



## ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ  
**«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»**,  
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ  
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов  
Международной конференции студентов,  
аспирантов и молодых учёных  
«Перспектив Свободный-2016»,  
посвящённой Году образования  
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля  
2016 г.

Красноярск, 2016



ПЕРСПЕКТИВ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2016 г.

## **«Транспорт. Подъемно-транспортные и строительно-дорожные машины и технологии»**



## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

Аккускаров А. Ф.

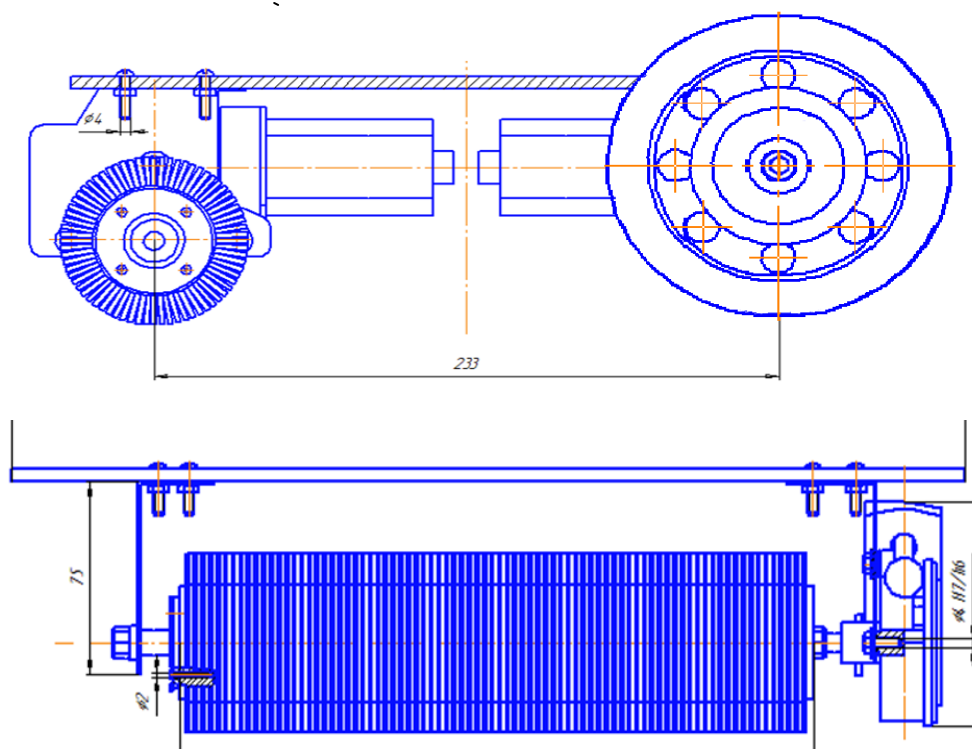
научный руководитель канд. техн. наук Гришко Г.С.

Сибирский федеральный университет

В связи с ростом в нашей стране индивидуального жилищного строительства достаточно остро проявляется проблема содержания придомовой территории, особенно в зимний период, включающей периодическую очистку двора от выпавшего снега. Решение данной проблемы требует от владельца дома дополнительных затрат сил, средств и собственного времени на уборку или оплату услуг дворника.

Появившиеся в последнее время мобильные телеуправляемые малогабаритные снегоочистительные машины не до конца решают данную проблему. При их эксплуатации все равно требуются затраты времени на управление, пусть и дистанционное. В связи с этим нами предлагается мобильный автономный технологический робот для содержания придомовой территории.

Один из вариантов конструктивной схемы мобильного робота-снегоуборщика (либо подметально-уборочной модификации) представлен на рисунке. Он способен в соответствии с определенным пользователем участком работы при помощи движителя, совмещенного с рабочим органом (щетка или отвал) перемещаться по придомовой территории для очистки ее от снега (загрязнений).



**Рис.1 – Конструктивная схема рабочей платформы мобильного технологического робота для содержания придомовой территории**

Мобильный технологический робот предназначен для содержания территории, прилегающей к зданиям и сооружениям, и очистки ее от снега и других загрязнений автоматически в заданное время или по команде пользователя.

Отличительной особенностью предлагаемой конструктивной схемы робота является совмещение функций движителя и рабочего органа, в качестве которых используются передние и задние приводные колеса. За счет большего усилия на задние колеса по отношению к щетке с обратным вращением робот будет перемещаться, убирая снег или мусор. Кроме того, предлагается оснащать придомовую территорию локальной навигационной системой для самостоятельного передвижения робота и осуществления им рабочих операций.

Автономная система управления роботом так же будет связана с приложением для смартфона, в котором будет задаваться время, в которое роботу нужно будет начать уборку территории. Так же планируется создание портала в сети Internet, через который будет задаваться время для начала и уборки и параметры работы робота или управление в режиме реального времени.

Дистанционная система управления состоит из следующих функциональных блоков:

- 1) Пульт управления с контроллерами, отвечающими за органы робота.
- 2) Специальное приложение для смартфона, в котором будет производиться видео с камеры находящейся на корпусе робота, так же на дисплее будут отображаться специальные сенсорные контроллеры для управления роботом.

Данные технологические решения возможны благодаря передаче данных между роботом, приложением, сайтом или пультом, с помощью беспроводных сетей Wi-Fi. Дополнительно предусмотрена возможность организации связи с роботом через канал Bluetooth.

Кроме того для полноценного функционирования предлагаемого робота система управления и навигации должна обеспечивать решение следующих основных задач:

- Работу машины только в пределах требуемой площади участка. При этом участок может быть ограничен естественными границами огороженной территории. В случае открытого пространства предлагается воспользоваться отработанной в роботах газонокосилках технологией, при которой зона работы обозначается по периметру специальным проводящим кабелем. При подъезде к данному кабелю робот останавливается, разворачивается и продолжает работу внутри придомовой обозначенной территории.

- Минимальное количество проходов по обслуживаемому участку для достижения требуемого качества уборки. При этом в системе управления должен быть реализован достаточно простой алгоритм, который бы отслеживал момент упора робота в непреодолимое препятствие или выезд за границу участка и выбирал бы дальнейшую траекторию движения с минимальным перекрытием уже очищенных участков.

- Навигацию в пределах участка для возврата после работы к базе для зарядки аккумуляторных батарей или месту парковки.

Сформулированные требования к системе управления в минимальные сроки действующий лабораторный образец технологического робота. Данная работа получила поддержку на конкурсе «УМНИК».

## МАЛОГАБАРИТНЫЙ ПОГРУЗЧИК С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА

Алексеев Ю.А.

научный руководитель канд. техн. наук, Гришко Г.С.

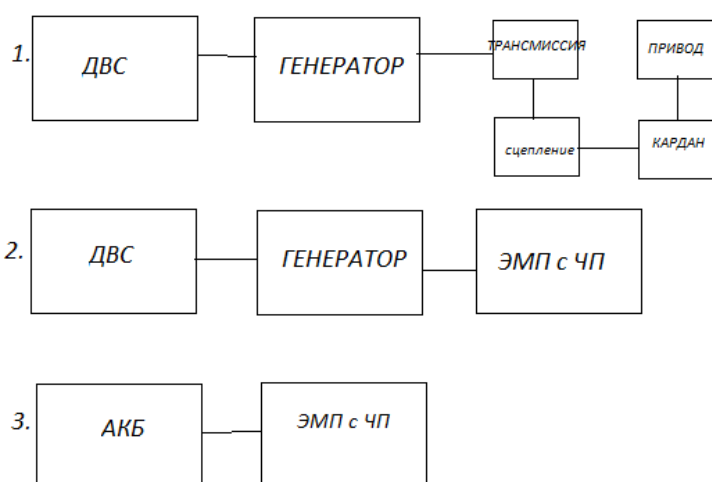
*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время широко используются малогабаритные универсальные погрузчики, которые способны на решение задач различной сложности, и различной сферы. Ярким примером такого погрузчика являются погрузчики торговой марки Bobcat. Они широко используются в России и по всему миру. Отечественным аналогом такой машины может служить погрузчик ПУМ-500.

Основной отличительной чертой таких машин является универсальность, множество сменного оборудования, такого как погрузочный ковш, молот для разрушения асфальта, щетка для уборки улиц и т.д. Без подобных машин в наше время не обходится практически ни одна организация, связанная с содержанием городских дорог.

В современном мире с увеличивающимся в геометрической прогрессии количеством автотранспорта, а так же транспортно-технологических машин постоянно ухудшается экологическая обстановка, и мы должны задумываться о том как совершенствовать транспортно-технологическое оборудование в сторону более высоких требований по экологии и так чтобы не страдали технические характеристики, такие как мощность, КПД, скорость.

Циклический рост и падение цен на энергоносители, а так же забота об окружающей среде – одни из главных вызовов современности, отвечая на которые, абсолютное большинство мировых производителей транспортных средств уже более 20 лет ведут разработки гибридного привода и привода, основанного исключительно на электрической тяге. Подобная конструктивная схема рано или поздно появится и в транспортно-технологических машинах. И в первую очередь это касается малогабаритных транспортно-технологических машин.



**Рис.1 – Функциональные схемы привода малогабаритных транспортно-технологических машин**

На рисунке представлены функциональные схемы традиционного привода и электромеханического частотно-регулируемого привода. Наиболее перспективной является схема с источником энергии в виде аккумуляторной батареи, частотным регулятором и асинхронными двигателями, связанными через бортовые редуктора с пневматическим движителем.

Данная схема позволяет использовать электроэнергию, запасенную в аккумуляторной батарее. Возможен так же вариант сохранения ДВС. При этом электроэнергия поступает непосредственно от генератора. Эта схема так же исключает из трансмиссии такие элементы как сцепление, карданный вал, главную передачу, позволяя экономить средства на обслуживании в процессе эксплуатации.

Электромеханический привод является гибридным, и позволяет исключить из схемы коробку передач, что позволяет сократить затраты на производство и дальнейшее обслуживание в ходе эксплуатации.

Частотный регулятор позволяет преобразовывать переменный (или постоянный) ток одной частоты в переменный ток другой частоты, тем самым обеспечивая бесступенчатое регулирование скорости. Использование его в электромеханическом приводе, приводит к увеличению срока службы машины в целом.

Использование данного типа привода в универсальных малогабаритных погрузчиках нам позволит решить множество задач таких как:

- *Экономия ресурсов.* Транспортные средства должны потреблять меньше ресурсов в производстве и обслуживании, быть как можно дешевле в течение всего жизненного цикла – от разработки до утилизации. И, конечно, расходовать как можно меньше энергии – будь то жидкое топливо или электричество.

- *Экология и здоровье.* Загрязнение воздуха, особенно в мегаполисах, в первую очередь отражается на человеческом организме. Поэтому экологический ущерб от транспорта должен быть сведен к минимуму на всех стадиях жизни машины, особенно там, где человек сталкивается с ней непосредственно – в эксплуатации. Экономика и экологичность транспортных средств определяются их эффективностью – КПД.

- *Безопасность.* Меры безопасности можно условно разделить на непосредственные и превентивные. К непосредственным относят меры, направленные на защиту от прямого столкновения и его последствий. Более важными нам представляются меры, повышающие управляемость транспортного средства. При использовании частотно-регулируемого привода технически легко реализовать системы безопасности, предотвращающие заносы и пробуксовки или сглаживающие ошибки водителя.

Применяя электромеханический привод с частотным преобразователем, мы получаем векторную систему, работающую в широком диапазоне изменения моментов и частот вращения, что позволит обеспечить высокий коэффициент полезного действия движителя погрузчика, как при больших, так и при малых значениях частоты вращения.

Основной тенденцией развития транспортно-технологических машин является замена сложной механической, неэкологичной механической или гидрообъемной трансмиссии на электрические (электромеханические) системы на современной элементной базе с компьютеризированным управлением.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНЦЕВЫХ БАЛОК МОСТОВОГО КРАНА

Белоруков С.Е.

научный руководитель доц. Смолин А.Ю.

*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время на ремонт крана затрачиваются большие средства. Актуальность рассматриваемой темы заключается в снижении эксплуатационных затрат на ремонт крана возникающих на этапе жизненного цикла крана от 5 до 15 лет эксплуатации, выражающихся в необходимости проведения ремонтных работ с применением сварки, подготовкой ремонтной документации, проведение экспертизы промышленной безопасности.

Базовая конструкция крана предполагает устранение дефектов типа «трещина» за счет снижения концентрации напряжений в узлах крепления ходовых колес.

Статистически, комплекс восстановительных мероприятий, связанных с ними работ для крана выбранной конструкции обходится владельцу в сумму в районе 500 тыс. рублей.

Среди мероприятий, такие как:

- экспертиза промышленной безопасности - 40 тыс. руб.;
- подготовка комплекта ремонтной документации — 150 тыс. руб.;
- ремонт и усиление -310 тыс. руб.

Затраты на выше приведённые мероприятия взяты из «Прейскуранта стоимости работ по экспертизе промышленной безопасности грузоподъёмных машин, комплексному обследованию крановых путей и разработке проектной документации».

Прямые убытки от простоя крана при проведении ремонта крана, при условии возникновения усталостных трещин составят ориентировочно не менее 150 тыс. руб., так как кран способен при средней интенсивности работы в смену транспортировать не менее 300 т. полезного груза, стоимость которого ориентировочно по предприятиям машиностроительного комплекса

красноярского края варьируется от 100 до 300 тыс. руб. в смену.

При среднем количестве циклов работы крана в смену не менее 80 и средней грузоподъёмности порядка 3,75 т и одном кране в пролете недогруженная масса материалов и изделий составит 300 т.

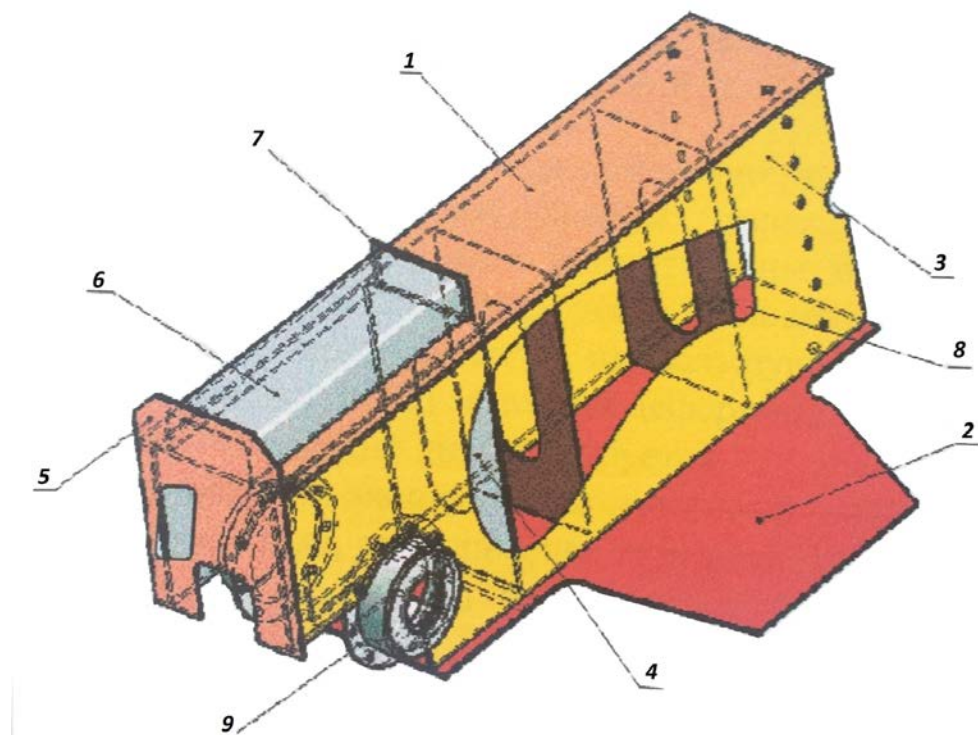
Следовательно, задачей служит увеличение срока службы крана до появления дефектов, что позволит сэкономить средства на ремонт крана.

Узел крепления ходовых колес является наиболее напряженной частью балки, которая воспринимает вертикальные нагрузки и поперечные горизонтальные усилия, возникающие при движении крана.

Анализ дефектов концевой балки показал, что наиболее уязвимыми местами являются очаги разрушения приведенные выше. Все очаги возникновения трещин расположены вдоль сварного шва, а также в вырезах в боковой стенке под болтовое соединение. Это объясняется тем, что долговечность металлоконструкции связана с рядом факторов, имеющих сложную связь между собой. Равнонаправленные напряжения, образующие поля, стремятся деформировать металлоконструкцию, вытесняя металл в направлениях, позволяющих привести конструкцию в равновесное состояние. Это состояние может быть как устойчивым, так и неустойчивым. В течении периода эксплуатации второе состояние может не проявляться вовсе, либо оказать существенное влияние после накопления критических микрповреждений и сыграть роль детерминанты разрушения.



Техническое решение представлено на рисунке 1.



**Рис.1 - Концевая балка мостового крана**

Опорный узел концевой балки мостового крана включает верхний 1 и нижний 2 пояса, две вертикальные стенки 3, две дополнительные полубоковые стенки 4, окантовочный лист 5 с прорезью для ходового колеса, гнутый лист жесткости 6, лист 7, три диафрагмы 8, две буксы втулочного типа 9.

Убрав из конструкции свариваемые элементы (гнутой лист, ребра жесткости), а так же вырезы под болтовые соединения, увеличивающие концентрацию напряжений, это позволит распределить поля напряжений равномерно по всей конструкции, и тем самым снизить напряжение в узлах крепления ходовых колес на 30-40%, что позволит продлить срок эксплуатации крана до капитального ремонта и морального износа условно на 2 года.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

**Бобобеков О. К.**

**научный руководитель д-р техн. наук, проф. Евтюков С. А.**  
*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

Требуется поддержания большого уровня работоспособности, так что основная часть дефектов был предупрежден. Задача технического обслуживания заключается в предотвращении появления неисправностей и отказов, а исправления в их уничтожении.

В Таджикистане технические обслуживания и ремонт (ТО и ремонт) строительных машин (СМ), машины для сельского хозяйства, транспортных средств, автомобилей, разные станков и др., выпускаются на запланированной принципе осуществления проверки технического состояния (ТС) машин, представлять структуру ТО и ремонт. В соответствии структуры ТО и ремонт, базирующая на диагностировании ТС машины, представлять совокупность событий по технологии и организации ТО и ремонт, обеспечения материально-техническим, хранения машин, ориентированных для поддержания машин на состояние работоспособности [4].

Действующий на данный момент система ТО и ремонт СМ предусмотрит события на восстановление и поддержание работоспособности, осуществляемые на базе совершаемого диагностики ТС. Система ТО и ремонт, базирована на реализации диагностики ТС машин, по различных направлениях сельского хозяйства и промышленности имеет свои характеристики, подключенные к одобренными в промышленности режимами и условиями эксплуатации СМ.

Самостоятельно от характеристики системы ТО и ремонт, утверждено в промышленности, главные задачи и цели представлены к нижеследующим:

- гарантирование большого степени безотказности машин в работе при помощи периодического ТО и ремонт;
- гарантирование предельной производительности машин при наименьших расходах в эксплуатации;
- формирование производственно-технической базы, обеспечение технической документацией и полезными ископаемыми;
- уменьшение простоев техники в ремонте и ждать ремонта;
- улучшение инструкции и методика технических использования машин;
- повышать эффективность использования парков СМ при реализации профилактических мероприятий вовремя.

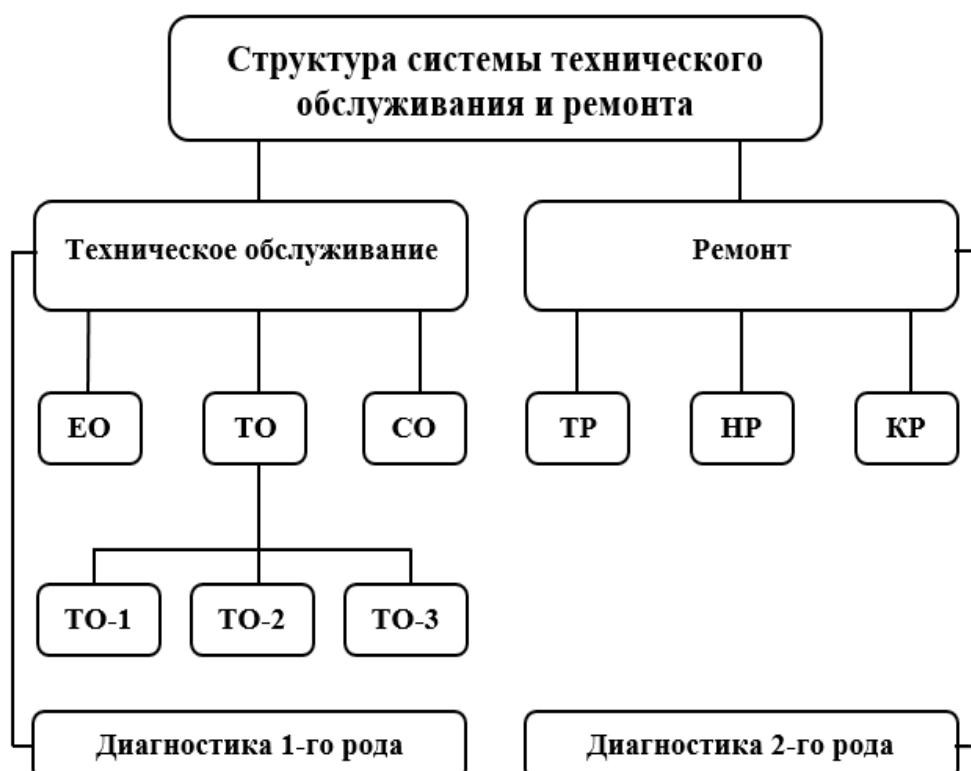
Главные состояния планово-предупредительной структуры ТО и ремонт техники в строительстве характеризовались по СНиП III-1-76, а тоже «Предложениями по организации ТО и ремонт СМ», разрабатываемыми ВНИИстройдормашем и ЦНИИОМТП, были определены в 1978 г.

Особым законодательным сообщением Госстрой СССР рекомендовал строительным министерствам и департаментам подчиняться предложениями при организации, осуществлении ТО и ремонт СМ и ее планирований. Преимущество обозначенных «Предложений...» заключается доступность, а также простой калькуляций показателей ежегодного плана, план-график трудоемкости на месяцах к видам проектируемой деятельности. При этом нужно отмечать несколько значительных недостатков.

Главные недостатки указанных «Предложений...» заключается нижеследующие: разработано документ ради средних значений положений эксплуатации в главной природной и климатической зоне, а также рекомендуемая методика корректирование показателей немного рассматривает особые обстановки эксплуатации СМ, во время процесса проектирование годового плана мероприятий игнорирует рабочий режим машин и изменение условий эксплуатаций за время года, при разработке организационно-технических мероприятий игнорирует возможность появления неплановых ремонтов.

Система ТО и ремонт включает к себе организацию и структуры ремонтной службу, технологии и планированию ремонта, ремонтные документации и других ремонтных нормативов, техническая диагностика, ремонтные средства, обеспечение запчастями и сбор ремонтных работников.

Главные состояние ТО и ремонт содержится в нормативах, документации заводов-изготовителей машины и ведущих НИИ. В соответствиях по ГОСТу 25646-95 система ТО и ремонт предусмотрит ЕО - ежесменное, ТО-1, 2, 3 - периодическое, СО - сезонное ТО, ТР - текущий ремонт, КР - капитальный ремонт показан на рис. 1. Машины, которые потеряли работоспособность вовремя сбоя (отказ), подвергаются к НР - неплановым ремонтам.



*Рис.1 - Действующая в Таджикистане структура системы ТО и ремонт*

Ремонт представить себе ряд работ, в первую очередь для восстановления рабочего состояния машин в первоначальном виде и повышение эффективности машин.

Однако требуется принять во внимание, нижеследующее: если увеличивается объемы работ, тоже увеличивается ремонтных работ. Этих отношений подтверждено в научные работы многих ученых.

Исследование научных трудов, при которой рассматривается улучшение

системы ТО и ремонт, свидетельствует, как будто максимум работ посвящен к улучшению организации ТО и ремонт машин и ее планирования.

На работе Бардышев О. А. и Бирючев Б. Н. приводили исследования по воздействию природно-климатических окружения, объем работы машины вначале эксплуатации и повышение квалификации машинистов к величине незапланированных ремонтов этих типах, как автомобильные краны, монтажные краны, бульдозеры, экскаваторы и компрессоры. Знали бы величина объёмных работ по предположенным незапланированным ремонтам и ее средних рабочих сил, позволяет вычислить и запланировать нуждаемость в материально-трудовых ресурсах ради ее реализаций [1, 3]. Проведённый анализ разрешает результативно функционировать структуру технической эксплуатации, несмотря на это нуждается в дальнейшем анализе для различных типов машин.

На данный момент разработанная структура ТО и ремонт к реальному техническому условию разрешает обеспечение актуальную эффективную оценку положение машин и ее основных частей за счет использования диагностических средств для осуществления работ по отношению к этим состояниям. Подобная структура обеспечивает практически широкое применение технического ресурса машин и составной части по большому счету, большинство предотвращаемых сбоев техники, максимальную надежность и износоустойчивость в ходе эксплуатации.

Для использования пропускной способности применяют теорию массового обслуживания. Поток спроса попадающий к структурам ремонта, рекомендуется  $X$  насыщенностью поступающего потока спросов. С целью расчета требуемой мощности структуры ремонта необходимо осуществляют условие устойчивое состояние режима их действия выражается по формуле [2]:

$$\lambda_{ji} < \frac{n_{ji}}{m_{ji}}$$

где  $\lambda_{ji}$  – насыщенность приложения на сервисном обслуживании  $j$ -м частот  $i$ -й структуры;  $n_{ji}$  – технологически требование величины ремонтных средств  $i$ -й структуры для сервисном обслуживании  $j$ -х приложения;  $m_{ji}$  - математическое ожидание времени сервисном обслуживании  $j$ -х часть приложением  $i$ -й структуры.

Мощность ремонтной базы определяется по формулой:

$$M_{II} = \frac{\Phi_{вм} \times m_{сб} \times K_{см}}{t_p}$$

где  $\Phi_{вм}$  – мощность ремонтной территории,  $m^2$ ;  $m_{сб}$  – допустимый количество мест по разборке-сборке машин;  $t_p$  – время пребывания машин на ремонт, ч;  $K_{см}$  - количество рабочих режимов в день.

Значительными нехватками в деятельности проектирования эксплуатационного и ремонтного производства заключается: неэффективное распределение предупредительных работ среди степеней системы ремонта.

Исходя из [1, 5] оптимальное распределение предупредительных работ среди степеней системы ремонта допускает до конца обеспечить ремонтные предприятий, а также сократит избыточные простои машин к эксплуатации.



Существенное значения к стадии планирования объем работы производственно-ремонтной базы и применение парков обладает оптимальная периодичность ради одиночной машины.

В случае возникновения применения в качестве оптимизации предельная величина критерии ТС необходимо обнаружит правомерности изменения критериев в срок. Определение промежутков времени к максимальному величину производительности либо коэффициенту готовности базируется к нахождению сроков простоя. В случае возникновения оптимизации промежутков ухода по приемлемому степени допустимости надежной работы распознаются насыщенность отказов и их правомерность. На данный момент в большой степени формируется технико-экономические способы определения промежутков ухода.

### Список литературы

1. Бардышев, О.А. Организация ремонта техники на транспортном строительстве. /О.А. Бардышев, А.М. Ратнер, В.Г. Таиц.– М.: Транспорт, 1988–233с.
2. Шейнин, А.М. Эксплуатация дорожных машин: Учебник для вузов. /А.М. Шейнин, Б.И.Филиппов, В.А Зорин. /под. общ. ред. А.М. Шейнина.— М.: Транспорт.,1992.–328с.
3. Бирючев, Б.Н. Организация выполнения неплановых ремонтов строительных машин передовыми ремонтными мастерскими. Дис...канд. техн. наук. 05.05.04 /Бирючев Борис Николаевич; ЛИСИ. –Л. 1986.– 141 с.
4. МДС 12-8.2000 Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. / Госстрой России, ЦНИИОМТП – М.:ГУП ЦПП, 2000.– 76с.
5. Евтюков, С.А. Строительные машины. Учебное пособие. /С.А. Евтюков, С.А. Рысс-Березарк, Я. Райчык.– СПб.:СПбГАУ.,2000.–167с.



## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ КОНТРОЛЛЕРА КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

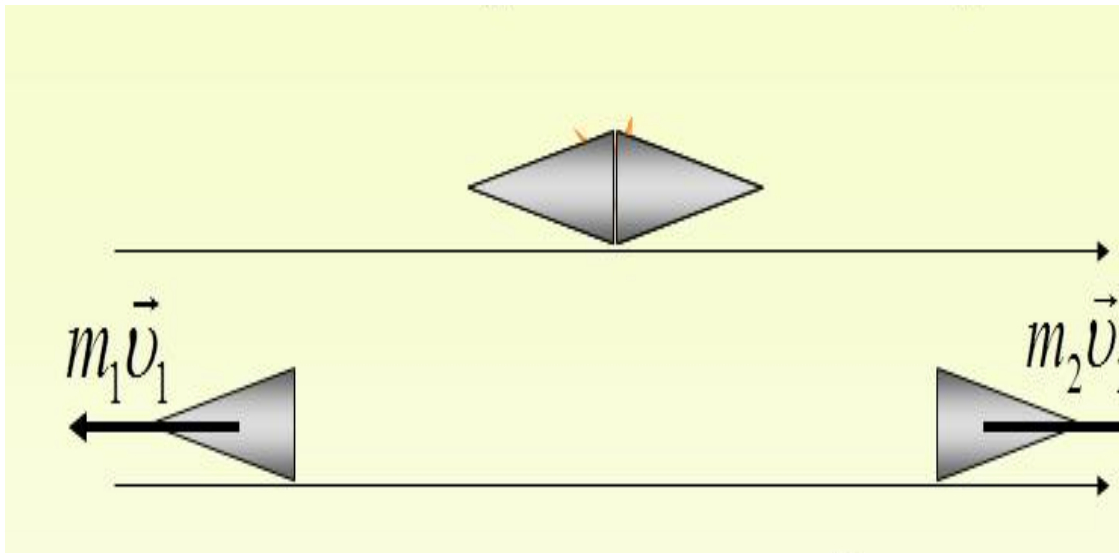
Волкунасов А. В.

научный руководитель канд. пед. наук, доц. Окунева В. С.

*Хакасский технический институт*

Актуальность создания контроллера качества дорожного покрытия обусловлена тем, что в России очень крупные средства выделяются на обустройство дорог, но их качество продолжает желать лучшего. Реализация технологического проекта, посвященного проблеме контроля качества дорожного покрытия, осуществлялась на базе Хакасского технического института – филиала ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» в период с 2015-2016 г. [1].

Была придумана техническая идея контроллера, произведены расчеты, осуществлены конструкторские работы по созданию прототипа контроллера. На рисунке 1 представлена схема работы контроллера.



*Рис.1 – Схема работы контроллера*

Теоретические расчеты давления, производимого продуктами горения в контроллере, приведены ниже.

Скорость вылета и масса продуктов горения определяются за счет использования закона сохранения импульсов и энергии, при заданной массе вылетающего тела, (скорость вылетающего тела устанавливается по дальности полета).

Закон сохранения импульсов:

$$0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}_2$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

И закон Ньютона позволит рассчитать силу, с которой должен ударить биток:  
 $F=Ma$ .

Давление, создаваемое битком:  $P = \frac{F}{S}$ , где

S- площадь рабочего отверстия битка контроллера, приставляемого к поверхности дорожного покрытия.

Конструктивное решение прототипа контроллера качества дорожного покрытия.

Прототип состоит из ПВХ труб и битка из металла.

Ревизией служит камера сгорания газов, муфта ремонтная соединена с переходом, труба для выхода газов.

Крышка ревизии является битком.

Для воспламенения газа используется пьезозажигалка.

Заполнив камеру сгорания газа нужным количеством смеси газа, произведем запуск. По глубине образовавшегося вдавливания дорожного покрытия устанавливаем соответствие нормам ГОСТа. На рисунке 2 представлено фото прототипа контроллера.



**Рис.2 – Прототип контроллера качества дорожного покрытия**

Созданный контроллер будет оказывать помощь дорожным предприятиям в проверке качества дорожного покрытия.

#### **Список литературы**

1. Окунева, В.С. Формирование общекультурных компетентностей студентов в процессе профессиональной подготовки / С. И. Осипова, И. В. Янченко, В. С. Окунева // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10-2. – С. 196-200.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАСШИРЕНИЯ ДОСТУПНОГО ПРОСТРАНСТВА, ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ.

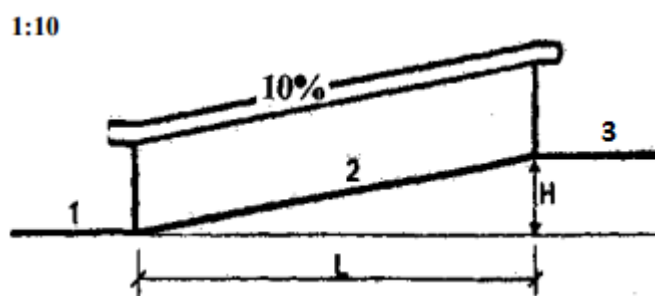
Гриб А.С.

научный руководитель доц. Смолин А.Ю.

*Сибирский федеральный университет*

Современным городам необходимо двигаться в социальном развитии, надо развивать и ужесточать контроль, а так же требования к установлению технических средств-будь это простой магазин, подземный или надземный переход, уклоны при съезде на проезжую часть для пересечения дороги и заезды обратно на тротуар, правильное открытие дверей в сторону технических средств, необходимые размеры горизонтальной площадки до/после подъема. Одним из направлений являются пандусы.

ПАНДУС - это наклонная поверхность для вертикального перемещения инвалидов на креслах-колясках, пешеходов с детскими колясками и других категорий населения (рис. 1). Пандус всегда состоит из трех частей: Горизонтальная площадка в начале пандуса; наклонная поверхность пандуса; горизонтальная площадка в конце пандуса.



**Рис.1 - 1- Горизонтальная площадка в начале пандуса; 2- наклонная поверхность пандуса; 3- горизонтальная площадка в конце пандуса**

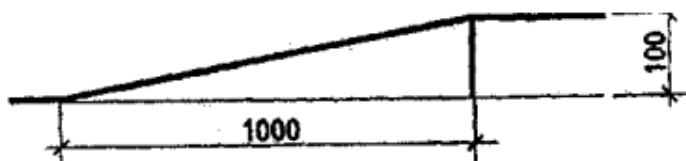
Проблема устройства пандусов.

Одна из самых распространенных ошибок проектирования пандуса заключается в том, что архитекторы либо забывают предусмотреть горизонтальную площадку в начале пандуса, либо ее размеров недостаточно, чтобы на инвалидной коляске подъехать к началу наклонной части пандуса. А ведь тогда и воспользоваться этим пандусом человек с ограниченными возможностями не сможет. Размеры площадки в конце пандуса должны обеспечить возможность полностью горизонтального размещения на ней кресла-коляски. Это обеспечит стабильное и безопасное положение коляски, при котором инвалид может убрать руки с колес и освободить их для других действий (достать ключ из кармана, открыть дверь и т.п.). Наклонная часть пандуса не может начинаться близко от стены (или другого препятствия) и не может заканчиваться вплотную к двери (или другому препятствию). Угол наклона технических средств в большинстве случаев является непреодолимым барьером без лишней помощи.

УКЛОН ПАНДУСА определяется как отношение , высоты подъема пандуса (H) к длине горизонтальной проекции наклонного участка пандуса (L) (рис.1). Он может быть представлен как отношение или выражен в процентах. Например (рис.2), Вам необходимо выполнить пандус возле плиты высотой 10 см (100 мм). Если Вы отмерите



от этой плиты расстояние в 1 м (1000 мм) и затем выровняете этот перепад в виде наклонной поверхности горячим асфальтом или бетоном, то Вы получите пандус с уклоном 1:10 («один к десяти»), или, другими словами, пандус с уклоном 10%.



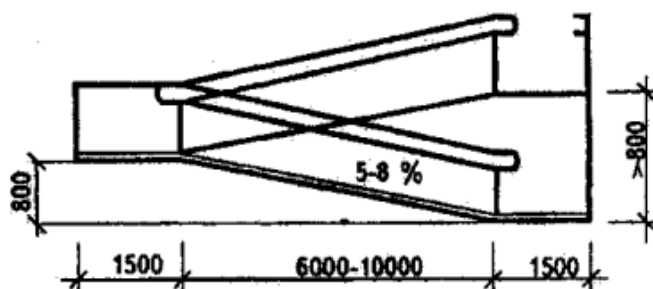
**Рис.2 – Пандус с уклоном 10%**

### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПАНДУСАМ

- В местах перепада уровней, превышающего 4см, между горизонтальными участками пешеходных путей или пола в зданиях и сооружениях следует предусматривать устройство пандусов и лестниц. В Украине почему-то считается, что все инвалиды без исключения могут без проблем преодолеть перепад в 4 см. На самом деле это не так. В международной практике максимально допустимая высота перепада уровней составляет не более 1,3-1,5 см.

- На всем протяжении пешеходного пути лестницы должны продублированы пандусами. В исключительных случаях допускает предусматривать винтовые пандусы.

- В начале и конце каждого подъема пандуса следует устраивать горизонтальные площадки шириной не менее ширины пандуса и длиной не менее 1,4-1,5 м (рис.3).



**Рис.3**

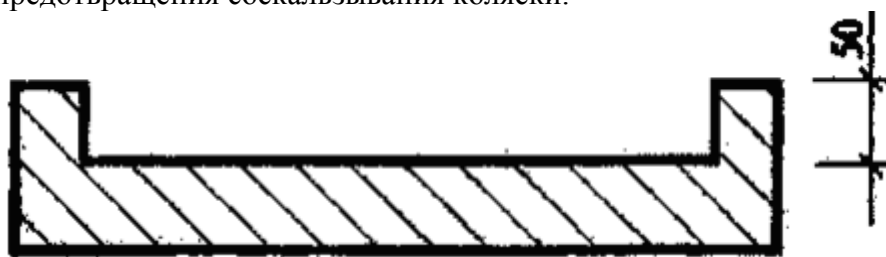
- Высота подъема каждого марша пандуса не должна превышать 0,8 м. Уклон пандуса должен быть не более 1:12, а при подъеме на высоту до 0,2 м - не более 1:10, поперечный уклон не должен превышать 1:50 (2%).

**Таблица 1 - Нормативные требования к проектированию пандусов**

При подъеме	Допустимый уклон	Максимальная длина марша	Необходимость устройства промежуточной площадки для
	до 5% (1:20)	не ограничена	не требуется
до 0,2 м	от 5 до 10% (1:10)	4м	не требуется
от 0,2 до 0,8 м	от 5 до 8% (1:12)	6-10м	не обязательно
от 0,8 и более	от 5 до 8% (1:12)	6-10м	требуется через каждые 6-10 м
более 0,2 м	Уклоны более 8 % на пандусах допускаются в исключительных случаях (см. раздел "Ненормативные пандусы")		

Для удобства я представил эти требования в виде таблицы.1, при подготовке которой использована отечественная нормативная литература (в международной практике к пандусам предъявляются более жесткие требования). Наглядно эти требования представлены также на рис.3. Уклон поверхности до 5%, на мой взгляд, можно называть не пандусом, а просто изменением рельефа, выравниванием поверхности, положим съездом, так как при таком уклоне инвалиду на коляске не требуется посторонняя помощь. Уклон более 5% вызывает определенные трудности для инвалида на коляске, поэтому необходима установка поручней с двух сторон или помощь сопровождающего.

- По внешним (не примыкающим к стенам) боковым краям пандуса и горизонтальных площадок должны быть предусмотрены бортики высотой не менее 0,05м для предотвращения соскальзывания коляски.



**Рис.4 – Ограждающий бортик**

На рисунке 4 показано, как выглядит ограждающий бортик на поперечном профиле пандуса, обе стороны которого не примыкают к стенам.

Ограждающий бортик - важная часть пандуса, о которой ни в коем случае нельзя забывать! В случае, когда бортик по краю пандуса не был предусмотрен, ситуацию можно исправить, приварив по низу перил уголок или на высоте 10-15 см тонкую трубку - дополнительное нижнее ограждение.

- По обеим сторонам пандуса должны устанавливаться ограждения с поручнями. Поручни перил у пандусов следует, как правило, предусматривать двойными на высоте 0,7 и 0,9 м. Для детей дошкольного возраста поручень располагается на высоте 0,5 м.

- Пандусы, предназначенные для передвижения инвалидов в креслах-колясках, должны быть оснащены с обеих сторон одиночными или парными поручнями. Во-первых, инвалиды на колясках для перемещения по пандусу смогут пользоваться и верхним, и нижним поручнем. Во-вторых, в современных моделях инвалидных колясок активного типа высота спинки уменьшена с 900- 950 до 800 мм. Установка нижнего парного поручня предотвратит боковое падение такой инвалидной коляски. При значительной высоте подъема пандуса желательно тем или иным образом закрыть открытое пространство от бортика до нижнего поручня, установленного на высоте 0,7 м, чтобы предотвратить возможность бокового падения с пандуса маленьких детей. Для этого можно приварить дополнительное ограждение.

- Можно ли поручни не устанавливать, если высота подъема пандуса небольшая?

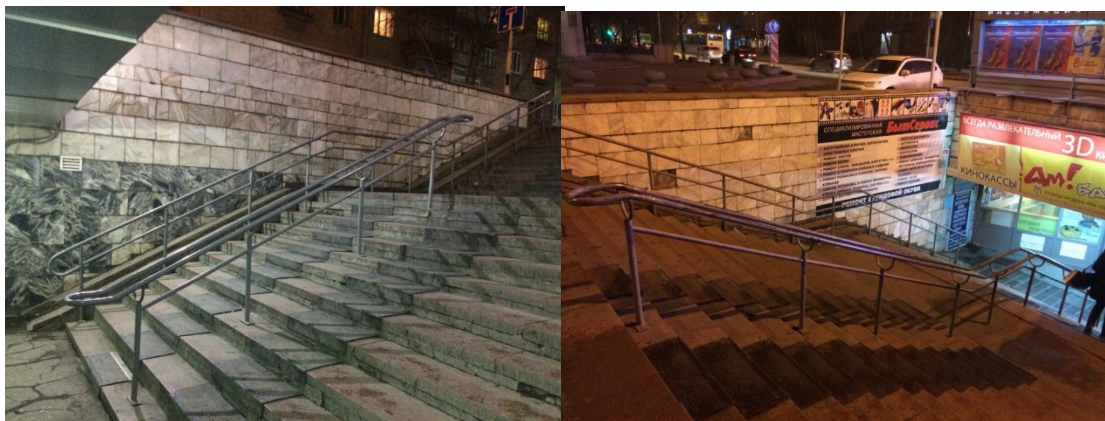
- Пандусы надземных и подземных пешеходных дорожек, имеющие высоту подъема  $H$  более 150 мм или горизонтальную проекцию пандуса протяженностью более 1800 мм (рис..1), должны быть оборудованы поручнями по обеим сторонам. Из этого правила можно сделать обратное заключение: Если уклон пандуса составляет не более 8% (1:12), то поручни можно не предусматривать в случае, когда высота, подъема  $H$  не превышает 150 мм или длина пандуса  $L$  не превышает 1800 мм. Можно

также предположить, что на таком пандусе ограждающие бортики не обязательны. Требования, предъявляемые к поручням (диаметр, расстояние между поручнями и стеной в свету, а также другие). Вот некоторые из них:

- Длина поручней должна быть больше длины пандуса с каждой стороны не менее чем на 0,3м.

- Поручни должны быть круглого сечения диаметром не менее 3 и не более 5 см (рекомендуемый диаметр - 4 см) Поверхность поручней пандусов должна быть непрерывной по всей длине и строго параллельна поверхности самого пандуса с учетом примыкающих к нему горизонтальных участков.

Существуют коммуникации по которым необходимо передвигаться людям с ограниченными возможностями, но устроить пандусы на них не представляется возможным, так как они уже спроектированы и построены и для устройства пандуса требуется сравнительно большая площадка. Примером такого строительного объекта являются подземные и надземные переходы в которых не могут быть учтены выше перечисленные требования. Одним из таких объектов является подземный переход на улице Карла Маркса города Красноярск у кинотеатра «ЛУЧ». Установленные там устройства выполнены формально и не обеспечивают необходимых функций для создания безбарьерной среды.(см. рис 5)



***Рис.5 - Подземный переход на улице Карла Маркса у кинотеатра «ЛУЧ» г. Красноярск***

С целью адаптации этих объектов перемещению людей с ограниченными возможностями предлагается разработать ряд технических устройств полностью адаптирующих данный объект для выполнения данных функций. С целью анализа необходимых технических характеристик устройств проведены исследования подземного перехода у кинотеатра «ЛУЧ». Замерив все данные я пришёл к выводу, что этот подземный переход с углом подъёма 26 градусов не соответствует требованиям СНиП и задачам безбарьерной среды.

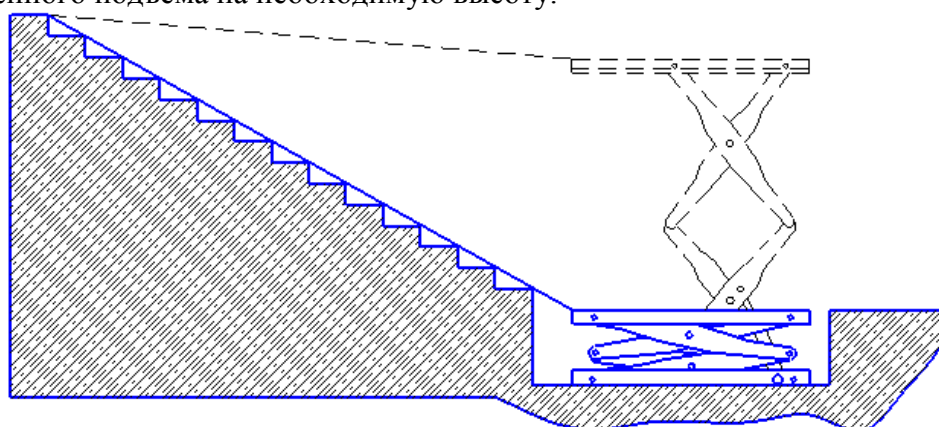


**Рис.6 - Замеры лестничного пролета**

На рисунке 6 показаны сделанные мной замеры лестничного пролёта.

В качестве технических устройств предлагается несколько различных вариантов решения которыми являются:

1. Ножничный подъёмник, решающий следующие проблемы: подъём по лестницам с созданием нормативного угла обеспечивающего возможность и безопасность перемещения по данному устройству.(см. рис. 7) , а так же для непосредственного подъёма на необходимую высоту.



**Рис.7 – Ножничный подъёмник**

На рисунке 11 показываю один из способов решения проблемы с углом подъёма 26 градусов.

2. Конвейерная система (по типу эскалатора с плоским настилом) для подъёма по лестницам.

#### Заключение

Проведя исследование по подземному переходу, были сделаны выводы, что, данный подземный переход для людей с ограниченными возможностями не соответствует возможности и безопасности перемещения, большой угол наклона человек на инвалидном кресле преодолеть не сможет по причинам большого сопротивления перемещению и неустойчивому положению при имеющихся технических характеристиках.

## МОБИЛЬНЫЙ КРАН ДЛЯ ПОДЪЕМА И ПОДАЧИ ГРУЗОВ В ОКОННЫЙ ПРОЕМ

Зубарев Д.А.

научный руководитель канд. тех. наук Гришко Г.С.

Сибирский федеральный университет

В рамках проведения разнообразных погрузочно-разгрузочных работ нередко возникают обстоятельства, препятствующие использованию крупногабаритных кранов большой грузоподъемности – часто это попросту нецелесообразно, а иногда и объективно невозможно по техническим причинам. В таких ситуациях наиболее оправданным будет использование малогабаритного кранового оборудования, одним из представителей которого является мобильный кран для подъема и подачи грузов в оконный проем.

Кран предназначен для подъема различных материалов и грузов при строительстве, ремонте жилых зданий и промышленных сооружений. Он представляет собой сборно-разборную конструкцию, которая легко доставляется на место использования и монтируется в сжатые сроки.

Кран устанавливается в зависимости от условий работы на перекрытии, в оконных проемах, внутри помещения и на площадке лестничной клетки. Монтаж крана на крыше также допустим, но для этого нужно обеспечить механизму защиту от попадания на него атмосферных осадков. При установке кран фиксируется между полом и потолком, либо в оконном проеме. Кран переносится вручную и легко монтируется. Управление осуществляется с пульта у подъемника.

Вариант конструкции крана с механизмом горизонтального передвижения груза по типу кран-балки показан на рисунке 1.

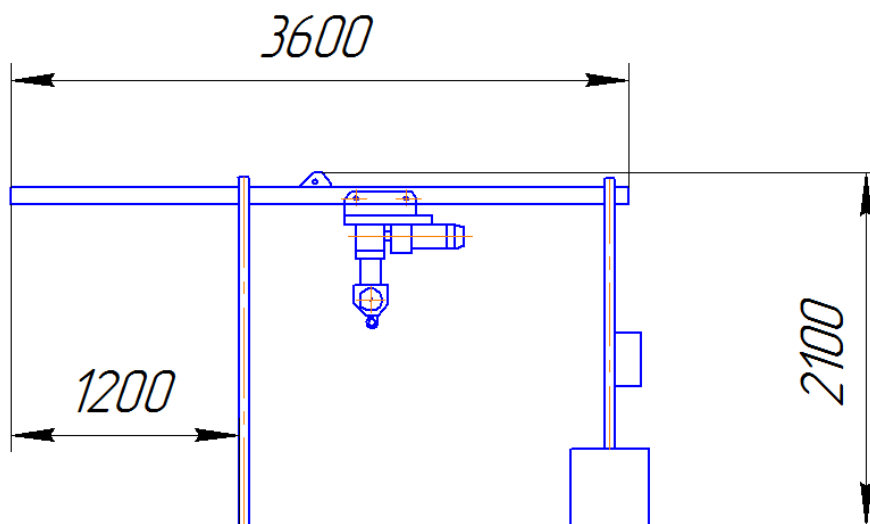
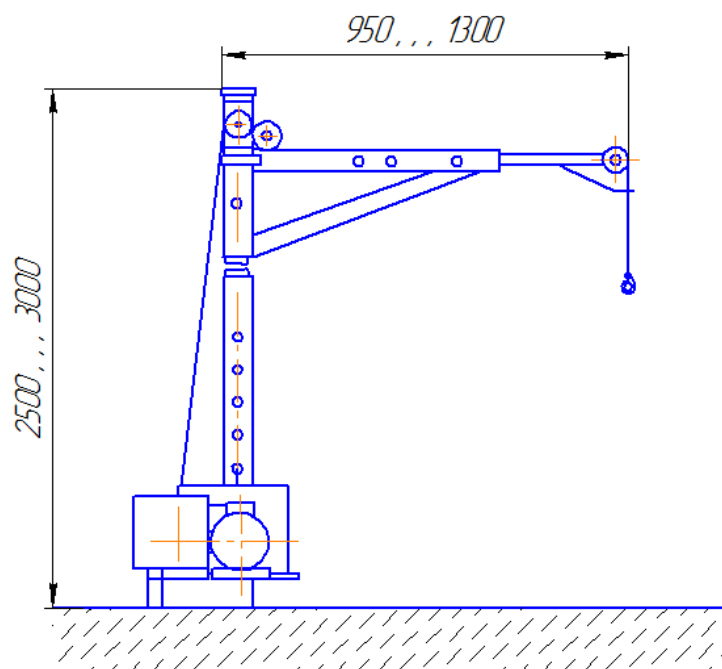


Рис.1 - Схема крана, с механизмом горизонтального перемещения груза



**Рис.2 - Схема крана, без механизма горизонтального перемещения груза**

Конструктивная схема крана поворотного типа показана на рисунке 2. Кран содержит стойку, смонтированный на ней поворотный кронштейн, установленную с возможностью поворота стрелу, грузозахватное приспособление и систему с приводом для подъема грузов.

Основными преимуществами мобильных кранов для работы в оконном проеме являются:

- 1) Простота изготовления, монтажа, демонтажа, эксплуатации;
- 2) Небольшой вес, удобство перестановки крана в пределах объекта;
- 3) Легкость транспортировки;
- 4) Возможность установки в различных местах здания;
- 5) Универсальность применения;
- 6) Небольшой расход электроэнергии, возможность поднятия груза вручную;
- 7) Безопасность и надежность эксплуатации;
- 8) Относительно невысокая стоимость;

Кран отличается высокой производительностью и эффективностью, а так же отвечает всем требованиям безопасности. При массе около 200 кг он способен справляться с грузами до 500 кг, поднимая их на высоту до 30 м.

Применение кранов данного типа в ряде случаев позволяет отказаться от использования другой грузоподъемной техники на объекте.

Конструкция рассматриваемого крана проста и надежна. Кран легко монтируется и демонтируется прямо на месте проведения работ. Питание электрических механизмов производится от сети 220В. При соблюдении правил эксплуатации простой в использовании и доступный по цене кран в оконный проем рассчитан на длительный срок службы.

Рассматриваемое оборудование дает возможность с минимальными затратами времени и сил обеспечить подъем грузов с перекрытий строящегося сооружения или с земли. Механизация грузоподъемных работ при ремонте или строительстве позволяет снизить трудозатраты на подъем малогабаритных грузов, благодаря чему сокращаются сроки отделочных, монтажных и других видов работ.

## РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Клешнин В.Ю.

научный руководитель канд. техн. наук Гришко Г.С.

*Сибирский федеральный университет*

Современным городам, а в частности мегаполисам необходимо максимально эффективно использовать пространство. Высвободить территорию возможно переносом объектов, например, под землю. Примером таких преобразований является транспортная система, а именно метро.

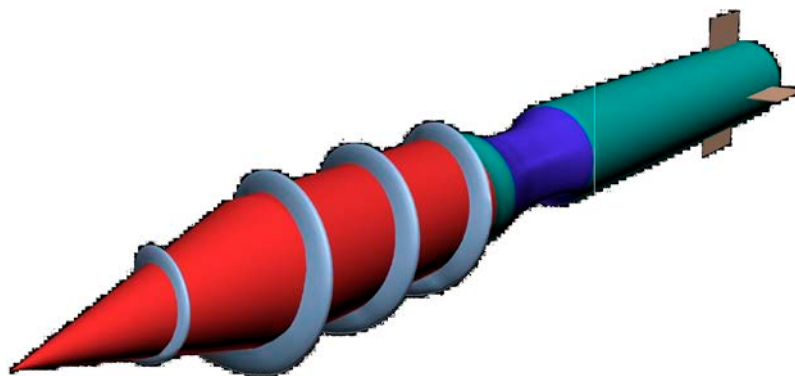
На данный момент множество коммуникаций прокладывается воздушным и наземным способом. Такие способы прокладки коммуникаций, так же оказывают влияние на архитектуру города. Актуальность переноса их под землю объясняется не только нехваткой городского пространства и внешним видом города, но и рядом других факторов. Это экономическая выгода при эксплуатации, бесперебойность энергоснабжения, а самое главное безопасность.

Рытье траншей устаревший, но по-прежнему актуальный способ прокладки подземных коммуникаций. Такой способ имеет массу недостатков, таких как: трудоемкость, экономическая неэффективность, разрушение ландшафта и др. Иногда проводить такой вид работы не представляется возможным из-за преград представляющих собой архитектурную ценность.

Исходя из вышеуказанных недостатков, очевидно, что необходим другой способ прокладки коммуникаций. На основании проведенного патентного анализа, можно утверждать, что было предпринято множество попыток реализовать бестраншейную прокладку подземных коммуникаций. Бестраншейный способ устраняет часть недостатков предшествующего способа. Но по-прежнему имеет недостаточную экономическую эффективность и большую трудоемкость.

На настоящий момент, из разработанных конструкций, реальное применение нашли: горизонтально-направленное бурение, прокол и пневмопробойник. Это наиболее распространенные из существующих вариантов.

Нами предложена альтернативная конструкция, отличающаяся принципом действия. Робототехнический комплекс, движение в грунте которого, происходит посредством ввинчивания. Двигаясь, комплекс формирует скважину, в которой прокладываются коммуникации, такие как кабель или труба. На рисунке 1, представлен общий вид предлагаемого устройства.

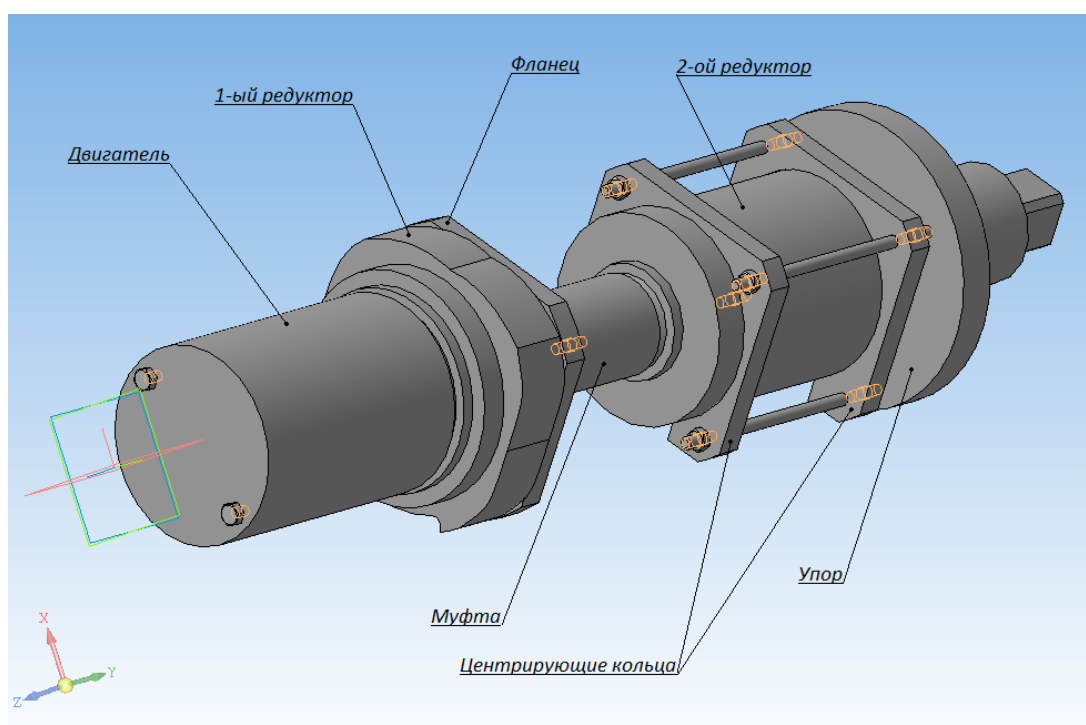


*Рис.1 – Общий вид комплекса*

Предлагаемый принцип движения обеспечивает более точную траекторию, чем у основного аналога – пневмопробойника, т.к. движение посредством ударов имеет тенденцию к уходу от первоначально заданной траектории.

Робот состоит из: рабочей винтовой части, поворотного устройства, корпуса энергетической установки. Рабочий орган ввинчивается в грунт, двигая за собой всего робота и формируя скважину. Корпус энергетической установки воспринимает возникающий реактивный момент, для этого он снабжен компенсаторами. При необходимости, поворот осуществляется посредством поворотного устройства, принцип работы которого основан на металле с эффектом памяти формы. Такое поворотное устройство позволяет достичь необходимых параметров в ограниченных габаритных условиях.

Энергетическая установка, разработанная для лабораторного образца, представлена на рисунке 2.



**Рис.2 – Энергетическая установка**

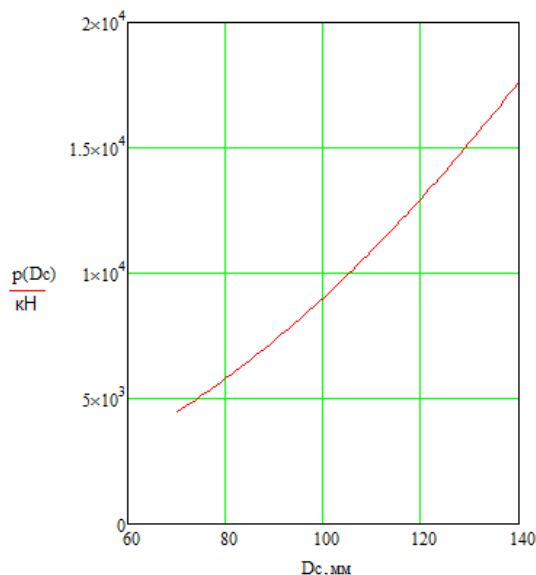
Основу энергетической установки составляет двигатель и два редуктора. Выбор двигателя обуславливается 2-мя основными факторами: отношение мощности к габаритам и экономическая целесообразность.

В ходе математического моделирования процесса движения робота в грунте, была определена зависимость необходимого нажимного усилия от внешнего диаметра корпуса. График зависимости представлен на рисунке 3. Электро- и гидропривод позволяют добиться лучшего соотношения. Но, исходя из экономической составляющей, был выбран электродвигатель постоянного тока с напряжением 12V. Мощность которого, составляет 0,7 кВт. Его преимуществам являются: стоимость и отсутствие необходимости дополнительной изоляции. Недостаток – сравнительно небольшой крутящий момент.

Для реализации движения необходим крутящий момент равный 4000 Н\*м. С учетом запаса на механические потери, необходимо 4500 Н\*м. Для достижения заданного параметра используется планетарная передача: 1-ая ступень имеет



передаточное отношение 1:153, 2-ая 1:68. Такая передача обеспечивает необходимый крутящий момент, при невысокой нагрузке на двигатель. А также имеет небольшой габаритный размер. Расчетная линейная скорость лабораторного образца составляет 14мм/мин.



**Рис.3 – Зависимость необходимого нажимного усилия от диаметра стержня**

Лабораторный образец разработан с целью получения информации о погрешности математической модели. А также для проведения ряда экспериментов, результаты которых позволят совершенствовать серийный образец.

Предположительно, с целью снижения необходимого нажимного усилия рабочая часть должна иметь диаметр на 1-3% меньше корпуса энергетической установки. Существуют различные покрытия и способы их нанесения, которые позволят снизить трение между рабочим органом и грунтом, что так же влияет на необходимое нажимное усилие и требует экспериментальной проверки. Форма и количество компенсаторов реактивного момента могут влиять на точность движения и оказываемое сопротивление. И другие нюансы требуют лабораторных испытаний.

Основными требованиями к серийному образцу являются: повышение линейной скорости, надежности и возможность управления неквалифицированным персоналом.

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КРАН-ШТАБЕЛЕР**

**Максимов Д.И.**

**научный руководитель доц. Вайник В.А.**

*Сибирский федеральный университет*

Важную роль в механизации погрузочно-разгрузочных работ складского хозяйства выполняют краны - штабелеры. Эти грузоподъемные машины предназначены для механизированных складов с многоярусными стеллажами, высота которых достигает 25 метров и более. Краны - штабелеры сочетают в себе свойства мостовых кранов и вилочных погрузчиков.

В общем случае, кран - штабелер состоит из моста, перемещающегося по путям, уложенным на подкрановые балки или непосредственно на стеллажах, или по навесным путям.

По мосту крана перемещается грузовая тележка с вертикальной колонной, имеющей возможность поворота относительно вертикальной оси. По колонне передвигается грузовая каретка с вилочным захватом, обеспечивающим удобство захвата грузов, уложенных на поддоны или в ящики, и передачу их штабель или на другие транспортные средства.

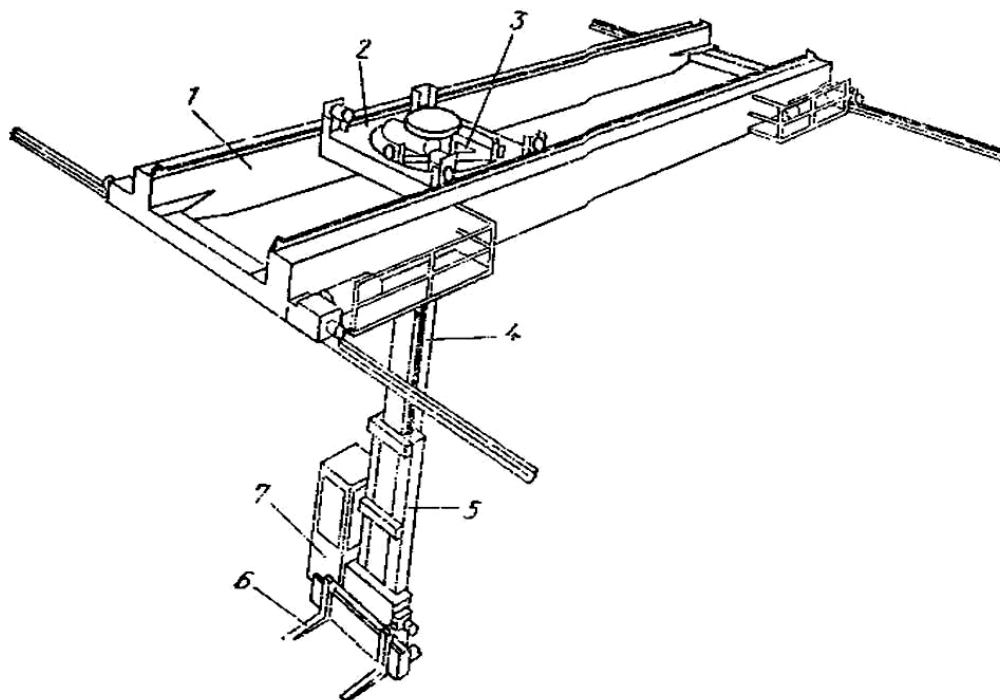
Краны-штабелеры позволяют рационализировать складское хозяйство, экономить площади, высвободить значительное количество вспомогательных рабочих и открывают широкие возможности для автоматизации складирования. В настоящее время краны-штабелеры широко используют на складах самых различных отраслей народного хозяйства.

Целью модернизации является изменение конструкции отдельных механизмов и узлов крана для более удобных условий эксплуатации и ремонта, а также безопасности выполняемых работ.

Мостовые краны-штабелеры имеют различное функциональное назначение, технические параметры и конструктивные особенности. Однако всем им присущи общие признаки, определяющие принципиальную конструктивную схему (рисунок). Кран-штабелер, управляемый из кабины, имеет мост, перемещающийся по крановым (подвесным) путям вдоль пролета склада. По мосту перемещается опорная (или подвесная) тележка, несущая поворотную платформу с закрепленной на ней колонной. По колонне вертикально перемещается грузоподъемник, оснащенный вилочными захватами.

Кран-штабелер работает следующим образом. Подъезжает к уложенному на полу склада на специальном настиле пакетированному грузу и подводит под него вилочные захваты. Затем груз поднимается на небольшую высоту, и тележка крана-штабелера перемещается по мосту до требуемого межстеллажного прохода, где колонна поворачивается таким образом, чтобы установленный на вилах груз был повернут в сторону того стеллажа, на который он должен быть установлен. При этом груз должен быть установлен строго параллельно оси межстеллажного прохода. Далее кран-штабелер перемещается по крановым путям вдоль склада, а колонна — вдоль межстеллажного прохода. Одновременно поднимается грузоподъемник. Когда грузоподъемник переместится к требуемой ячейке, кран-штабелер останавливается. Включается механизм передвижения тележки, и груз, установленный на вилочных захватах, вводится в стеллаж. Затем грузоподъемник опускается на небольшую величину. При этом груз остается лежать на полках стеллажа, а вилочный захват выводится из стеллажа обратным перемещением тележки. Далее кран-штабелер может

выполнять следующий цикл. Известные мостовые краны-штабелеры так или иначе повторяют описанную конструктивную схему и работают подобным образом.



**Рис.1 – Схема мостового крана-штабелера: 1 – мост; 2 – тележка; 3 – поворотная платформа; 4 – колонна; 5 – телескопическое устройство; 6 – грузоподъемник; 7 – кабина оператора**

Роботизированные краны-штабелеры являются частью автоматического склада. Они осуществляют перемещение единиц хранения внутри зоны складирования без участия человека:

Грузозахватное устройство роботизированного крана-штабелера размещает единицу хранения на борту крана-штабелера. В зависимости от конкретных задач могут использоваться различные грузозахватные устройства. База роботизированного крана-штабелера обеспечивает движение и торможение крана-штабелера вдоль рабочего коридора стеллажей у необходимого ряда ячеек. Грузовая платформа обеспечивает вертикальное перемещение груза до необходимого уровня, поднимет или опускает единицу хранения до нужной ячейки стеллажа. Перемещение грузовой платформы происходит вдоль мачт крана-штабелера.

Интеллектуальное управление позволяет роботизированному крану-штабелеру рассчитывать требуемую траекторию движения и передвигаться одновременно по вертикальной и горизонтальной оси. Также производится расчет скорости перемещения и длины траектории движения.

Управление роботизированными кранами-штабелерами контролируется промышленными контроллерами и каждая операция проверяется датчиками безопасности и позиционирования для обеспечения максимальной надежности работы системы.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ

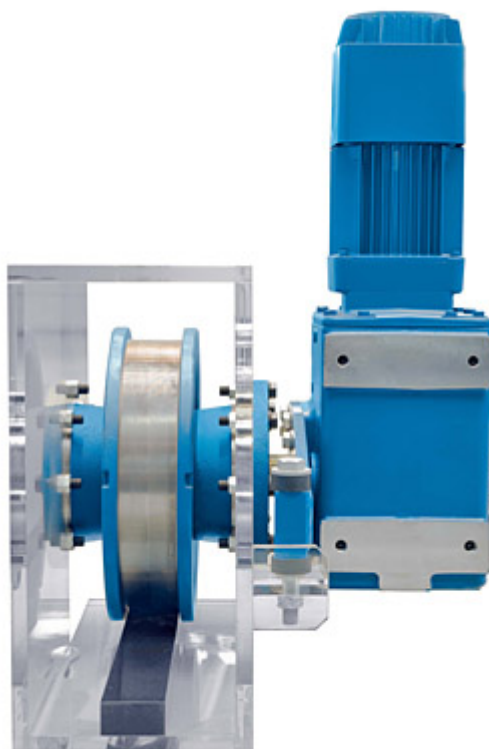
Мирекин И. Н.

научный руководитель канд. техн. наук Гришко Г.С.

*Сибирский федеральный университет*

Настоящее время характеризуется активным использованием в конструкции механизмов передвижения кранов и крановых тележек, современных мотор-редукторов.

Мотор-редуктор (см. рисунок) представляет собой электродвигатель и редуктор, соединенные в единый агрегат (в некоторых странах его называют редукторным электродвигателем).



***Рис.1 – Установка коническо-цилиндрического редуктора фирмы Detag на механизме передвижения***

Мотор-редуктор является более компактным по сравнению с приводом на базе отдельно скомпонованных редуктора и электродвигателя. Его монтаж значительно проще, кроме того, уменьшается материалоемкость фундаментной рамы, а для механизма с насадным исполнением (с полым валом) не требуется никаких рамных конструкций. Большое количество конструктивных решений и типоразмеров дает возможность оснащения предприятий прецизионными редукторами приводов различных назначений, размеров и мощностей. Мотор-редукторы, как универсальные элементы электропривода, находят свое применение практически во всех областях промышленности.

По конструктивным признакам мотор-редукторы делятся на:

- цилиндрические мотор-редукторы;
- планетарные мотор-редукторы;
- коническо-цилиндрические мотор-редукторы;
- червячные и цилиндрическо-червячные мотор-редукторы;
- волновые мотор-редукторы

Планетарные редукторы считаются одними из наиболее надежных передаточных механизмов, с высоким коэффициентом полезного действия. К недостатку такой системы относится сложность конструкции и высокие требования к культуре производства.

В червячном мотор-редукторе крутящий момент от выходного вала двигателя на исполнительный механизм посредством червячного колеса и червяка.

Преимуществом червячной передачи в редукторе является плавное ускорение и торможение, что уменьшает износ деталей. Недостатком системы при этом оказывается невысокий коэффициент полезного действия. Мотор-редукторы с такой передачей могут работать только на средних оборотах.

В категории цилиндрических мотор-редукторов выделяют два основных типа механизмов: соосные (выходной вал и вал двигателя расположены на одной оси) и плоские. Общие отличительные черты подобных устройств связаны с передачей движения с помощью цилиндрических косозубых колес. Мотор-редукторы с этим типом передачи могут иметь самые разнообразные формы и обычно устанавливаются на лапах или фланцах.

Преимущества редуктора с цилиндрическими зубчатыми колесами включают в себя высокий коэффициент полезного действия и широкий диапазон реализуемых передаточных отношений.

По количеству ступеней мотор-редукторы различают:

- Одноступенчатые;
- Двухступенчатые;
- Многоступенчатые.

Классификация мотор-редукторов по расположению осей:

- С параллельными осями;
- Соосные;
- С пересекающимися осями;
- Скрещивающиеся.

По способу крепления редуктора к несущим конструкциям моста крана или крановой тележки:

- На лапах – часто используемый способ фиксации, особенно если сам редуктор отличается большой массой и габаритами. Валы редуктора и рабочего механизма соединяются с использованием полумуфт.

- На фланцах – редуктор и механизм скрепляются с помощью фланцев, которые, в свою очередь, размещены на корпусе. Такой вид фиксации подходит, если редуктор легкий и малогабаритный.

- Насадной тип крепления – довольно простой. Выходной вал редуктора насаживается на вал механизма.

Исходя из вышеперечисленных конструктивных и эксплуатационных характеристик современных мотор-редукторов можно сделать вывод, что модернизация грузоподъемных кранов, находящихся в эксплуатации, путем установки в приводе передвижения крана или тележки мотор-редуктора является оправданной и экономически эффективной.



## РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОГРЕЙДЕРА

Михайловская В. А.

научный руководитель д-р техн. наук Савельев А. Г.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Сегодня мы наблюдаем активное развитие транспортной инфраструктуры, это повышает необходимость в дорожно-строительной технике. Т. к. темпы строительства различных сооружений с каждым годом увеличиваются, предприятия строительного комплекса всерьез задумались над проблемой обновления как дорожно-строительной техники, так и ее оборудования.

Существуют методики по выявлению новых структурных схем дорожно-строительных машин (ДСМ), например значительно упрощает поиск схем применение теории графов, а для оценки новизны полученных схем удобно представлять их с помощью матриц.

Следует разрабатывать схемы с отсутствием избыточных связей, т. к. такие механизмы собираются без натягов, а их работа характеризуется высокой нагрузочной способностью и малым трением [2].

Для проверки механизмов на наличие избыточных связей будем использовать формулу Сомова-Малышева:

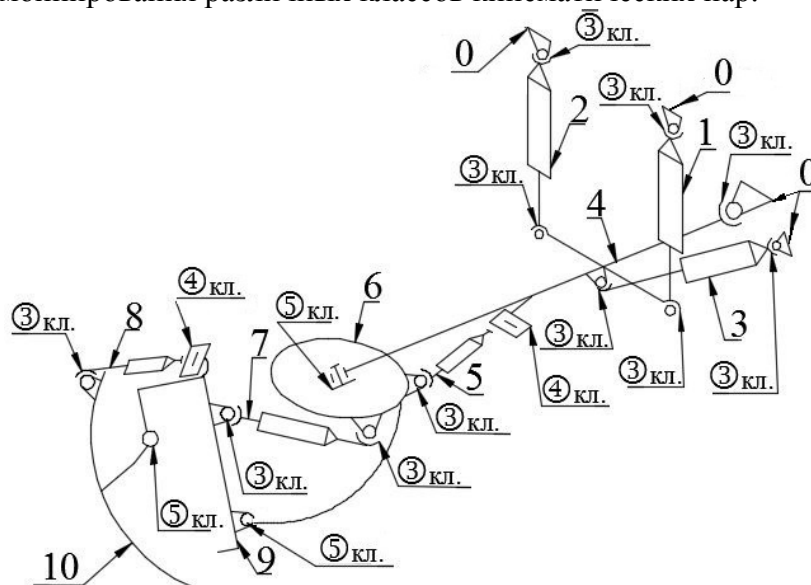
$$W = 6 * n - 5 * P_5 - 4 * P_4 - 3 * P_3 - 2 * P_2 - 1 * P_1 - W_m, \quad (1) \text{ где}$$

$n$  – число элементов в структурной схеме;

$P_i$  – число кинематических пар  $i$ -го класса;

$W_m$  – число местных подвижностей.

Получим несколько новых схем рабочего оборудования (РО) автогрейдера с помощью комбинирования различных классов кинематических пар.

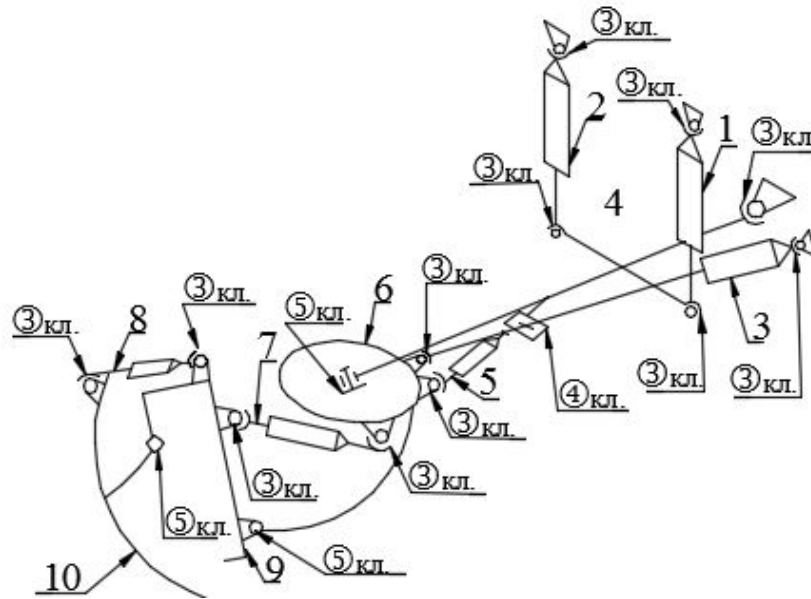


**Рис.1 - Структурная схема РО автогрейдера, вариант 1. 1,2 – гидроцилиндры подъема-опускания отвала, 3 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы, 4 – тяговая рама, 5 – гидроцилиндры поворота отвала, 6 – поворотный круг, 7 – гидроцилиндр изменения угла резания, 8 – гидроцилиндр выноса отвала, 9 – кронштейн поворотного круга, 10 – отвал**

Проверим наличие избыточных связей по формуле (1).

$$W = 6 * 10 - 3_{кл} * 11 - 4_{кл} * 2 - 5_{кл} * 3 - 4_m = 0;$$

$W_m = 4$  – число местных подвижностей;



**Рис.2 - Структурная схема РО автогрейдера, вариант 2**

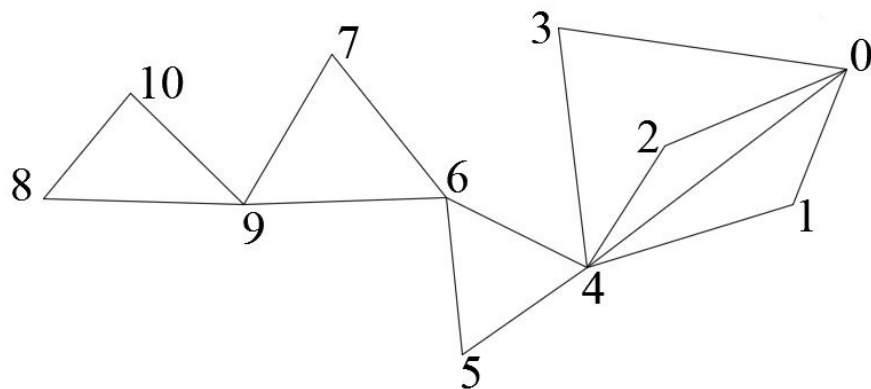
$$W = 6 * 10 - 3_{кл} * 12 - 4_{кл} * 1 - 5_{кл} * 3 - 5_m = 0;$$

$W_m = 5$  – число местных подвижностей;

Обе представленные схемы не имеют избыточных связей.

Аналогичным введением шарниров различных классов в хребтовую и тяговую раму можно получать структурные схемы РО автогрейдеров с различными техническими возможностями.

Рассмотрим примеры схем, получающиеся при применении матриц и теории графов.

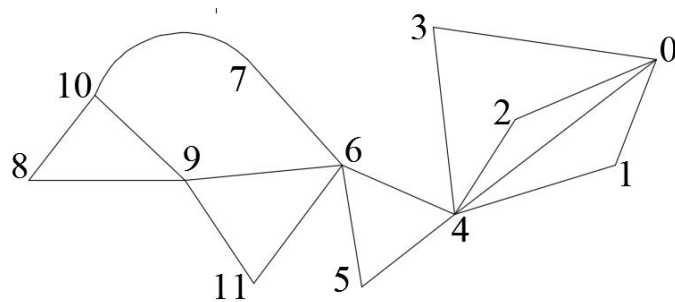


**Рис.3 - Граф для структурной схемы Рис. 1**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		③	③	③	③						
1	③				③						
2	③				③						
3	③				③						
4	③	③	③	③		④	⑤				
5					④		③				
6					⑤	③		③		⑤	
7							③			③	
8										④	③
9							⑤	③	④		⑤
10									③	⑤	

*Рис.4 - Матрица для структурной схемы Рис. 1., где номерами на пересечении столбцов и строк являются классы кинематических пар*

Соединим вершины графа по-другому, получим новую структурную схему:

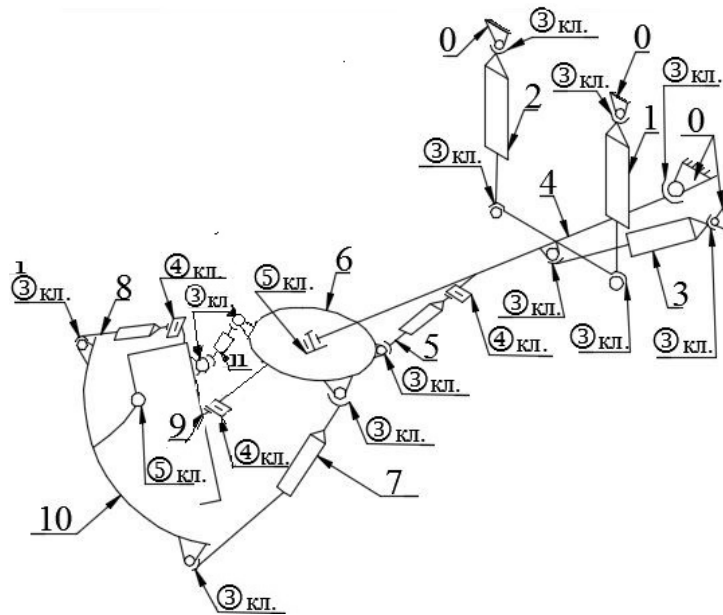


*Рис.5 - Граф для структурной схемы Рис. 7*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0		③	③	③	③							
1	③				③							
2	③				③							
3	③				③							
4	③	③	③	③		④	⑤					
5					④		③					
6					⑤	③		③		④		③
7							③					③
8										④	③	
9							④		④		⑤	③
10								③	③	⑤		
11							③			③		

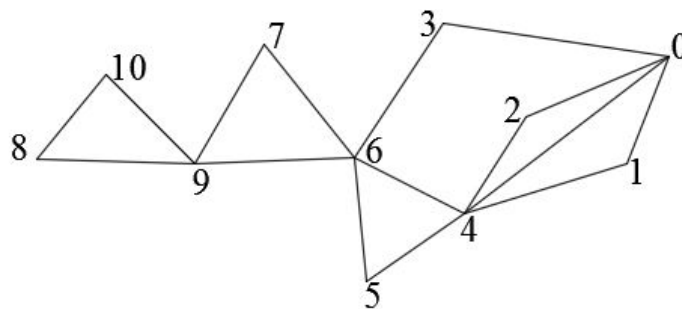
*Рис.6 - Матрица, отражающая граф на Рис.5*





**Рис.7 - Структурная схема Р0 автогрейдера, соответствующая графу на Рис. 5. и матрице на Рис. 6**

Изобразим граф и матрицу структурной схемы на Рис. 2.



**Рис.8 - Граф для структурной схемы Рис. 2**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		③	③	③	③						
1	③				③						
2	③				③						
3	③						③				
4	③	③	③			④	⑤				
5					④		③				
6				③	⑤	③		③		⑤	
7							③			③	
8										③	③
9							⑤	③	③		⑤
10									③	⑤	

**Рис.9 - Матрица, отражающая граф на Рис.8**

Отметим основные требования предъявляемые к рабочему оборудованию:

- отсутствие избыточных связей;
- низкая металлоемкость при достаточной прочности и долговечности;
- высокая производительность;
- точность, т.к. от этого зависит количество проходов машины.

Вывод: при любом строительстве огромная роль отводится эффективности работы дорожно-строительных машин. Поэтому актуальность совершенствования конструкции ДСМ очевидна.

С помощью представленных методов можно создавать банки матриц и графов уже существующих схем, чтобы отслеживать новизну разработанной схемы. Приведенные примеры доказывают результативность использования математических методов матриц и графов в анализе известных схем РО ДСМ и в синтезе новых.

### Список литературы

1. Савельев А. Г. Обоснование параметров структурных схем и стержневых систем рабочего оборудования дорожно-строительных машин: дис. ... д-р техн. наук: 05.05.04. М., 2000.

2. Решетов Л. Н. Самоустанавливающиеся механизмы. М.: Машиностроение, 1979. 334 с.



## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОГРЕЙДЕРА

Михайловская В. А.

научный руководитель д-р техн. наук Савельев А. Г.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Автогрейдер – самоходная колесная машина с регулируемым отвалом, расположенным между передними и задними колесами, которая режет, перемещает и распределяет материал обычно в целях профилирования [1]. Назначение автогрейдеров отличается от других землеройных машин своим разнообразием: профилировочные и планировочные работы при строительстве дорог, сооружение кюветов и выемок, очистка дорог от снега и льда, разравнивание и перемещение грунта и т.д. Работы, выполняемые автогрейдером, требуют маневренности и точности. Известны две основные схемы автогрейдера: жесткая и с шарнирно-сочлененной рамой. Вторая обеспечивает хорошую маневренность машины при транспортных операциях.

Борьба за рынки сбыта предполагает непрерывающуюся напряженную работу по поиску и внедрению новых, совершенных дорожно-строительных машин, которая предусматривает как улучшение техники, выполненной по традиционным схемам, так и создание принципиально новых машин и оборудования [2], поэтому поиск оптимальных параметров конструкций рабочего оборудования (РО) автогрейдеров – актуальный вопрос сегодня.

Цель работы – рассмотрение способов оптимизации схем РО автогрейдеров.

Рассмотрим пример конструкции РО автогрейдера ДЗ-122А, выполненную в соответствии с патентом РФ №2036277. Отличие ее от старой конфигурации в том, что режущая кромка и ось гидроцилиндра лежат в одной плоскости, что уменьшает изгибающий момент, действующий на тяговую раму.

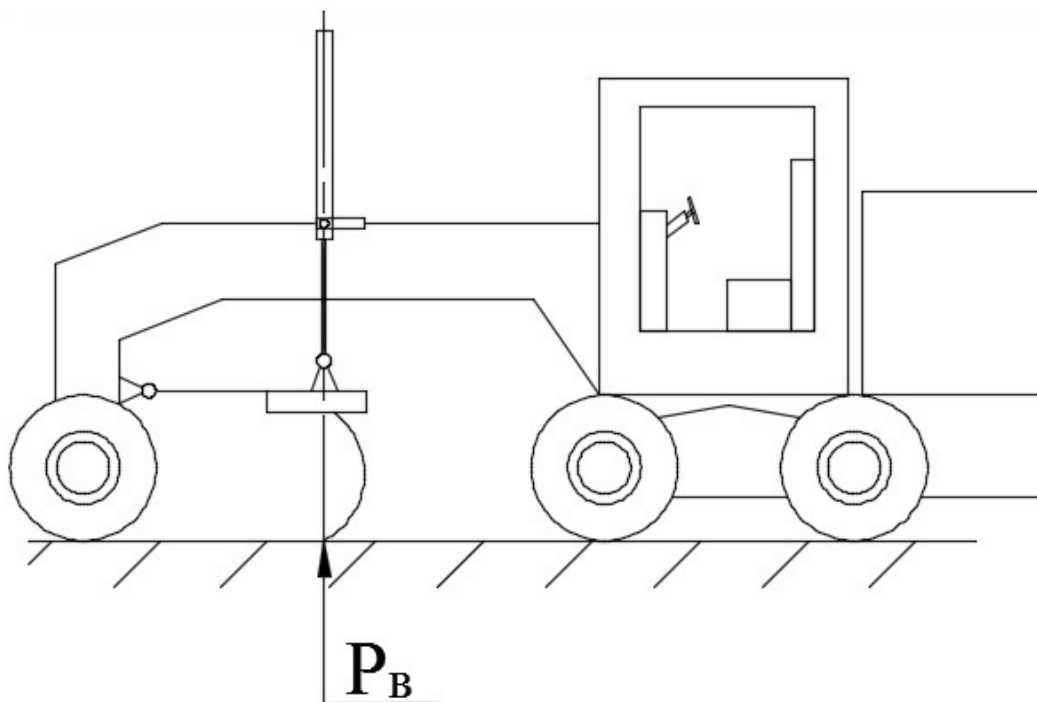


Рис.1 - Структурная схема РО автогрейдера ДЗ-122А

Для выявления преимуществ новой конструкции проводились исследования, в ходе которых было получено:

- увеличение производительности;
- повышение средней рабочей скорости;
- уменьшение давления в гидросистеме для достижения максимального усилия на режущей кромке отвала при его заглублинии;
- снижение нагруженности РО автогрейдера.
- уменьшение металлоемкости (следует из предыдущего пункта).

Т. о. то, что мы направили вертикальную нагрузку от РО на гидроцилиндры подъема и опускания РО автогрейдера позволило сократить внутренние нагрузки в конструкции, а, следовательно, увеличили ее прочность, т. е. получили оптимальную схему РО.

Также важным показателем любой конструкции является масса элементов. Ее уменьшение приведет к снижению энергоемкости, динамических нагрузок, что позволит повысить надежность машины. Применительно к строительно-дорожным машинам, в основном используются стержни, имеющие коробчатое, реже кольцевое поперечное сечение. При правильном выборе сечения, можно существенно облегчить конструкцию.

Критерии выбора сечения:

- вид нагружения;
- материал изделия;
- метод изготовления и обработки изделия.

Проведенный анализ областей применения стержней позволил определить, что при прямом изгибе стоит использовать стержни с коробчатым поперечным сечением, а при действии косоуго изгиба – с кольцевым поперечным сечением [2].

Примером применения кольцевого сечения хребтовой балки могут служить автогрейдеры тяжелого класса: ДЗ-98А, ДЗ-180 выпускаемые ЗАО «ЧСДМ», ДЗ-298 ЗАО «Уралпромсервис», а для автогрейдеров легкого и среднего типа используют коробчатое сечение: ДЗ-143, ГС 10.01, ГС 14.02 из линейки ЗАО «БРЯНСКИЙ АРСЕНАЛ».

В погоне за снижением металлоемкости не стоит забывать об основных требованиях к металлическим конструкциям (МК). МК должны: обладать необходимой несущей способностью и требуемой жесткостью, которая отвечает существующим нормативам; отвечать требованиям безопасности; быть технологичны; отвечать требованиям транспортирования; быть ремонтпригодными; быть защищены от атмосферного влияния во избежание коррозии.

Вывод: целевыми функциями эффективности и оптимизации структурных и стержневых систем РО автогрейдера являются:

- структурные схемы РО без избыточных связей;
- оптимальная конфигурация стержневых систем РО, позволяющая сократить внутренние нагрузки в конструкции;
- РО с оптимальной конфигурацией и минимальной массой.

### Список литературы

1. ГОСТ 27535-87(ИСО 7134-85). МАШИНЫ ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ. АВТОГРЕЙДЕРЫ. Термины, определения и техническая характеристика для коммерческой документации. – Введ. 01.01.89. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1998 – 19 с.
2. Савельев А. Г. Обоснование параметров структурных схем и стержневых систем рабочего оборудования дорожно-строительных машин: дис. ... д-р. техн. наук: 05.05.04. М., 2000.
3. Решетов Л. Н. Самоустанавливающиеся механизмы. М.: Машиностроение, 1979. 334 с.



## РАЗРАБОТКА ВРАЩАТЕЛЯ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ВАРИАТОРА СКОРОСТИ

Павлюкевич Д.Г.

научный руководитель канд.техн.наук, доц. Данилов А.К.,Привалихин Р.С.

Сибирский федеральный университет

Система верхнего привода (СВП) в последнее время становится наиболее популярным способом бурения нефтяных и газовых скважин. Этой системой оборудуются как импортные, так и отечественные буровые установки. Верхний привод представляет собой подвижный вращатель с сальником-вертлюгом, оснащенный комплексом средств механизации СПО-силовой вертлюг. СВП обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

- вращение буровой колонны при бурении, проработке и расширении ствола скважины;
- свинчивание, докрепление буровых труб;
- проведение спуско-подъемных операций с буровыми трубами, в том числе наращивание буровой колонны свечами и одностручками;
- проведение операций по спуску обсадных колонн;
- проворачивание буровой колонны при бурении забойными двигателями;
- промывку скважины и проворачивание буровой колонны при СПО;
- расхаживание буровых колонн и промывку скважины при ликвидации аварий и осложнений.



**Рис.1 – Система верхнего привода буровой установки УРБ-2А-2:  
а – общий вид; б – вращатель**

Основным рабочим органом СВП является вращатель, который необходим для передачи буровой колонне вращения и осевого усилия.

Недостатками современных вращателей являются сложность схем, большой вес и габариты, низкий КПД, наличие в его конструкции громоздкой, металлоемкой, подверженной высоким динамическим нагрузкам зубчатой трансмиссии, работа которой сопровождается большими механическими потерями энергии при ее передаче от приводного двигателя шпинделю с буровым инструментом и высокими уровнями вибрации всей конструкции при бурении скважин. Необходимость применения

многоступенчатых механических редукторов в приводе для снижения частоты вращения выходного вала приводит к снижению надежности, усложнению и повышению стоимости конструкции вращателя.

В качестве рассматриваемого объекта выбрана буровая установка УРБ-2А-2, предназначенная для разведочного бурения. УРБ-2А-2 на данный момент является лидером среди российских буровиков своего класса, благодаря эффективности работы уже более полувека. Установка в основном монтируется на колесные шасси «Урал 6х6», «КАМАЗ 6х6» либо «ЗИЛа-131», а так же вездеходные шасси соответствующей грузоподъемности

Таблица 1 – Технические характеристики вращателей УРБ

	УРБ-2А-2	УРБ Z-300	УРБ-12.ZBT-2Д
Частота вращения бурового снаряда, об/мин			
1 скорость	140	200	65
2 скорость	225	800	100
3 скорость	325	1800	150
Крутящий момент, максимальный, Н*м			
1 скорость	2010	5000	4570
2 скорость	1210	2600	2840
3 скорость	840	1400	1970
Вес, кг	725	1570	710
Глубина бурения, м	300	300	350

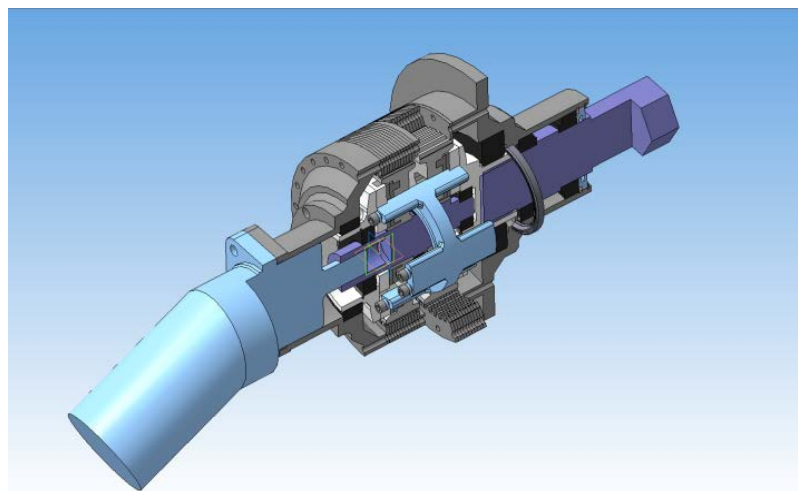
Из представленных в таблице 1 технических характеристик вращателя можно сделать вывод, что несмотря на лидирующие позиции рассматриваемой установки как на отечественном производстве так и за рубежом, вращатель УРБ-2А-2 имеет такие технические недостатки, как наличие ступенчатой коробки передач, значительные габариты и вес редуктора верхнего привода, что в свою очередь приводит к увеличению динамических характеристик, а именно: нагрузка на мачту, высокий уровень вибрации, повышенный износ механизмов, и, как следствие, нерациональное использование приводной мощности.

На основании анализа конструктивных особенностей вращателя УРБ-2А-2 определена цель проекта - разработка и реализация конструкции бурового вращателя верхнего привода геологоразведочных машин с компактными габаритами, возможностью регулировать скорость вращения в зависимости от нагрузки на выходном звене с помощью вариатора скорости, а следовательно, максимально использовать мощность привода и добиться максимальной производительности при бурении различной категории породы.

В ходе работы разработан эскизный проект с возможностью вариации скорости вращения выходного звена. Вариация скорости достигается благодаря изменениям относительных скоростей планетарной передачи. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать режимы работы верхнего привода с возможностью вариации скорости при различных системах нагружения;

- определить рациональные параметры управления вариации скорости для стабилизации определенных режимов работы;
- предложить схему для верхнего привода УРБ-2А-2, для чего, в свою очередь, необходимо разработать стенд для изучения работы вариатора.



**Рис.2 – Разработанный эскиз вращателя**

Достоинствами разработанного вращателя являются:

- обеспечение бесступенчатого регулирования частоты оборотов вращателя, без переключения передач;
- возможность максимально использовать мощность привода и добиться максимальной производительности при бурении различной категории породы;
- компактность габаритов и веса привода вращения в сравнении с существующими аналогами.

Данные преимущества предлагаемого оборудования позволят не только значительно снизить повышенный износ механизмов, и, как следствие, большие экономические затраты и нерациональное использование приводной мощности, но и значительно повысить производительность, качество и оперативность проводимого бурения.

### Список литературы

- 1.Привалихин Р.С. Эксцентриковый редуктор внутреннего эвольвентного зацепления / Р.С. Привалихин, А.К. Данилов // Молодежь и наука: сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс] /отв. ред. Краев О.А. Красноярск: Сиб. федер. ун-т., 2011
2. Привалихин Р.С. Эксцентриковый привод силовых передач / А.К.Данилов, Е.А.Соловьев // Современные технологии и управление. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции – 2014.
- 3.Данилов А.К. Силовые приводы нового поколения/Р.С.Привалихин, Е.А.Соловьев, В.В.Бухтояров//Бурение и нефть -2014-№12-с. 54-58.
- 4.FindPatent.ru – электронная база изобретений РФ [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/210/2103471.html>

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ ШТУКАТУРНАЯ МАШИНА**

**Сыромятников И.А.**

**научный руководитель канд. техн. наук, доц. Дмитриев В. А.**

*Сибирский федеральный университет*

Штукатурная станция – это установка оснащенная комплектом оборудования и электронной панелью управления для приготовления, подачи, нанесения штукатурного раствора, выравнивания, высушивания.

Преимущество применения штукатурных станций (машин) в производстве работ и штукатурные работы произведенные машинным методом, уже не у кого не вызывает сомнений. Высокая производительность штукатурной установки, высокое качество штукатурного раствора приготовленного автоматическим способом, скорость подачи раствора и качество его нанесения на основание - неоспоримо.

Отечественные штукатурные машины экспортируются во многие страны мира. Дальнейшее усовершенствование штукатурных машин направленно на увеличение их производительности, снижение стоимости и металлоемкости, повышение надежности и долговечности, на унификацию узлов и деталей, автоматизацию управления.

Технические системы развиваются по определенным объективным законам развития и функционирования, правилам и принципам, с помощью которых можно точно формулировать изобретательские задачи. Основным качественным критерием прогрессивности изменений в развитии любой технической системы - это идеальность. Все изобретательские задачи решаются путем устранения противоречий.

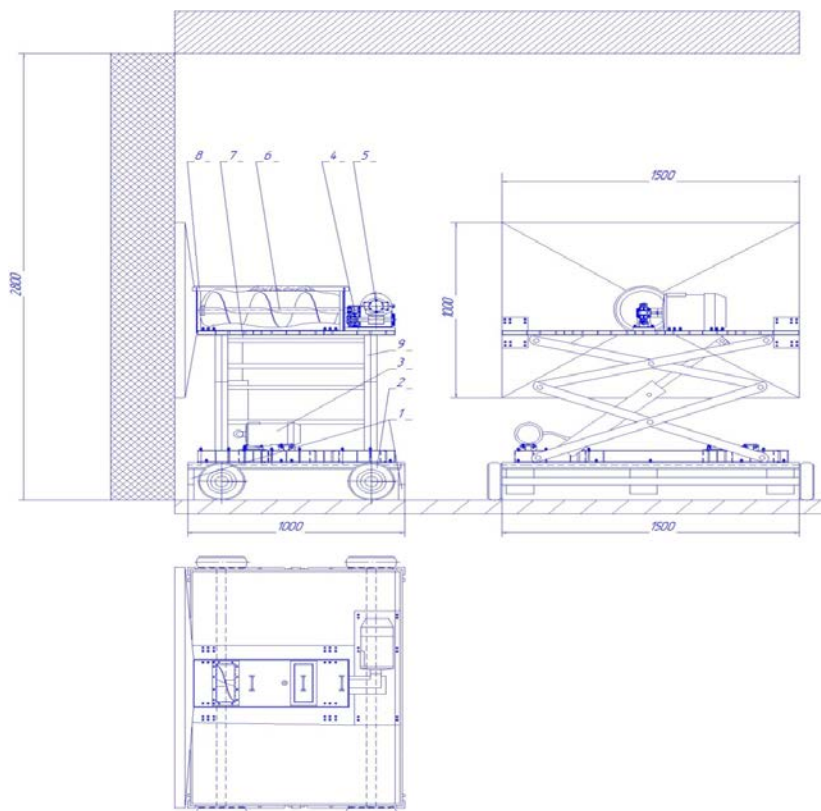
Взяв, за прототип штукатурную станцию и проведя структурный и функциональный анализы, были выделены следующие нежелательные эффекты:

1. высокая стоимость;
2. не сушат рабочую смесь;
3. для управления штукатурной станцией требуется 2-3 человека;
4. работают на ровном полу и с ровным потолком;
5. могут работать только с густой рабочей смесью.

Предложенная штукатурная машина устраняет эти недостатки. Устройство штукатурной машины представлено на рисунке 1.

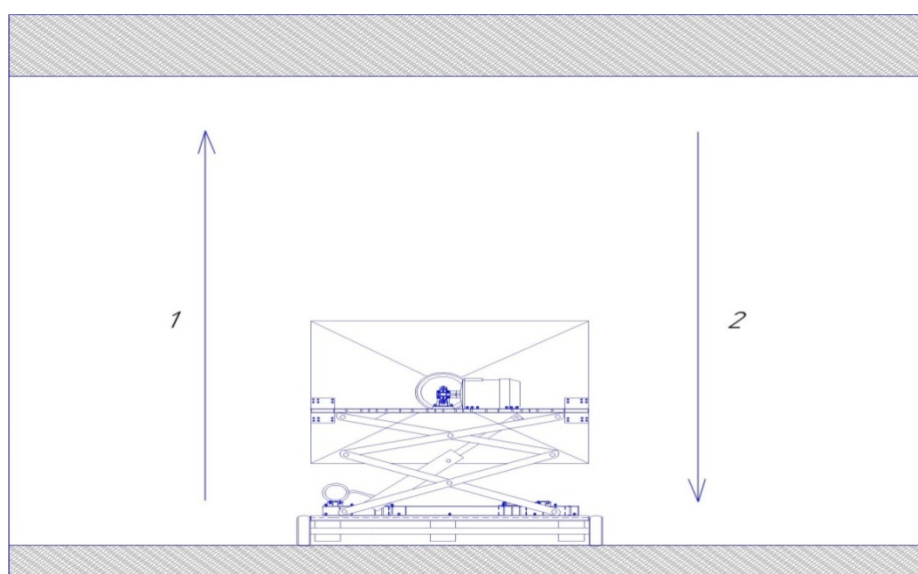
С помощью данной штукатурной станции можно сразу высушить наложенную рабочую смесь любой плотности, для работы со штукатурной машиной требуется 1 человек, может работать на неровной поверхности, по производительности заменяет 20 рабочих, себестоимость штукатурной машины 50-70 т.р., все узлы легко заменяемы.





**Рис.1 – Устройство штукатурной машины: 1 – опора; 2 – колесо; 3 – электромотор 4 – крепление для электромотора; 5 – электромотор; 6 – шнек; 7 – пружина; 8 – корпус шнека; 9 – подъемник**

Принцип действия штукатурной машины: 1-машина выставляется по уровню, 2-засыпается смесь в бак,3- плюсовой кабель подключается к строительной сетке ,4-нажимается кнопка запуска. 1-ым начинает вращаться двигатель шнека, с задержкой в 2 секунды начинает вращаться двигатель подъёмника, после чего начинается процесс отделки стен рисунок 2.



**Рис.2 – Схема процесс отделки стен**

### Список литературы

1. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач / Генрих Альтшуллер. – 8 изд. – М. : Альпина Паблишер, 2015. – 402 с.
2. Галкин И.Г. Технология и организация строительного производства, Москва, Высшая школа, 2001 г.124 стр.
3. "Отделочные работы в строительстве". Москва. Стройиздат. 1997 год.341с.
4. Неелов В.А. Строительно-монтажные работы - Москва, Стройиздат, 1998г.213с.
5. СНиП 3.21-82. Строительные нормы и правила. Организация, производство и приемка работ. Отделочные покрытия строительных конструкций, Москва, Стройиздат, 1985 г.
6. Суржаненко А.Е., Шепелев А.М. Малярные и штукатурные работы, Москва, Высшая школа, 1991г.347с.
7. "Безопасность труда в строительстве" СНиП 12-03-2001. Москва. 2001 год. Москва, Стройиздат, 1985 г.
8. Данцин М.И., Серкова Г.Н. Промышленность полимерных строительных материалов - М.: Стройиздат, 2006г.233 с.
9. Овсянников КЛ., Гуревич Д.Е. и др. Организация отделочных работ. - М.: Высшая школа, 2001г.321 с.
10. Указания по отделке стен бумажными обоями. Главмосстрой. ВСН 127-96 34с.
11. Строительные нормы и правила. СНиП III-21-73\*. Отделочные покрытия строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1981.



## АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ БУКСИРОВКИ САМОЛЕТА

**Трифонов Г.И.**

**научный руководитель канд. техн. наук Лазарев С.В.**

*Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина*

Средства буксировки и эвакуации воздушных судов являются неотъемлемой частью наземного обслуживания общего назначения. Совсем недавно буксировка самолетов осуществлялась только серийно выпускаемыми автомобилями с повышенной проходимостью по дорогах общего применения. Однако создание воздушных судов с большим взлетным весом потребовало разработки специальных аэродромных буксировщиков с улучшенными эксплуатационно-техническими характеристиками<sup>[1]</sup>.

Необходимо создание тягачей буксировщиков с большой увеличенной тяговой мощностью и с высокими тягово-сцепными качествами, которые будут позволять эвакуировать воздушные суда с поврежденной стойкой или пневматиком передней стойки. В связи с этим для эвакуации воздушных судов требуются более дешевые и экономичные как при эксплуатации, так и при изготовлении тягачи и устройства.

В настоящее время в Военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), научным коллективом авторов было разработано устройство для буксировки и эвакуации воздушных судов<sup>[2]</sup>. Данное устройство реализовано в виде макетного образца и расчетно-визуализационных программ, работа которых исследована в реальных условиях базирования аэродрома. В основу разработки принципа работы и конструкции устройства для буксировки воздушных судов заложены следующие требования:

- способ должен не только осуществлять механическую стыковку тягача-буксировщика с фюзеляжем воздушного судна, но и обеспечивать в возможных пределах частичную догрузку ведущих колес тягача;
- способ должен обладать возможностью его эксплуатации на различных типах покрытий, а также в случаях повреждения передней стойки ВС либо пневматика передней стойки;
- конструкция устройства должна обеспечивать простоту использования и экономичность изготовления.

На основании приведенных требований к способу буксировки, в основу принципа работы разрабатываемого устройства было положено перераспределение нормальных реакций поверхности тягача буксировщика за счет частичного или полного вывешивания передней стойки самолета над опорной поверхностью.

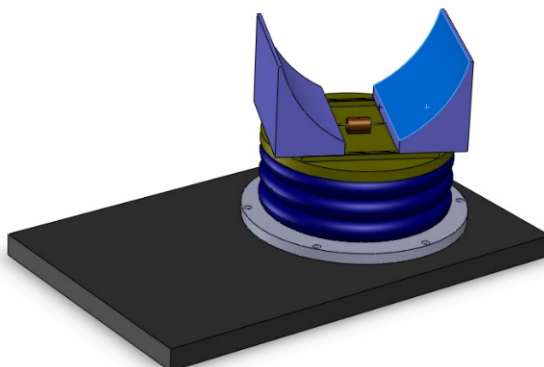
Устройство для буксировки предлагаемым способом содержит: тягач, поворотную платформу, обеспечивающую возможность подъезда тягача-буксировщика к воздушному судну под любым углом, пневмотканевый подъемник, предназначенный для подъема воздушного судна путем использования гибких надувных баллонов, находящихся под избыточным давлением, площадку, осуществляющую захват фюзеляжа, гидроцилиндр, обеспечивающий перемещение площадок в горизонтальной плоскости и платформу. Данное устройство позволяет:

- повысить тягово-сцепные характеристики тягача частичной догрузкой его ведущих колес весом, приходящимся на переднюю стойку самолет, повышая тем

самым тяговое усилие; буксировать воздушные судна с вышедшей из строя передней стойкой или поврежденным пневматиком передней стойки;

- повысить плавность трогания и уменьшить нагрузку на двигатель и трансмиссию тягача за счет частичной догрузки ведущих колес тягача; буксировать ВС по грунтовым поверхностям, имеющим большое сопротивление качению.

Данное устройство для буксировки изображено на рисунке 1.



**Рис.1 - Устройство для буксировки самолетов**

Уточнённая методика расчёта тяговых показателей работы данного устройства, является некоторой идеализацией реального объекта. Наиболее важной и сложной задачей при разработке математической модели является упрощение системы. В результате должна быть получена такая модель, которая наиболее просто, но и с требуемой точностью передаёт свойства изучаемого объекта.

В связи со сложностью математического описания исследуемого процесса были приняты следующие допущения, не оказывающие существенного влияния на точность математического описания.

Допущения:

1. Силовой радиус ведущих колес прямо пропорционален нормальной реакции грунта.

2. Вертикальная нагрузка и сила тяги среднего и заднего мостов балансирной тележки тягача одинаковы.

3. Сила тяги агрегата распределяется по мостам пропорционально их текущей нормальной реакции опорной поверхности:

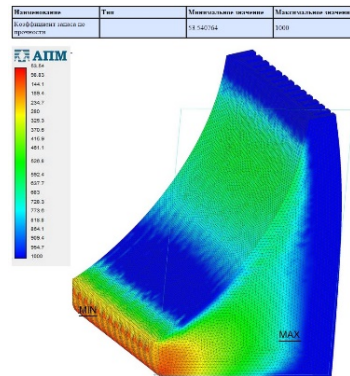
$$\Psi_1 = T_1/R_1 = \Psi_2 = T_2/R_2 = const$$

4. Силовой радиус ведущих колес не зависит от температуры окружающей среды.

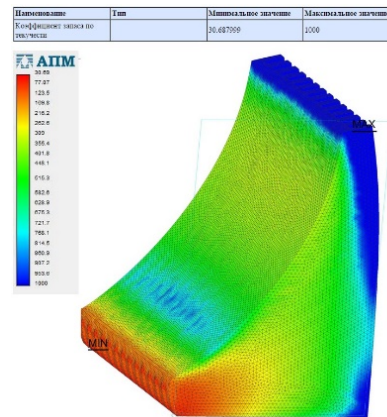
Тяговые характеристики рассчитывались и строились по приведённым ниже зависимостям при следующих условиях: межосевой дифференциал тягача заблокирован и частота вращения всех ведущих колес одинакова и параметры тяговой характеристика агрегата строятся суммированием исследуемых параметров по мостам при одинаковой частоте вращения двигателя.

Также проводился прочностной анализ и расчет основной части захвата у данного устройства в программе КОМПАС 3D. Результаты, которые были получены путем 3D-моделирования с последующим расчетом методом конечных элементов, попадали в заданный диапазон допустимых значений теоретических расчетов. Результаты расчета коэффициента запаса на прочность представлен на рисунке 2,

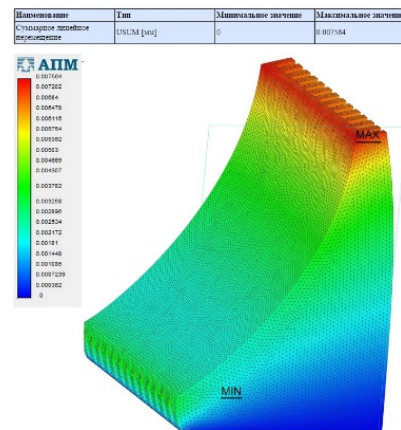
коэффициента запаса по текучести на рисунке 3, суммарное линейное перемещение на рисунке 4.



**Рис.2 - Расчет коэффициента запаса на прочность**



**Рис.3 – Расчет коэффициента запаса по текучести**



**Рис.4 – Расчет суммарного линейного перемещения**

В ходе проводимых расчетов и анализа устройства бля буксировки самолетов было принято решение о применении в процессе ознакомления с проектированной конструкцией технологию дополненной реальности, которая позволяет визуализировать предлагаемые для обучения технологии и конструкции. Это позволит в значительной мере

снизить номенклатуру наглядных средств обучения и существенно обогатить подачу материала.

Был разработан программный комплекс с применением технологии дополненной реальности со следующей схемой работы: к цифровой камере подносят маркер с информацией о той или иной конструкции, полученный видеосигнал отправляется на компьютер, который обрабатывается и дополняется трехмерным виртуальным изображением<sup>[3]</sup>. Описанный принцип работы представлен на рисунке 5.



**Рис.5 – Принцип работы программного комплекса с применением дополненной реальности**

Данную программную разработку возможно использовать для всех видов технических наук. Помимо обучающей функции дополненная реальность может послужить для любого производства неотъемлемой частью при разработке и визуальном понимании выпускаемого продукта.

Возможность данного программного продукта производить чтение с запрограммированных маркеров с 3D-моделями даёт возможность выпускать целые сборники и каталоги по любой технической продукции и тем самым поднимать производство совершенно на иной уровень развития.

На данный момент сказать, что в авиации нет никаких проблем, практически невозможно – много вопросов касающихся экономики, безопасности и экологии. Все эти проблемы решимы, но для этого нужно время. Мир не стоит на месте: все, что существовало раньше, модернизируется или приходит в негодность, и на место старого приходит что-то абсолютно новое. То же самое происходит и в авиации, а в частности в вопросах буксировки и эвакуации. Создание новых устройств и способов буксировки актуален и по сей день и будет рассматриваться, и модернизироваться как в настоящее время, так и в будущих разработках.

### **Список литературы**

1. Трифонов Г.И, Лазарев С.В., Сафонов С.В, Жачкин С.Ю. Внедрение новых способов эвакуации воздушных судов и тенденция развития средств для буксировки самолётов. «Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса» Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, ВГТУ, 2015. С.162.
2. Патент № 2361786, РФ, МКИ В64F1/22, опубликовано 2009 г., бюл. № 20.
3. Трифонов Г.И, Лазарев С.В., Сафонов С.В, Жачкин С.Ю. Применение программного продукта с дополненной реальностью для обучения инженеров машиностроительных специальностей. «Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса» Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, ВГТУ, 2015. С.154.