

Комплекс для ремонта и восстановления контактной сети



Александр ШУБИН
Alexander A. SHUBIN

Павел ВИТЧУК
Pavel V. VITCHUK



Шубин Александр Анатольевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой Калужского филиала Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Калуга, Россия.
Витчук Павел Владимирович – кандидат технических наук, доцент Калужского филиала Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Калуга, Россия.

System for Maintenance and Recovery of Contact Network

(текст статьи на англ. яз. – English text of
the article – p. 85)

Проведён анализ возможности использования винтовых свай в качестве основания опор контактной сети железной дороги. Обоснована эффективность их применения. Предложен многофункциональный комплекс для установки опор контактной сети. Представлен элемент программно-аппаратной системы стабилизации и защиты комплекса от опрокидывания.

Ключевые слова: винтовые сваи, железнодорожный комплекс, контактная сеть, опора, ремонтные работы, строительство, устойчивость.

На электрической тяге осуществляется более 50% всех грузовых перевозок и примерно 77% пригородных пассажирских перевозок в стране [1, 2 и др.]. Этот факт, а также достаточно высокая степень изношенности существующей контактной сети (около 27% [3]) обуславливают актуальность разработки высокопроизводительных многофункциональных железнодорожных комплексов, предназначенных как для строительства новых электрифицированных участков, так и обслуживания, ремонта, поддержания в работоспособном состоянии существующих линий.

Неотъемлемым элементом электрифицированной железной дороги является ее контактная сеть, предназначенная для передачи электроэнергии с тяговых подстанций на электроподвижной состав. Основными элементами сети служат опоры и опорные конструкции, возводимые на фундаментах или забивных железобетонных сваях [4].

При возведении опор на фундаментах нужна трудоёмкая и длительная подготовка, а на забивных сваях – специальная строительная техника для погружения свай

Сравнительная характеристика винтовых и железобетонных свай

Показатель	Винтовые сваи [7]	Сваи для вибропогружения типа ТСА [8]
Глубина завинчивания, м	4,5	4,5
Масса рабочего оборудования, т	1,5	2,0
Несущая способность F_d , кН	72,6	79
Вагонная норма, шт.	40	16(24)
Вынуждающая сила вибропогружателя F_d^T , кН	—	10
Максимальный крутящий момент, кН·м	50	—
Скорость вибропогружения, см/мин	—	15
Время погружения, мин	5	20
Сезон работ	в любое время года	летнее время
Стоимость свай, руб.	800	2000
Срок службы, лет	100	50

[3]. Это требует закрытие перегона на значительный период времени, что, несомненно, является негативным фактором при электрификации существующих участков или ликвидации последствий аварий и чрезвычайных ситуаций.

1.

В последние годы в промышленном и гражданском строительстве вместо традиционных бетонных фундаментов все чаще используют винтовые сваи [6]. Такая свая представляет собой стальную трубу, нижняя часть которой оснащена режущими лопастями определенной формы. Лопасть позволяет преобразовать вращательный момент в поступательное усилие во время погружения сваи, благодаря чему она как шуруп вкручивается в грунт на необходимую глубину. Лопасть также служит для распределения усилия от опоры на большую площадь грунта и препятствует вырыванию сваи силами морозного пучения.

Сравнительная характеристика винтовых свай [7] и железобетонных свай для вибропогружения типа ТСА [8] (трехлучевая с заострением подземной части и анкерным креплением опор) дана в таблице 1. Несложный анализ ее данных показывает, что существенными преимуществами винтовых свай по сравнению с железобетонными забивными являются скорость монтажа и возможность заворачивания в плотный глубинный грунт. Кроме того, показатели их оперативности, надежности (долговечности) превосходят аналогичные показатели свай типа ТСА.

Поэтому применение винтовых свай в качестве опор контактной сети на железной дороге может быть весьма перспективным. Однако это потребует разработки специальных устройств и машин, автоматизирующих процесс завинчивания. К примеру, в промышленном и гражданском строительстве для монтажа винтовых свай используют различные бурильно-сваебойные машины [9, 10], в том числе БМ-811, УБМ-85 [11] и др.

Помимо непосредственного погружения свай рациональной видится автоматизация всего процесса текущего содержания, ремонта и восстановления контактной сети. Известно, что при этом выполняют следующие виды работ [3–5]: замена изношенных опор контактной сети; замена отказавших опор и свай, на которые монтируют опоры; замена изношенного контактного провода; замена несущего троса, арматуры, усиливающего провода в случае их повреждения. Для реализации указанного комплекса работ (установка свай, замена опор, раскатка контактного провода) предлагается разработать многофункциональный железнодорожный комплекс (рис.1).

2.

Предлагаемый комплекс (рис. 1) состоит из двух модулей: модернизированной автомотрисы АКС-01 (7) и несамостоятельной платформы (4) на базе грузовой четырехосной платформы 13–401 грузоподъемностью 63 тонны.

Автомотриса имеет раму, которая опирается на тележки. Снизу к раме при помо-



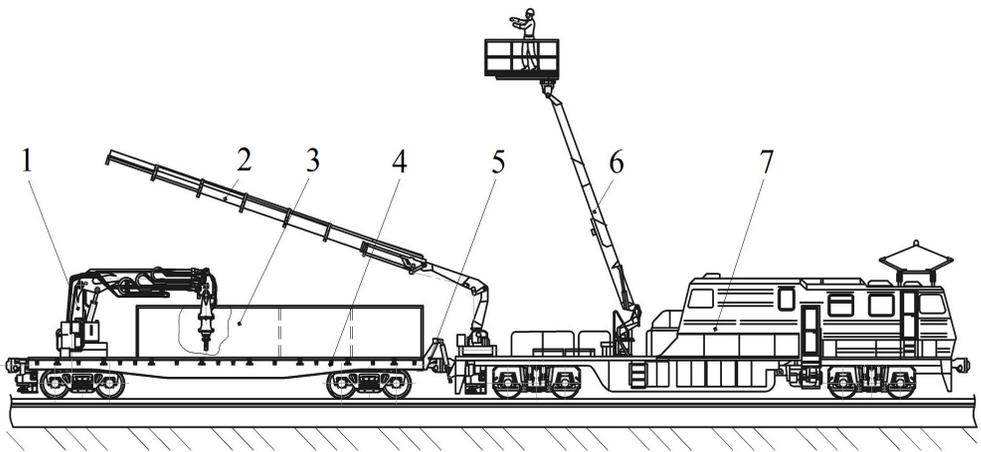


Рис. 1. Многофункциональный комплекс: 1 – универсальная бурильная машина УБМ-85; 2 – манипулятор TIRRE; 3 – открытый контейнер; 4 – несамоходная платформа; 5 – аутригеры; 6 – подъемно-поворотная площадка; 7 – автоматриса АКС-01.

щи силовых конструкций подвешены: тяговый электродвигатель привода тележки; аутригеры; с двух концов рамы – путеочистители; трубопроводы, электро-, пневмо- и гидрооборудование. На одном конце рамы оборудована грузовая платформа, где размещены манипулятор TIRRE (2) для монтажа опор контактной сети и подъемно-поворотная площадка (6). Манипулятор нужен для обслуживания грузовой платформы комплекса и подачи расходных материалов в зону работы. Под пассажирской кабиной в специальном отсеке рамы автоматрисы между ее несущими поясами установлен дизель-генератор, предназначенный для энергообеспечения тягового двигателя ЭД-118АУ2 и питания всех систем АКС-01 переменным током. На крыше кузова размещены токоприемник и антенна системы безопасности. Под рамой находятся аутригеры для придания устойчивости раме автоматрисы и разгрузки рессор при работе манипулятора.

На несамоходной платформе (4) расположены универсальная бурильная машина УБМ-85 (1) для завинчивания свай под опоры контактной сети и открытый контейнер для транспортировки опор (3). На машине предусмотрено место для крепления сменного оборудования, что позволяет производить быструю смену рабочего органа в соответствии с выполняемой операцией; например, при замене опор контактной сети можно подвешивать буровое устройство, а при замене шпал на

рельсо-шпальной решётке – оборудование для замены и подбивки шпал.

Комплекс позволит выполнять не только работы по замене шпал, но и доставку шпал и расходных материалов к месту проведения технологических операций, подачу шпал, расходных материалов в зону рабочего органа, производящего все необходимые манипуляции. Для этого вместо несамоходной платформы (4) к автоматрисе следует прицепить несамоходный модуль для перевозки шпал и расходных материалов, на которой будет установлен кран-манипулятор без аутригеров для разгрузки новых шпал и погрузки старых.

3.

При проектировании комплекса одной из основных решаемых проблем является стабилизация и сохранение устойчивости при работе манипулятора. Установленные в зоне УБМ-85 аутригеры (5) и жесткая блокировка платформы и автоматрисы нужны для увеличения опорного контура и повышения устойчивости комплекса при монтаже свай. Согласно [12] краны-манипуляторы должны быть устойчивы в рабочем состоянии, недопустимо и перемещение груза, находящегося в неустойчивом положении.

Устойчивость крано-манипуляторных установок проверяют расчетом, в ходе которого исходя из опорного контура, нагрузок и массовых характеристик элементов определяют опрокидывающий

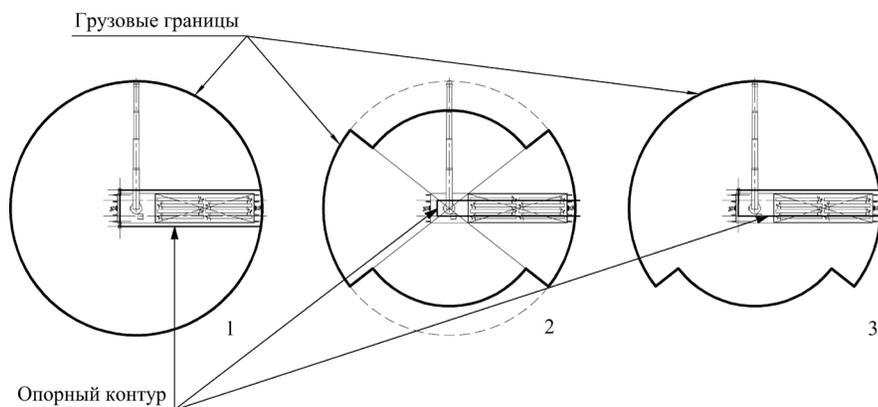


Рис. 2. Варианты установки опор: 1 – установлены опоры с обеих сторон; 2 – опоры не установлены; 3 – опора установлена только с рабочей стороны.

и восстанавливающий моменты. Восстанавливающий должен быть больше опрокидывающего не менее чем на 15%. Если это условие не выполняется, то необходимо изменение опорного контура (установка аутригеров) или ограничение по грузовым нагрузкам. В рассматриваемом комплексе на автомотрису АКС-01 при работе манипулятора TIRRE (2) действует опрокидывающий момент от веса стрелы манипулятора и груза на её конце, а восстанавливающим моментом становится вес самой автомотрисы.

В современных автомобильных крано-манипуляторных установках используют электронные системы стабилизации и контроля устойчивости [13]. При помощи системы стабилизации блок управления реализует ограничение грузового момента исходя из текущего опорного контура (рис. 2). После установки крана на опоры система контроля устойчивости определяет грузовые границы (случай 1). Вследствие этого манипулятор может работать с полностью выдвинутыми (случай 3) или вообще не выдвинутыми (случай 2) балками опор.

Максимальная грузоподъёмность крано-манипуляторной установки может быть реализована только тогда, когда транспортное средство установлено на полностью выдвинутые аутригеры. Если это невозможно, например, из-за наличия откоса, траншеи или близко расположенного второго пути, то крано-манипуляторная установка все равно функционирует, но на меньшей грузоподъёмности, даже если опоры вообще отсутствуют. Изменение

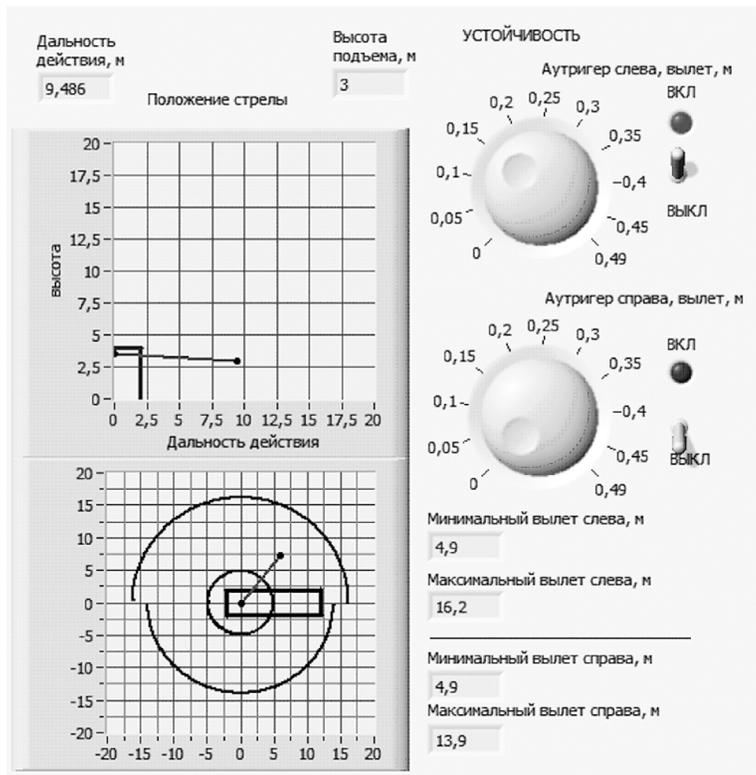
границ опорного контура следует производить только в транспортном положении, чтобы избежать опрокидывания платформы.

Аналогичные системы могут быть использованы и на манипуляторах, установленных на железнодорожных платформах. Предлагается проводить анализ устойчивости в реальном времени в зависимости от показаний датчиков нагрузок на оборудовании с помощью разработанной в среде LabVIEW программы, фрагмент лицевой панели которой представлен на рис. 3. Входными данными являются: текущие значения массы автомотрисы и массы стрелы, файл с таблицей соответствия вылетов предельной грузоподъёмности, нагрузки, вылет стрелы, угол наклона и угол поворота стрелы.

Программа получает информацию с датчиков, установленных на автомотрисе (вес элементов, вылет стрелы, вес груза на стреле, наличие опор и их вылет), проводит расчёт устойчивости, определяет грузовые границы и в случае, если они превышены, передает сигнал предупреждения на пульт оператора и ограничивает работу манипулятора. Процесс идет в режиме реального времени, информация с датчиков постоянно анализируется, что сводит к нулю вероятность опрокидывания при нарушении оператором грузовых пределов. Программа способна уменьшить время подготовки манипулятора к работе за счет возможности проведения операций с легкими грузами на небольших расстояниях (в пределах рассчитанных грузовых границ) без установки опор.



Рис. 3. Фрагмент лицевой панели прибора электронной системы стабилизации.



ВЫВОДЫ

Применение многофункционального комплекса позволит сократить время закрытия перегона и сократить количество путевой техники при выполнении необходимых работ, особенно связанных с устранением последствий аварии или крушения подвижного состава.

Оперативность и мобильность предлагаемого комплекса, многофункциональное оборудование, установленное на автомотрисе, обеспечивают не только ремонтно-строительные, но и инспекционно-диагностические работы, текущий осмотр контактной сети, а при случае и ремонт рельсо-шпальной решётки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы государственного регулирования тарифов на железнодорожном транспорте: Аналитический сборник / Сост. и науч. ред. В. И. Братцев [Электронный ресурс]: <http://web.archive.org/web/20120311224054/http://council.gov.ru/files/journalsf/number/20061109155409.pdf>. Доступ 06.01.2016.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики / Основные показатели транспорта. [Электронный ресурс]: <http://www.gks.ru/>

bgd/regl/b09_13/IssWWW.exe/Stg/html4/17-01.htm. Доступ 06.01.2016.

3. Ерохин Е. А. Монтаж и капитальный ремонт контактной сети и воздушных линий. — М.: УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2007. — 220 с.
4. Борц Ю. В., Чекулаев В. Е. Контактная сеть. — М.: Транспорт, 2001. — 247 с.
5. Михеев В. П. Контактные сети и линии электропередачи. — М.: Маршрут, 2003. — 416 с.
6. Железков В. Н. Винтовые сваи. — СПб.: Прагма, 2004. — 150 с.
7. Официальный сайт компании КСАМет. [Электронный ресурс]: <http://ksamet.ru>. Доступ 06.01.2016.
8. ГОСТ Р 54272–2010 «Фундаменты для опор контактной сети железных дорог. Технические условия». — М.: Стандартинформ, 2011. — 24 с.
9. Суоров А. В., Левинзон А. Л. Машины для свайных работ / Под ред. С. П. Епифанова и др. — М.: Стройиздат, 1982. — 150 с.
10. Волков Д. П., Крикун В. Я. Строительные машины и средства малой механизации. — М.: АСВ, 2002. — 480 с.
11. Универсальная бурильная машина УБМ-85. [Электронный ресурс]: <http://sdm-zavod.ru/products/manipulyatory-dlya-bureniya-i-pogruzheniya-vintovyh-svay/ubm-85>. Доступ 06.01.2016.
12. ПБ 10–257–98 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов». — М.: НПО ОБТ, 2003. — 89 с.
13. Невзоров Л. А., Полосин М. Д. Краны башенные и автомобильные. — М.: Академия, 2011. — 416 с.
14. Трэвис Д., Криг Д. LabVIEW для всех. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 400 с.

Координаты авторов: Шубин А. А. — Shubin55@mail.ru, Витчук П. В. — zzzVentor@ya.ru.

Статья поступила в редакцию 18.01.2016, принята к публикации 19.05.2016.