

Шарапов Р.Р., д-р техн. наук, проф.,
Мамедов А. А., канд. техн. наук, доц.,
Харламов Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Брагин И.Г., студент,
Клочков В.В., студент,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ХОДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТРЕЛОВОГО САМОХОДНОГО КРАНА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ СВЫШЕ 100 Т ПОВЫШЕННОЙ МОБИЛЬНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ

ptdm_zavkaf@mail.ru

Существующие разновидности отечественных стреловых самоходных кранов большой грузоподъемности на спецасси, гусеничных (63... 250 т) не исключают друг друга, а дополняют в зависимости от запроса потребителя. Условия конкуренции на рынке грузоподъемной техники предъявляют жесткие требования к эксплуатационным характеристикам, и в конечном итоге, к себестоимости строительно-монтажных работ. В различных отраслях строительства на объектах с большими, также с рассредоточенными объемами работ для монтажа укрупненных конструкций и технологического оборудования успешно применяются гусеничные краны. Особое развитие в последние годы получили технологии транспортировки на трейлерах и самомонтаж тяжелых гусеничных и пневмоколесных кранов. Однако, большие затраты на транспортировку, монтаж и демонтаж крана, сложность работы на слабых грунтах ограничивают серийность тяжелых гусеничных и пневмоколесных кранов. Использование шагающих кранов принципиально новых конструкций, в ряде случаев, решает назревшие проблемы.

Ключевые слова: гусеничные, пневмоколесные и шагающие краны, мобильность и устойчивость на строительных площадках.

Введение. В последние годы вырос спрос на монтажные краны грузоподъемностью свыше 100 т, которые востребованы в крупных национальных проектах и в государственном секторе. Ожидаемый выход из экономического кризиса подтолкнет отечественные предприятия к наращиванию выпуска грузоподъемной техники и в гражданском секторе. Выпуск конкурентной техники немислим без обновления и удешевления металлоемкой продукции, составляющей львиную долю производственных и эксплуатационных затрат.

Основная часть. Выпуском пневмоколесных и гусеничных кранов грузоподъемностью свыше 100 т занимаются в основном ЧМЗ, Ульяновский механический завод №2, Куйбышевский механический завод №1. Кран ДЭК-1001 Челябинец [1], с электроприводом, грузоподъемностью 100 т, в своем классе, наиболее конкурентоспособен в т. ч с зарубежными аналогами. Способность передвигаться в пределах строительной площадки без предварительной подготовки трассы с грузом на крюке гусеничные краны часто безальтернативны.

Оригинален по технологии транспортировки кран с гидравлическим приводом на пневмоходу МКТТ-100 грузоподъемностью 120 т, разработанный ВКТИМонтажстроймеханизация в кооперации с фирмой TADANO (Япония) [2]. Кран представляет собой комбинацию трактора

К-701 в качестве тягача, полноприводной двухосной тележки со сцепным устройством от "Урагана" и специальной трехосной несущей платформы для крановой установки

В БГТУ им. В. Г. Шухова на кафедре ПТиДМ ведутся разработки и исследования принципиально нового ходового оборудования для класса тяжелых строительных кранов [3]. Опорно-ходовая часть крана (рис. 1) содержит опорно-поворотную пятю 1 и смонтированную на ней посредством опорно-поворотного круга 2 опорно-ходовую раму 3, выполненную в виде несущей обоймы с горизонтальными сквозными отверстиями, в которых перемещаются ходовые балки 4, оборудованные ауригерами 5, с поворотными кронштейнами, и соединенные между собой поперечными жесткими связями 6. В свою очередь пята 1 и ауригеры 5 имеют специальную полу конструкцию для вакуум присоса на опорную поверхность [4].

В исходном положении кран опирается на опорно-поворотную пятю 1. Включается привод гидроцилиндров на подъем. При этом система ходовых балок переходит в подвешенное состояние. Для выбора нужного направления передвижения включается механизм опорно-ходового круга 2, после чего подкрановые балки фиксируются в определенном направлении. Затем снова включается привод гидроцилиндров на опускание, и кран опирается на башмаки ау-

ригеров. Включением привода 7 кран перемещается относительно подкрановых балок 4 до

крайнего положения. Для дальнейшего передвижения крана цикл повторяется.

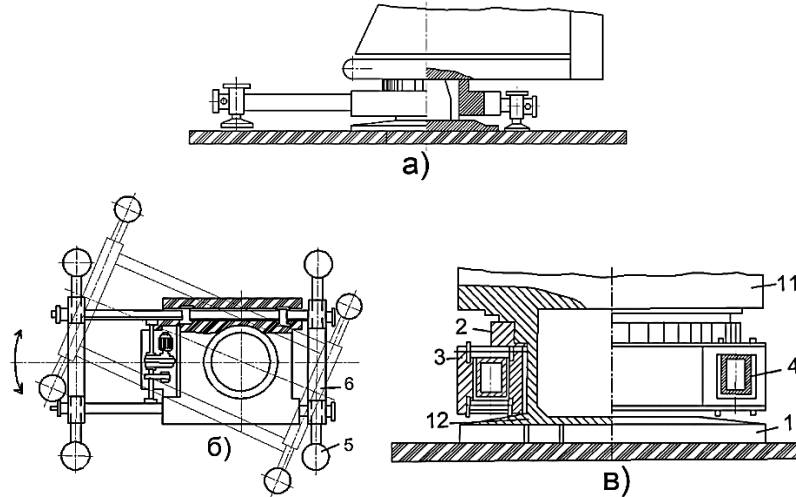


Рис. 1. Опорно-ходовое устройство крана:

а – кран, опирающийся на опорно-поворотную плиту в процессе шагания; *б* – схема маневра крана на необходимый угол поворота; *в* – схема стыковки несущей обоймы и опорно-поворотной плиты
 1 – пята; 2 – опорно-поворотный круг; 3 – опорно-ходовая рама; 4 – хожевые балки; 5 – аутригер;
 6 – поперечные связи; 11 – поворотная платформа крана

Таким образом, кран способен на разворот с места на любой угол передвижения. Работа крана с грузом возможна из двух положений: 1) на слабых грунтах – пята 1 опирается на опорную поверхность (при необходимости включается вакуум насосы), а выносные опоры обеспечивают дополнительную устойчивость крану; 2) на подготовленной площадке – достаточно выносных опор. На рис. 2 показана технология транспортировки крана. Таким образом, подкрановые балки (в сборе рама) является несущей кон-

струкцией в процессе транспортировки крана и отпадает необходимость в несущей платформе. Ходовые балки 4 обеспечивают плавное перемещение крана (на длину ходовых балок) с номинальным грузом 100 т на крюке. Расчеты показывают, что полная масса ходового устройства не превышает 15 т, т.е. в 2 раза легче гусеничного. Относительная простота ходового устройства – гарант надежной работы при минимальных затратах на ремонтные работы, запасные части и т. п.

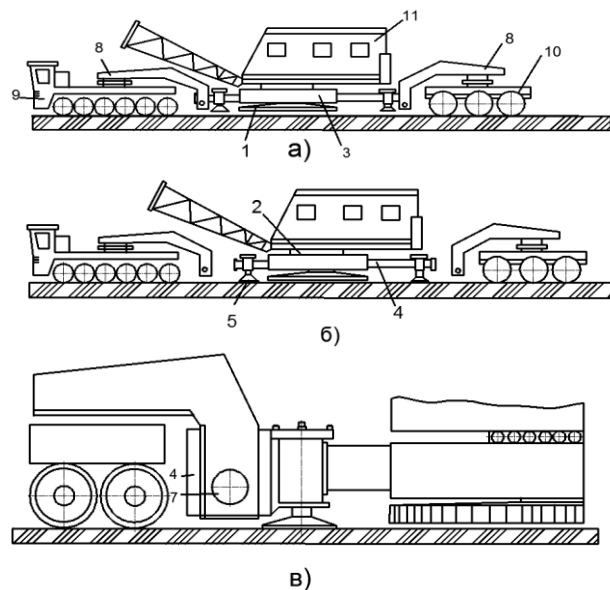


Рис. 2. Технология транспортировки крана:

а – стыковка крана с транспортными тележками; *б* – кран после расстыковки с транспортным средством;
в – узел соединения подкрановых балок с опорными элементами тележки;
 1 – пята; 2 – опорно-поворотный круг; 3 – опорно-ходовая рама; 4 – хожевые балки; 5 – аутригер;
 6 – поперечные связи; 7 – опорные элементы; 8 – опорные элементы; 9, 10 – транспортные средства;
 11 – поворотная платформа крана



Рис. 3. Конструкция башмака выносных аутригеров:
а – общий вид; *б* – вакуум основание

Выводы. Как показывает практика эксплуатации гусеничных кранов, их преимущества по сравнению с другими кранами, а именно, малое удельное давление на грунт и способность передвижения на строительном объекте с грузом на крюке с максимальной грузоподъемностью оказывает разрушительное действие на детали ходовой части крана. Это вызывает необходимость частого ремонта и ежесменного техосмотра, вплоть до содержания сервисных центров или выездных профессиональных бригад. Предлагаемая конструкция ходового устройства тяжелого крана ввиду простоты и малому сопротивлению при движении крана, а значит более экономичному электроприводу, по сравнению с гусеничным, требует минимальных затрат на транспортировку (отпадает необходимость перевозки гусениц массой 30 т), на ремонт и обслуживание. Благодаря использованию в конструкции ходового оборудования патентных разработок удастся улучшить показатели мобильности и устойчивости тяжелых кранов, а также увеличить сферу применения их, особенно на слабых грунтах. Однако, малая по сравнению с гусеничным, средняя скорость (0,4...0,5 км/ч) перемещения на площадке, из-за наличия цикла шагания крана, при необходимости возможно использование телескопических или дополнительных стыкуемых ездовых секций (режим движения рельсокошечного крана). Изготовление и монтаж ходового устройства вполне реализуемо на отечественных предприятиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусеничный кран 100 тонн ДЭК-1001 Челябинец. Каталог гусеничных кранов. URL: http://guskran.ru/crane_catalog/dek_1001/ (дата обращения: 15.12.15).
2. Кран монтажный специальный МКТТ-100. URL: http://www.techstory.ru/kran/pnevmo/mktt100_k7_01.htm (дата обращения: 15.12.15).
3. А.с. 472099 СССР, МПК⁷ В 66с 23/78. Опорно-ходовая часть крана / Л.Я. Бызер, П.А. Зимин, А.А. Мамедов, И.М. Смирнов, Н.Я. Крылов, Л.Н. Ахметьев, Е.А. Паншин; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский институт по монтажным и специальным работам и Центральное конструкторское бюро «Главстроймеханизация». – № 1980003/27-11; заявл. 26.12.73; опубл. 30.05.75, Бюл. № 20.
4. Пат. 2263601 Российская Федерация, МПК⁷ В 62 D 57/02. Устройство для самовытаскивания транспортных средств / А.А. Мамедов; заявитель и патентообладатель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2004108457/11; заявл. 23.03.2004; опубл. 10.11.2005, Бюл. № 31.
5. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198–200.
6. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на ЭВМ (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 183–186.

Sharapov R.R., Mamedov A.A., Agarkov A.M., Bragin I.G., Klochkov V.V.**RUNNING EQUIPMENT OF BOOM SELF-PROPELLED CRANE WITH A LIFTING CAPACITY OF OVER 100 TONS OF INCREASED MOBILITY AND SUSTAINABILITY**

Existing varieties of domestic boom self-propelled cranes carrying capacity on special chassis and caterpillar (63...250 tons) are not mutually exclusive, but complementary, depending on a customer's request. Conditions of competition in the market of lifting equipment impose stringent performance requirements, and ultimately, to the cost of construction and installation works. In various branches of construction at sites with large and dispersed amounts of works for the installation of large-sized constructions and technological equipment are successfully used caterpillar cranes. A special development in recent years has been got the technology of transportation on trailers and self-assembly heavy cat and mobile cranes. However, the high cost of transportation, installation and dismantling of the crane, the complexity of the work on weak soils limit the seriality of heavy crawler and mobile cranes. The use of walking cranes of fundamentally new designs, in some cases, solves urgent problems.

Key words: *Crawler, mobile cranes and walking, mobility and sustainability on construction sites.*

Шарапов Рашид Ризаевич, доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: ptdm_zavkaf@mail.ru

Харламов Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: jkharlamov@yandex.ru

Мамедов Ариф Алиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Брагин Илья Геннадьевич, студент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Клочков Владислав Викторович, студент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Герасимов М.Д., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СЛОЖЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ В ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯХ*

mail_mihail@mail.ru

Для получения больших значений вынуждающей силы у вибрационных машин используют сложение колебаний нескольких, последовательно установленных, вибромодулей. Последовательно установленные виброблоки образуют единый вибрационный механизм, который будем называть виброблоком. Суммарная вынуждающая сила виброблока генерирует направленную вынуждающую силу, например, по вертикали. Применение вибромодулей одной конструкции позволяет получить равную по величине вынуждающую силу вверх и вниз. Для практического применения виброблоков важно иметь использование с разными характеристиками, которые позволяют получать асимметрию значений вынуждающей силы, направленной вверх и вниз. Асимметрия значения вынуждающей силы формирует рабочее и холостое направления её действия. Асимметричная вынуждающая сила может быть получена при сложении гармонических колебаний различного вида. Однако, вопрос определения величины асимметрии вынуждающей силы при сложении колебаний, описываемых различными уравнениями, для практического применения в вибрационных машинах изучен недостаточно.

Ключевые слова: вибрационный модуль, вибрационный блок, дебаланс, вынуждающая сила, коэффициент динамичности системы, ряд Фурье.

Введение. В вибраторах направленного действия используется двойной дебалансный механизм, представляющий собой два вибратора с круговыми колебаниями и дебалансными ва-

лами, вращающимися с одинаковой скоростью в разные стороны [1, 2, 3, 4]. Такой механизм будем называть вибрационным модулем с направленными колебаниями.

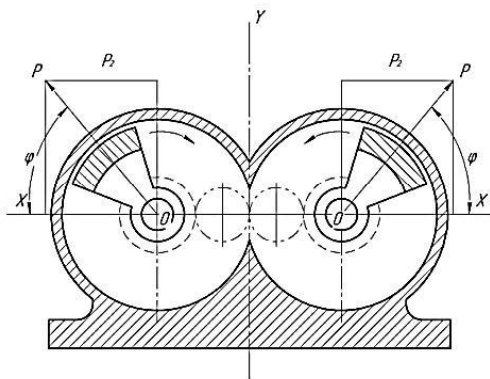


Рис. 1. Схема вибрационного модуля с направленными колебаниями.

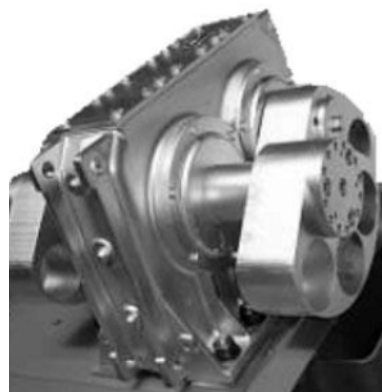


Рис. 2. «Направленный возбудитель DF» виброгрохотов LinaClass SLB/SLC

В работе рассматривается вибрационный модуль с направленными колебаниями с параллельным расположением осей в одной плоскости. У него проекции сил инерции в плоскости дебалансных валов уравниваются, а проекции на ось симметрии складываются, действуют вдоль оси симметрии, изменяясь по гармоническому закону

$$F_{\text{ин}} = m\omega^2 R \cos \omega t$$

где m – общая масса дебалансов; R – эксцентриситет центра масс; ω – угловая скорость.

Эту силу $F_{\text{ин}}$ называют вынуждающей силой.

Методология. В работе используются классические методы аналитических исследований, в основе которых лежат ряды Фурье.

Основная часть. В качестве вибровозбудителей направленного действия одновременно используются 1,2...4 вибрационных модуля с направленными колебаниями, имеющих 2,4...8 валов, синхронно вращающихся в противоположных направлениях с равными угловыми скоростями и дебалансами. Суммарная вынуждающая сила определяется произведением числа вибрационных модулей K на вынуждающую силу $F_{\text{ин}}$ одного вибромодуля, вибратора.

$$F_c = KF_{\text{ин}}$$

Как правило, действие вынуждающей силы в одном направлении совершает полезную работу: уплотнение дорожными катками и виброплитами, сортировку на грохотах, погружение или извлечение свай в грунт или из грунта. В