момент удаления дефектного участка металлокорда вращение мерительного ролика отсутствует, вращается только технологическая катушка. Диаметр катушки и, как следствие, длина окружности меняются в зависимости от ее наполнения металлокордом, поэтому выполнять измерения длины удаленного металлокорда, используя диаметр катушки и количество совершенных оборотов, в данном случае невозможно. Для измерения количества удаленного металлокорда и последующего его автоматического добавления внедрено следующее техническое решение:

1. На одну из осей, удерживающих намоточную катушку, установлен металлический диск с четырьмя равномерно разделенными секторами по всей длине окружности диска. При вращении намоточной катушки металлический диск вращается синхронно с намоточной катушкой.

2. Для подсчета количества совершенных оборотов намоточной катушкой вдоль металлического диска установлены два индуктивных датчика, реагирующих на наличие металлического объекта. Таким образом, в процессе вращении намоточной катушки происходит поочередное формирование электрических импульсов с обоих датчиков в момент прохождения металлической части сектора вдоль активной зоны индуктивного датчика. Следовательно, за один полный оборот намоточной катушки каждый из датчиков четыре раза формирует логический сигнал в виде прямоугольных электрических импульсов. Для определения направления вращения катушки (идет процесс наматывания либо разматывания металлокорда) определяется, какой из двух датчиков формирует прямоугольные импульсы первым. Теперь при выполнении технологической операции удаления дефектного участка металлокорда ПЛК подсчитывает количество импульсов, зарегистрированных индуктивным датчиком в момент вращения намоточной катушки. Полученное число будет зарегистрировано в памяти ПЛК и после окончания процесса удаления дефектного отрезка металлокорда и запуска канатовьющей машины в работу ПЛК компенсирует недостающий отрезок металлокорда путем обратного отсчета сохраненного в памяти значения количества зарегистрированных импульсов.

Третья, не менее важная техническая задача, которую необходимо было решить для реализации проекта модернизации канатной машины, – это передача информации, полученной от индуктивных и прочих датчиков без использования проводной связи. Так как канатовьющая машина типа DV3TIR имеет намоточный узел, расположенный внутри вращающихся частей, передача электрического сигнала посредством электрического кабеля становится невозможной, т. е. работа электронных датчиков и систем автоматизации, расположенных внутри намоточного устройства, невозможна, если не будет найдено решение, как передать электрическую энергию для обеспечения питания электронных устройств и как передать электрический сигнал от электронных устройств в ПЛК для его дальнейшей обработки. Для решения вопроса, связанного с передачей электрической энергии в узел намотки через вращающийся вал, была разработана система, состоящая из двух трансформаторов. Каждый трансформатор состоит из двух независимых обмоток, намотанных медным изолированным проводником на круглом стальном каркасе. Одна из обмоток трансформатора устанавливается на вращающийся вал и является подвижной. Между собой подвижные обмотки трансформатора соединены медным изолированным проводником, проходящим внутри вращающегося вала. Вторая обмотка трансформатора крепится к неподвижной части (станине), зазор между двумя обмотками трансформатора составляет 3 мм. Таким образом, посредством двух вращающихся трансформаторов происходит передача электрической энергии от источника, расположенного в электрическом шкафу, к потребителю, расположенному внутри вращающихся частей канатовьющей машины.

Последним нерешенным вопросом, влияющим на проведение модернизации, остался вопрос передачи информации от индуктивных датчиков, расположенных внутри вращающегося узла намотки, в ПЛК. Для решения данного вопроса было разработано и изготовлено индивидуальное устройство, обеспечивающее беспроводную передачу информации на основе инфракрасного канала. Способ передачи данных

на основе инфракрасного канала не требует для своего функционирования проводных соединений, не чувствителен к электрическим помехам (в отличие от радиоканала), имеет достаточно низкое потребление электрической энергии, что являлось немаловажным, так как максимальная мощность, которую обеспечивает разработанная система вращающихся трансформаторов, составляет 3 Вт. К недостаткам в работе инфракрасного канала передачи данных можно отнести расположение источников инфракрасного излучения в зоне прямой видимости, а также наличие запыленности воздуха в зоне работы инфракрасных излучателей. Для исключения негативных особенностей передачи данных на основе инфракрасного канала расположение источников инфракрасного излучения было выполнено в зоне прямой видимости на расстоянии 0,5 м друг от друга, также был разработан регламент очистки оптических элементов инфракрасных излучателей и автоматический контроль наличия связи между двумя устройствами беспроводной передачи данных. В качестве микропроцессорного устройства для обработки информации, поступающей от датчиков, расположенных в узле намотки, ее кодирования и преобразования в виде пакета данных с возможностью передачи по инфракрасному каналу, применен микроконтроллер PIC16F628A. Применение микроконтроллера в устройствах беспроводной передачи данных позволило расширить возможности обработки полученных данных, проверки их достоверности после передачи по инфракрасному каналу, расширению функций самодиагностики самого прибора, а также контролю состояния подключенных к микроконтроллеру датчиков и формированию аварийных сообщений.

Таким образом, благодаря совместным усилиям технических специалистов метизного производства ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» и специалистов подрядных организаций проведена модернизация канатовьющих машин типа DV3TIR с интеграцией в существующую технологию новых технических и технологических идей, что позволило получить совершенно новый тип канатовьющей машины, способной производить металлокорд согласно требованиям спецификации потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Иванов Б. Н.** Измерение линейных размеров методом обкатывания роликом. М.: Машиностроение, 1973. 144 с.

#### REFERENCES

1. **Ivanov B. N.** *Izmerenie linejnyh razmerov metodom obkatyvanija rolikom* [Measurement of linear dimensions by the rolling method]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1973, 144 p.