

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДУЛЕЙ ТРЕНАЖЕРА МАШИНИСТА-ПУТЕУКЛАДЧИКА УК-25/9-18**

*Эдуард Сергеевич Бондарев*

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, студент, тел. (923)228-63-45, e-mail: bondareff.edik@yandex.ru

В рамках работ, выполняемых по гранту ОАО «РЖД», созданы 3D-модели объектов с использованием программного комплекса SolidWorks, которые являются модулями системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18.

**Ключевые слова:** укладочный кран, путеукладчик, тренажер машинистов, программный комплекс, SolidWorks.

## **APPLICATION OF SOLIDWORKS SOFTWARE COMPLEX FOR CREATING MODULES OF TRAINER CLIENT UK-25/9-18 TRAINER SIMULATOR**

*Edward S. Bondarev*

Siberian Transport University, 191, Dusi Kovalchuk St., Novosibirsk, 630049, Russia, Student, phone: (923)228-63-45, e-mail: bondareff.edik@yandex.ru

As part of the work carried out under the Russian Railways grant, 3D-models of objects have been created using the SolidWorks software package, which are modules of the training system for laying machine operators UK-25/9-18.

**Key words:** laying crane, track laying machine, trainer simulator, software complex, SolidWorks.

Целью разработки модулей является создание системы обучения для машинистов укладочного крана УК-25/9-18, включающей в себя видеоряд, 3D-моделирование в программном комплексе SolidWorks и аудиоинформацию.

При капитальном ремонте пути и строительстве новых железных дорог с большим объемом работ при укладке путевой решетки основным способом является звеньевой с применением звеньевых путеукладчиков на железнодорожном ходу.

Звеньевой путеукладчик или укладочный поезд (рис. 1) – это комплект машин и оборудования, предназначенный для транспортирования и укладки путевых звеньев. Укладочный поезд состоит из локомотива 4, укладочного крана 1 для укладки в путь новых звеньев, платформ 2 с неприводным роликовым конвейером и устройствами для крепления пакетов звеньев, самоходной моторной платформы (МПД, МПД-2, УК-25/9-18МП) 3 для тяги хвостовой секции и перетягивании пакетов звеньев. Локомотив доставляет укладочный поезд на место укладки и увозит разгруженный поезд на звеноборочную базу [1].

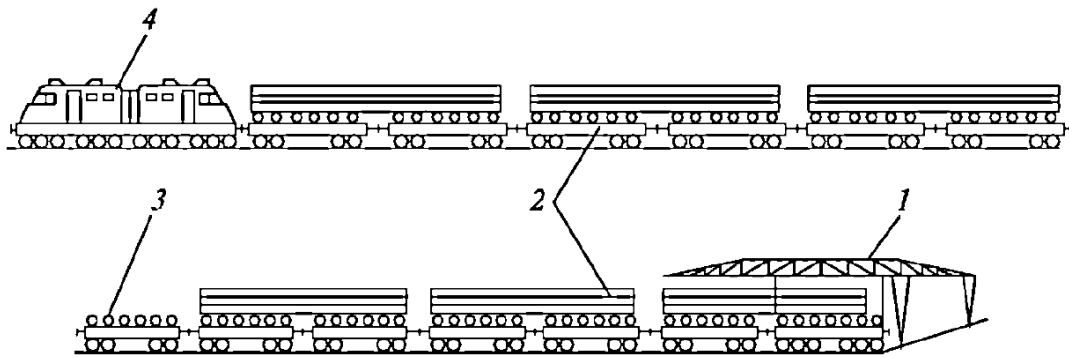


Рис. 1. Укладочный поезд:

1 – укладочный кран; 2 – платформы, оборудованные роликовым конвейером с пакетами звеньев; 3 – самоходная моторная платформа; 4 – локомотив

Основным типом укладочного крана, применяемого в настоящее время при ремонте и строительстве железных дорог, является кран УК-25/9-18. В числителе указана максимальная длина звена (метры), а в знаменателе – полезная грузоподъемность (тонны).

Конструкция крана УК-25/9-18 (рис. 2) размещена на платформе 2, опирающейся на две ходовые трехосные тележки 1. На платформе находятся две силовые установки, правый и левый пульты управления 4, съемное сидение 5, расположено также электрооборудование 6 платформы, две лебедки 7 для перетягивания пакетов звеньев, траверса 8, две грузовые тележки 9. На подвижные каретки портала 19 балками 16 и 18 опирается стрела 12, на которой находятся грузовая 13 и тяговая 15 лебедки и пульт управления крановым оборудованием 14, а также ограничитель грузоподъемности 17. На концах стрелы расположены обводные блоки 10 и 11. Гидроцилиндры подъема стрелы 20 размещены в стойках портала 21. Ограждение 22 расположено по бортам платформы, на которой установлен роликовый конвейер 23. Электрооборудование 24 находится на стреле. Каждая трехосная ходовая тележка имеет две крайние приводные оси и среднюю неприводную. На приводной оси смонтирован двухступенчатый редуктор, а на раме тележки – тяговый электродвигатель ДК-309А мощностью 43 кВт [2].

Учитывая габаритные размеры крана была смоделирована 3D-модель (рис. 3) в программном комплексе SolidWorks.

Трансмиссия привода ходовой тележки (рис. 4) укладочного крана УК-25/9-18 состоит из карданного соединения 3 и осевого редуктора 1, передающих вращающий момент от тягового электродвигателя 4 на ось колесной пары [3].

Карданное соединение предназначено для передачи крутящего момента от вала тягового электродвигателя на осевой редуктор. При этом компенсируется возникающая при работе рессорного подвешивания и разбегах колесных пар несоосность соединяемых валов. Карданное соединение состоит из двух карданных шарниров и объединяющей их переходной вилки специальной конструкции.

Осевой редуктор спроектирован двухступенчатым с цилиндрическими зубчатыми колесами и зубчатой муфтой включения. Корпус состоит из верхней и нижней частей, соединенных болтами. Первичный вал-шестерня с фланцем получает вращения от вала тягового электродвигателя через карданное соединение и передает вращения двойному зубчатому колесу, свободно насаженному на промежуточный вал [4].

Во время включения механизма передвижения крана, крутящий момент передается от электрического двигателя к ходовым колесам (не напрямую). Во время движения крана в составе поезда вторичный вал осевого редуктора выводят из зацепления с зубчатым колесом для предотвращения превышения частоты вращения вала электрического двигателя сверх допустимой.

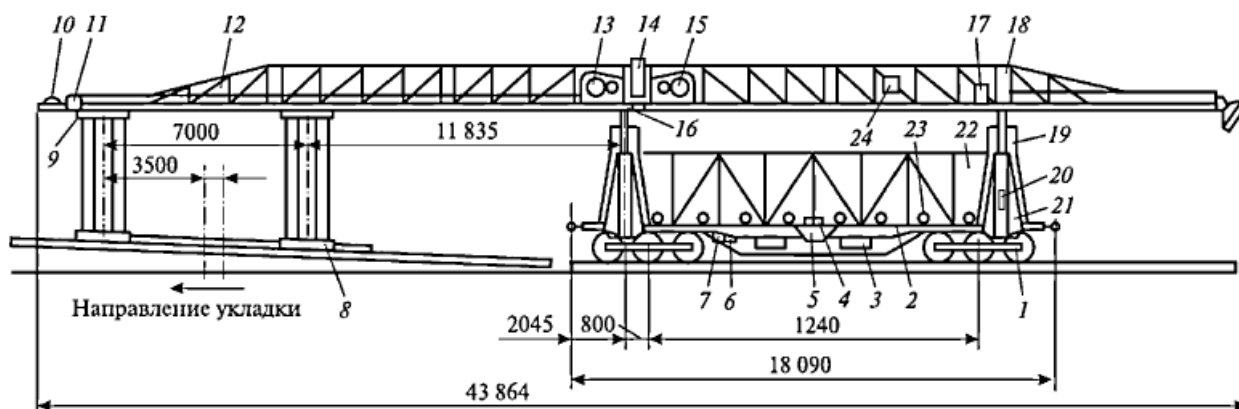


Рис. 2. Укладочный кран УК-25/9-18:

1 – ходовая трехосная тележка; 2 – рамы платформы; 3 – силовая установка; 4 – пульт управления; 5 – съемное сиденье переносной кабины; 6 – электрооборудование платформы; 7 – лебедка для перетягивания пакетов; 8 – траверса; 9 – грузовая тележка; 10, 11 – блок; 12 – стрела; 13 – грузовая лебедка; 14 – пульт управления крановым оборудованием; 15 – тяговая лебедка; 16 – средняя поперечная балка; 17 – ограничитель грузоподъемности; 18 – откидные балки; 19 – каретка портала; 20 – гидроцилиндры подъема стрелы; 21 – стойка портала; 22 – ограждение; 23 – роликовый конвейер; 24 – электрооборудование на стреле

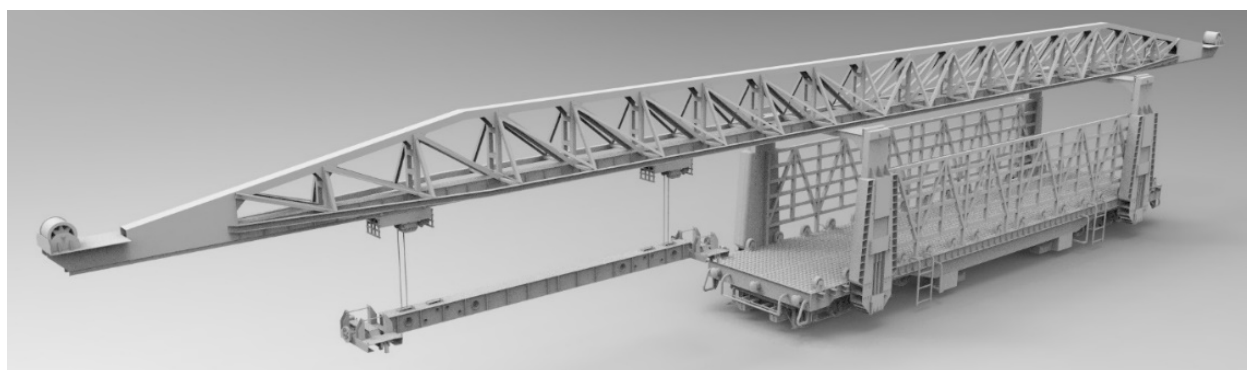


Рис. 3. 3D-модель укладочного крана УК-25/9-18

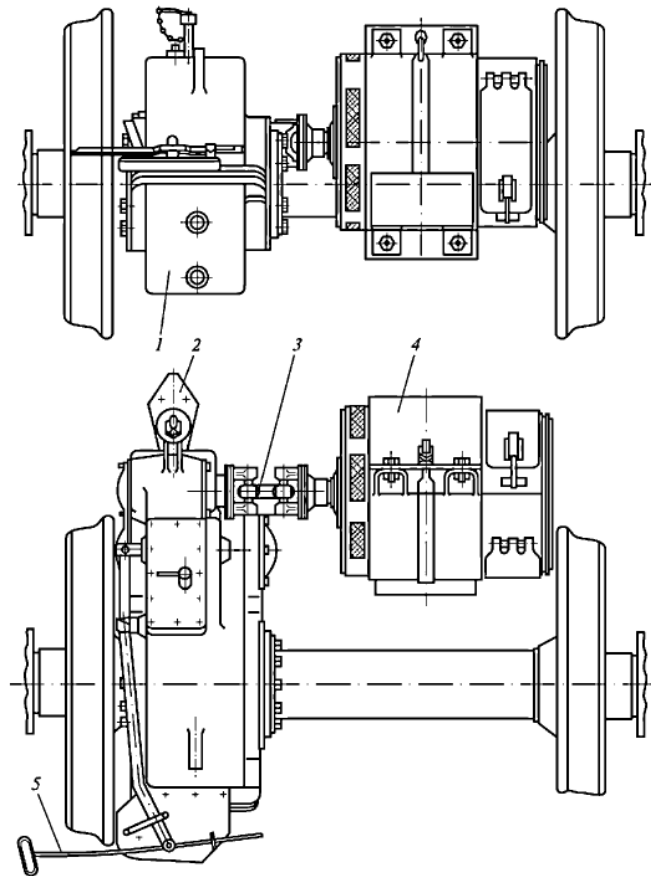


Рис. 4. Расположение привода ходовой тележки:

1 – осевой редуктор; 2 – подвеска; 3 – карданное соединение; 4 – тяговый электродвигатель; 5 – рукоятка

Сборка приводной колесной пары (рис. 5) состоит из оси, двух цельнокачаных колес, роликовых букс, шестерни осевого редуктора, двух роликовых подшипников и других деталей осевого редуктора, устанавливаемых на ось перед запрессовкой [5].

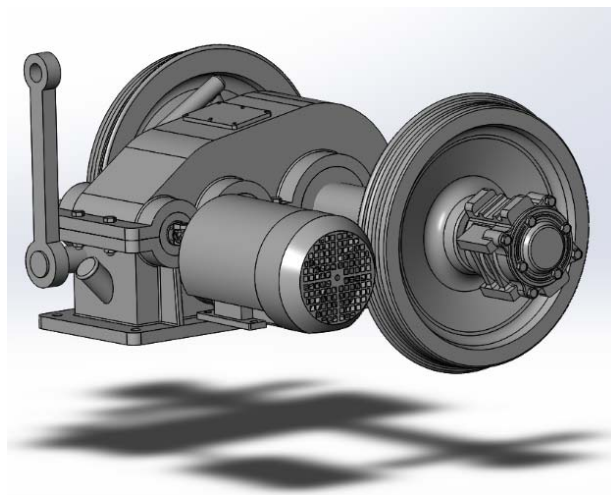


Рис. 5. 3D-модель привода ходовой тележки

Грузовая лебедка (рис. 6) предназначена для подъема и опускания груза. Она приводится в действие электродвигателем 5, вал ротора которого с помощью муфты 4 соединяется со входным валом трехступенчатого редуктора 3. На свободном хвостовике вала редуктора установлен шкив колодочного тормоза 2 [3].

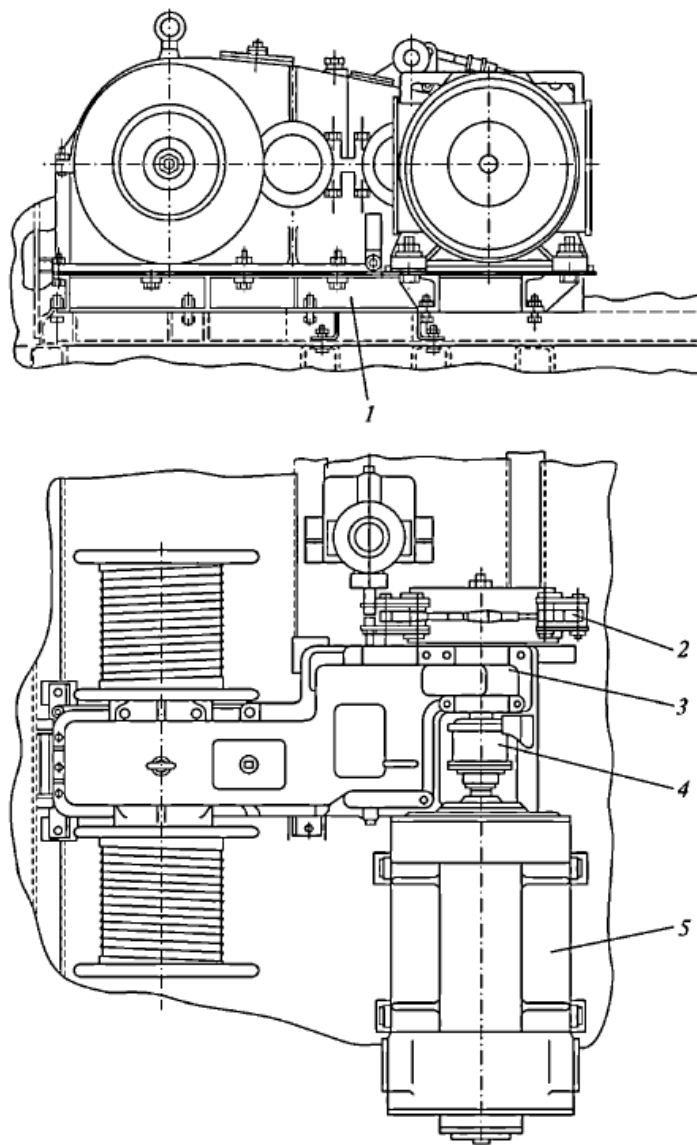


Рис. 6. Грузовая лебедка:

1 – рама; 2 – тормоз; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – электродвигатель

Сборка корпуса редуктора состоит из двух частей: верхней и нижней. В нижней части расположены указатель уровня масла и пробка для слива масла из редуктора. В корпусе на валах и валах-шестернях спроектированы цилиндрические зубчатые колеса и шестерня (для передачи вращающего момента от вала электродвигателя на барабаны). Вал-шестерня получает вращение от вала электродвигателя через зубчатую муфту. На противоположном конце вала смоделирован тормозной барабан.

Тормоз колодочного типа с двухсторонним нажатием колодок на тормозной барабан смоделирован для затормаживания грузовой лебедки при отключенном электродвигателе и растормаживания при его включении. Сборка тормоза состоит из тормозного электромагнита типа КМП-4, рычажной системы, двух тормозных колодок и груза. При проектировании учитывалась возможность регулировки зазора между тормозным барабаном и колодками (в отторженном состоянии зазор между тормозным барабаном и колодками должен быть в пределах 0,7–1,0 мм) [6].

Зубчатая муфта смоделирована для соединения вала электродвигателя с входным валом редуктора.

Оба барабана тяговой лебедки смоделированы с одинаковыми диаметрами для того, чтобы канаты наматывались на них в разные стороны. При любом направлении вращения вала электродвигателя с одного барабана канат сматывается, а на другой наматывается, перемещая при этом грузовые тележки в правую или левую стороны.

При моделировании лебедки учитывалась возможность перемещения контроллера лебедки. Необходимые сопряжения установили взаимосвязи для сердечника электромагнита, который втягивается внутрь катушки, поднимает груз и отпускает тормоз. Если установить контроллер в нулевое положение, то электромагнит начнет обесточиваться, и груз тормоза собственным весом через систему рычагов произведет нажатие колодок на тормозной барабан [6].

Спроектированная 3D-модель привода грузовой лебедки (рис. 7) устанавливается в средней части фермы крана на сварной раме и закрепляется болтами.

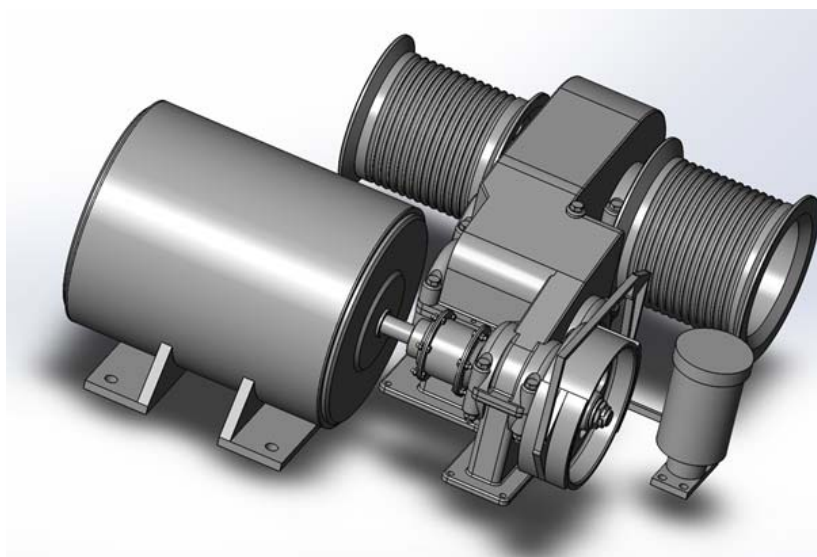


Рис. 7. 3D-модель грузовой лебедки

В рамках создания тренажерного комплекса для обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 разработаны: система обучения для машинистов укладочного крана (в программе SolidWorks созданы 3D-модели деталей, узлов,

в т.ч. постов управления, и крана в сборе; в программе Automation Studio разработаны виртуальные модели гидравлической, пневматической и электрической систем крана, позволяющие выполнять поиск и выбирать пути устранения неисправностей узлов и систем; создан видеоряд и проработан теоретический материал по эксплуатации и управлению краном с тестированием в конце блока); руководство по эксплуатации системы обучения для машинистов крана (руководство пользователя).

Окончательными результатами работы будут являться: система обучения для машинистов крана (в электронном виде – файлы программы-симулятора крана); документация по эксплуатации системы обучения для машинистов крана (руководство пользователя – учебник) в печатном и в электронном видах.

В дальнейшем планируется участие в апробировании системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 в СГУПС при подготовке специалистов по наземным транспортно-технологическим средствам (в т.ч. на базовой кафедре «Устройство и эксплуатация путевых машин» (ПМС-20, ст. Крахаль). Также планируется использовать данные наработки при повышении квалификации кадров ОАО «РЖД» в ИТТиПК СГУПС и в системе обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на сети Российских железных дорог.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Министерство путей сообщения Российской Федерации. Управление пути. Проектно-технологическо-конструкторское бюро. – М., 1996. – 158 с.
2. Министерство путей сообщения Российской Федерации. Управление пути. Проектно-технологическо-конструкторское бюро. Альбом чертежей укладочного крана УК-25/9-18. – М., 1988. – 351 с.
3. Багажов В.В., Воронков В.Н. Машины для укладки пути. Устройство, эксплуатация, техническое обслуживание: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 427 с.
4. Иванов Е.Р. Электрооборудование и устройства автоматизации путевых и погрузочно – разгрузочных машин: учеб. для техникумов. – М.: Транспорт, 1979. – 404 с.
5. Бондарев Э.С., Болбат О.Б. Разработка модуля «Привод колесной пары» для тренажера машиниста «Укладочный кран» // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. LIX междунар. студ. науч.-практ. конф. №11(58). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://sibac.info/archive/technic/11\(58\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/11(58).pdf) (дата обращения: 19.02.18).
6. Бондарев Э.С., Маслов Н.А. Разработка модуля «Привод грузовой лебедки» для тренажера машиниста «Укладочный кран» // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. LXIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 3(62). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://sibac.info/archive/technic/3\(62\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/3(62).pdf) (дата обращения: 23.02.2018).

© Э. С. Бондарев, 2019