

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОСТОТОННЕЛЕМ С КОНСОЛЬНО-ПОВОРОТНОЙ СИСТЕМОЙ ПОГРУЗКИ – РАЗГРУЗКИ



В.В. Артемьева



А.В. Потапов

Представлена автоматизированная система управления висячим мостотоннелем с консольно-поворотной системой погрузки – разгрузки, посредством которой будет оптимизирована его работа. Данная система может применяться для повышения качества и количества грузопотока, перемещающегося по мостотоннелю.

Ключевые слова: Северный широтный ход, мостотоннель, автоматизированная система управления

Северный широтный ход (СШХ) – первый масштабный железнодорожный проект в современной России. Реализация проекта началась в 2018 году, завершение планируется в 2023 году. Магистраль длиной 707 км соединит Северную и Свердловскую железные дороги, что позволит разгрузить Транссибирскую магистраль, переориентировать грузопотоки на СШХ. Магистраль имеет очевидную значимость как для укрепления военной безопасности страны, так и для освоения разнообразных ресурсов Арктики и укрепления геополитических позиций.

Предыдущими исследованиями авторов презентована и обоснована эффективность технологии погрузочно-разгрузочных работ с применением висячего мостотоннеля с консольно-поворотной системой

погрузки – разгрузки «материк – море» (ВМКС) в условиях Арктики [1–3].

Работа современных тоннельных сооружений обеспечивается комплексом взаимосвязанных систем, выполняющих функции управления, контроля и мониторинга всех процессов и систем мостотоннеля.

Основная цель представленной работы – разработка автоматизированной системы управления мостотоннелем, с помощью которой будет оптимизирована его работа. Данная система может применяться для повышения качества и количества грузопотока, перемещающегося по мостотоннелю.

Условная модель мостотоннеля показана на рис. 1.

Принцип действия мостотоннеля аналогичен фуникулеру – есть кольцо (1), по которому постоянно кур-

Артемьева Вера Валентиновна, кандидат социологических наук, доцент кафедры «Транспортное строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ МИИТ). Область научных интересов: транспортная логистика, проектирование и конструирование транспортных систем, развитие транспортной инфраструктуры в условиях Крайнего Севера. Автор 35 научных работ, в том числе одного учебного пособия.

Потапов Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортное строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: транспортное строительство, инженерная геодезия и геоинформатика, локальная история, городская экология. Автор более 120 научных работ, в том числе четырех монографий. Имеет десяти авторских свидетельств и патентов РФ.

сируют грузозахватные и грузоподъемные устройства (спредеры) (2) и два кольца (3, 4), на которых осуществляется погрузка/выгрузка контейнеров с/на подвижной железнодорожный состав и для взаимодействия с контейнеровозом соответственно.

Структура управления мостотоннелем состоит из двух систем:

1. Системы нормальной эксплуатации:

1.1. Механизм взаимодействия с оператором (пульт).

1.2. Механизм управления спредером.

1.3. Механизм перемещения спредера.

1.4. Механизм разгона и торможения спредера.

1.5. Механизм управления за перемещением консоли.

1.6. Механизм сбора, обработки и хранения информации.

2. Системы защит и блокировок.

Системы нормальной эксплуатации

Механизм взаимодействия с оператором

Технологический процесс требует контроля со стороны оператора при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Для этого система взаимодействия с оператором оснащается двумя операторскими станциями, размещенными на двух диаметрально противоположных концах мостотоннеля, — для контроля и управления процессом выгрузки/погрузки контейнеров с/на подвижной железнодорожный состав и для взаимодействия с контейнеровозом.

Модель операционной станции показана на рис. 2. Операторская станция состоит из кресла, мониторов, двух панелей — колонн с вмонтированными контроллерами, рычагами, кнопками для контроля и управления механизмами спредера.

Мониторы предназначены для отображения информации о протекающем процессе, вывода информации

об органах управления спредера, а также сигнализации при обнаружении неисправностей в оборудовании мостотоннеля.

С помощью рычагов обеспечивается перемещение спредера. После того, как оператор разместил спредер над контейнером, с помощью кнопок обеспечивается захват контейнера, его подъем и перемещение по мостотоннелю. Данный подход обеспечивает тотальный контроль безопасности оборудования мостотоннеля и перемещаемых контейнеров при погрузочно-разгрузочных операциях.

Механизм управления спредером

За захват контейнера отвечает система управления спредером, навешенным на грузоподъемную машину. Системой осуществляется точное позиционирование спредера над контейнером, его захват с помощью поворотных штырей, которые при посадке вводятся сверху или сбоку, в зависимости от конструкции, в отверстия фитингов по четырем углам контейнера, а затем поворачивает их на угол 90° , захватывая контейнер. Перед началом самонаведения спредер заводят в зону расположения контейнера и подают электропитание на электронные датчики, установленные по углам спредера и соединенные с системой автоматического управления. После завершения самонаведения, система отключает питание электронных датчиков, при этом самонаведение ведется при непрерывном измерении высоты положения спредера h_c , производимом всеми электронными датчиками одновременно, последующим сравнением измеряемых величин h_c с установленной величиной h_b , равной высоте от спредера до контейнера, формировании сигнала Δ , равного разности величин h_c и h_b , и при $\Delta > 0$ подаче на исполнительный механизм грузоподъемной машины сигнала, разрешающего горизонтальное перемещение спредера и блокирующего его вертикальное перемещение, а при $\Delta = 0$ — сигнала, разрешающего вертикальное пере-

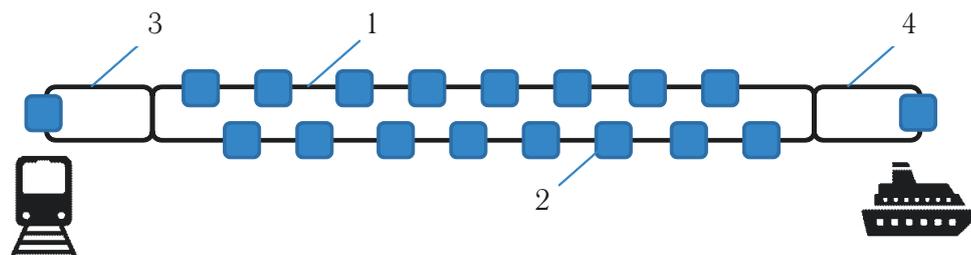


Рис. 1. Модель мостотоннеля

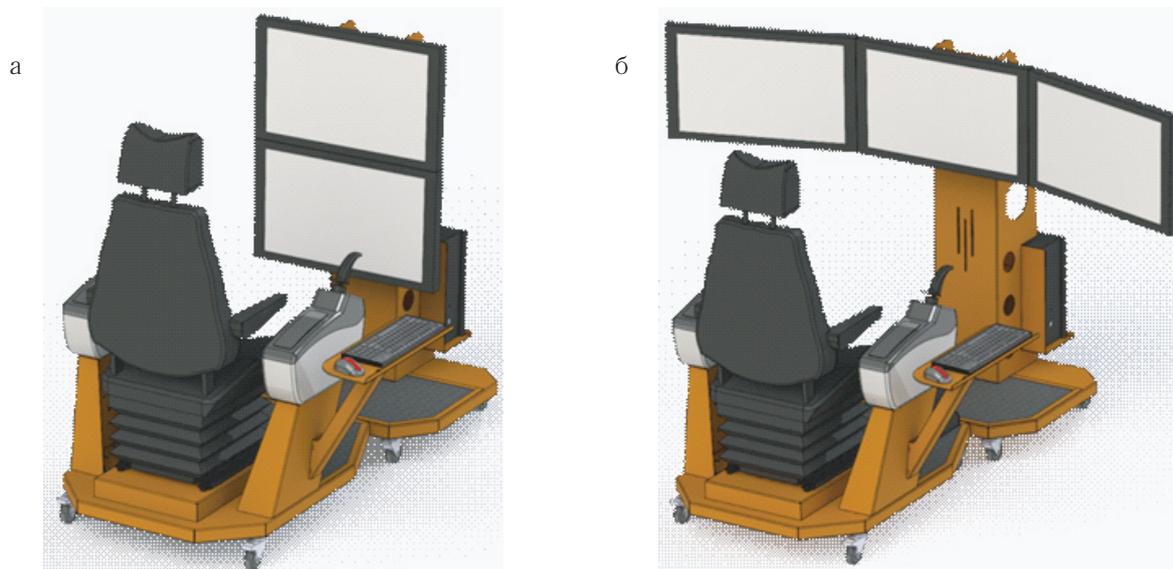


Рис. 2. Модель операторской станции с двумя (а) и тремя (б) мониторами

мещение спредера и блокирующего его горизонтальное перемещение [4]. После перемещения контейнера его освобождают от захватов, производя действия в обратном порядке.

Далее спредер передается в работу в систему перемещения спредера.

Механизм перемещения спредера

Система отвечает за позиционирование спредера на кольцах мостотоннеля, передачу спредера операторскому персоналу. Перемещение спредеров по центральному кольцу мостотоннеля, которое всегда находится в движении. Т.к. погрузка/разгрузка не может осуществляться в движении, то аналогично кабине фуникулера, спредер должен сниматься с центрального кольца и передаваться в работу оператору. Передача спредера на вспомогательные кольца, на которых осуществляется погрузка/выгрузка контейнеров с/на подвижной железнодорожный состав и для взаимодействия с контейнеровозом выполняется с пульта управления по команде оператора. По данной команде спредер снимается с основного кольца и передается в работу системе разгона и торможения спредера.

Механизм разгона и торможения спредера

Система разгона и торможения спредера необходима для того, чтобы оператор, отвечающий за погрузку/разгрузку контейнеровоза мог с комфортной для него скоростью осуществлять требуемые операции (рис. 3).

Трос центральной части мостотоннеля движется с постоянной скоростью. При входе на консоль спредер «снимается» с троса и катится отдельно от него по

системе рельс. Чтобы спредер мягко тормозил и разгонялся, используются ролики, связанные через систему приводных ремней с основным тросом мостотоннеля таким образом, что при входе на консоль скорости троса, роликов и спредера равны. После отстегивания спредера от основного троса ролики плавно замедляют спредер до комфортной для проведения погрузочно-разгрузочных работ скорости. На «старте» от консоли все происходит в обратном порядке [5].

Механизм управления за перемещением консоли

Система предназначена для контроля за перемещением спредеров по основному и погрузочно-разгрузочным рельсовым кольцам. На опорах мостотоннеля установлены датчики измерения скорости ветра, при ветре 15 м/с система замедляет скорость перемещения спредеров до 1,5 м/с и информирует об этом операторов звуковой сигнализацией и индикацией на пультах управления. А при повышении скорости ветра до 17 м/с скорость перемещения спредеров снижается до минимальной – 0,3 м/с.

Для предотвращения соскакивания каната с роликов, на каждой опоре мостотоннеля установлены датчики, фиксирующие эту ситуацию и ловушки рядом с роликами, которые не дадут тросу упасть.

Механизм сбора, обработки и хранения информации

Вся информация о действиях оператора, выявленных ошибках, состоянии органов управления спредера, положения спредера, органах управления разгонной и тормозящей системы, другого оборудования мостотон-



Рис. 3. Система разгона и торможения спредера

неля, информация о погодных условиях передаются в архив для его последующего анализа в случае необходимости, например, выявления износа тросов для их своевременной замены или выявления первопричины аварии/остановки мостотоннеля.

Системы защит и блокировок

Система предназначена для защиты протекающих процессов и оборудования мостотоннеля, для контроля и блокировки неуправляемого скатывания спредера при превышении ветровых нагрузок, превышении токовых нагрузок при перемещении спредера, ослаблении натяжения тросов. Тросы, в свою очередь, тоже проходят регулярный осмотр, который включает в себя проверку, которая называется магнитная дефектоскопия и походит на рентген. Этот процесс направлен на поиск повреждений, деформаций и рваных проволок, а также на проверку каната на предмет увеличения или уменьшения диаметра. Особое внимание уделяется проверке счалки, это то место, где канат соединён, проще говоря, это узел, соединяющий концы каната, что делает его единым кольцом.

Также, что немаловажно, в состав входит пассивная система, предназначенная для обеспечения пожаробезопасной обстановки протекающих процессов для предотвращения воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничения материальных потерь от пожаров, выполняющих свои функции без каких-

либо действий человека и без командного импульса автоматических установок системы обнаружения пожара [6].

Выводы

Опыт цифровизации современных систем управления, основанных на микропроцессорной технике, показал, что при всём различии технологических процессов большинство типовых задач можно решать методом небольшого числа стандартных алгоритмов или их комбинаций. Поэтому представляется целесообразным создавать программное обеспечение из отдельных блоков программ для решения типовых задач. В этом случае для составления системы управления достаточно извлечь из памяти машины соответствующие блоки программ и смонтировать из них алгоритм управления для конкретного объекта. Технологическое программирование позволит сократить сроки внедрения и разработки системы управления на объектах.

Исходя из анализа рассмотренной литературы, можно сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс разрабатываемой системы управления мостотоннеля может основываться на промышленном контроллере.

2. Управление запуском и остановкой двигателей производится посредством устройств плавного пуска. 

Литература

1. Потапов, А.В. Транспортная система северных территорий: история, реальность, перспективы / А.В. Потапов, В.В. Артемьева // News of Science and Education –2017. –№4. –С. 61–63.
2. Потапов, А.В. Висячий мостотоннель с консольно-поворотной системой разгрузки-погрузки / А.В. Потапов, В.В. Артемьева // News of Science and Education. –2019. –Т.3, №4. –С. 37–41.
3. Потапов, А.В. Висячий мостотоннель с консольно-поворотной системой разгрузки-погрузки / А.В. Потапов, В.В. Артемьева // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. –2019. –Т.1, №14. –С. 190–196.
4. Шемелев, В.Л. Способ перегрузки контейнеров / В.Л. Шемелев, Ю.Е. Ежов, И.В. Зуб. <https://findpatent.ru/patent/270/2703365.html> [электронный ресурс].
5. Канатная дорога в Нижнем Новгороде. Устройство канатных подвесных дорог. <https://neftyanic.ru/kanatnaya-doroga-v-nizhnem-novgorode-ustroistvo-kanatnyh-podvesnyh/> [Электронный ресурс].
6. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений; Пожарная профилактика в строительстве / Под ред. В.Ф. Кудаленкина. –М., 1985 <https://pozhproekt.ru/enciklopediya/passivnaya-protivopozharnaya-zashhita> [Электронный ресурс].