

КУЗЬМИН СЕРГЕЙ ЛЬВОВИЧ

**Обоснование параметров шасси самоходного полка
для условий подземных рудников**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

05.05.06 – Горные машины

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском Национальном Техническом университете имени К.И.Сатпаева

Научный руководитель	кандидат технических наук, доцент Вороненко В.К.
Официальные оппоненты	доктор технических наук, профессор Шамсутдинов М.М. кандидат технических наук Вагапов Р.В.
Ведущая организация	Карагандинский Государственный технический университет

Защита состоится 26 ноября 2010 года в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.23 при Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева в аудитории 244 ГМК по адресу: 050013, г.Алматы, ул.Сатпаева 22а, телефон: 8(7272)577156, факс 8(7272)926437; E-mail: ertomka@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, корпус ГМК, на сайте www.kazntu.kz в разделе научная работа.

Автореферат разослан «25» октября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Байгурын Ж.Д.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одной из первоочередных задач экономического и социального развития страны является повышение производительности труда на основе комплексной механизации и автоматизации производства. В горнорудной промышленности эта проблема решается путем широкого применения на рудниках высокопроизводительного самоходного оборудования. Для самоходного оборудования характерна высокая производительность, маневренность и надежность. В комплексах самоходных машин вспомогательные (для оборки и крепления выработок, зарядания шпуров и скважин, сооружения дорог, доставки материалов, грузоподъемные, заправочные) не соответствуют по производительности основным (буровые каретки, погрузочные и транспортные), что снижает эффективность использования последних. Кроме того, наличие различных типов и марок вспомогательных машин, выпускаемых, как правило, для конкретных условий, затрудняют ремонт и делают невозможным взаимозаменяемость узлов и деталей. Значительная часть горного оборудования установлено на самоходных шасси.

Большое разнообразие условий эксплуатации и сложность технологических операций горной отрасли производства Казахстана предопределили большой спектр типоразмеров самоходных шасси. Это обстоятельство обусловило необходимость разработки научно обоснованной систематизации средств механизации горных работ на основе функциональности, общности, объективности и собираемости классификационных признаков.

Отсутствие научно обоснованных методов систематизации затрудняет конструирование и производство собственно самоходных шасси и навесного оборудования, отвечающих требованиям технологичности и унификации конструкций. В связи с этими обстоятельствами и, учитывая достигнутый в последнее время прогресс в горном машиностроении, научное обоснование конструкции и типоразмеров самоходных шасси, на которые устанавливаются 70-75% горного оборудования, является актуальной задачей.

При подготовке диссертации были использованы результаты исследований, выполненных автором по программе «Фундаментальные вопросы физики, математики, механики и информатики» регистрационный номер Каз. Гос. ИНТИ № 0106РК00573 шифр программы Ф.0369 «Анализ, исследование и синтез шасси самоходного оборудования на горнорудных предприятиях Республики Казахстан» научный руководитель доктор технических наук, профессор Абдрахимов Урал Туткабаевич.

Цель работы. Обоснование параметров конструкции самоходного шасси вспомогательного оборудования для горнодобывающей отрасли Республики Казахстан, обеспечивающего её эффективность.

Идея работы заключается в использовании предложенного метода кинестатического исследования шахтного самоходного оборудования для оптимизации основных параметров и показателей качества создаваемого шасси и полка.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить современное состояние проблемы и выбрать на его основе наиболее перспективный тип шасси;
2. Выполнить теоретические исследования по повышению эффективности работы самоходного шасси;
3. Научно обосновать и определить основные параметры конструкции самоходных шасси и полка;
4. Разработать универсальную конструкцию шасси вспомогательного оборудования и адаптировать импортные шасси к условиям рудников Казахстана с постепенным импортозамещением сборочных единиц;
5. Спроектировать конструкцию принципиально нового универсального самоходного полка на базе разработанного шасси;
6. Дать оценку экономической эффективности.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использовался комплексный метод исследований, включающий анализ и научное обобщение научно-технической информации, теоретические исследования, методы математического моделирования, конструкторские разработки.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Рациональные параметры основных элементов конструкции самоходного шасси вспомогательного оборудования подземных рудников могут быть обоснованы с использованием метода кинетостатического исследования;
2. Работоспособность нового универсального полка для крепления горных выработок и других вспомогательных работ достигается использованием прямолинейно направляющего механизма высокого класса по классификации Ассура с его привязкой к конструкции созданного самоходного шасси;
3. Кинематический анализ механизма подъема самоходного полка с целью повышения безопасности работы при прямолинейном движении выходного звена обеспечивается использованием метода обобщенных координат.

Достоверность научных положений подтверждается сходимостью результатов математического моделирования с фактическим положением на эксплуатируемом оборудовании.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

- разработан метод кинетостатического исследования шахтного самоходного полка;
- разработана математическая модель самоходного шасси, в которой учитываются не только силы, действующие на рабочее оборудование, но и колебательные процессы, возникающие при работе машины;
- разработана методика установления основных параметров самоходного шасси;
- выполнен структурный анализ существующих конструкций сборочных единиц шасси самоходного оборудования и их классификация позволяющих разработать основные требования к их конструкции и оптимизировать компоновку шасси в зависимости от условий эксплуатации.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в разработке:

- методики расчета основных параметров самоходного шасси;
- конструкции полка для осмотра и крепления кровли выработок, не имеющего аналога.

Личный вклад автора состоит в разработке математической модели, метода теоретического и экспериментального исследования направляющего механизма полка, универсальной конструкции шасси для вспомогательного оборудования.

Реализация выводов и рекомендаций работы.

Разработанные по результатам исследований рекомендации реализованы в следующих формах:

- разработка чертежей общего вида шарнирно-сочлененной рамы проектируемого шахтного самоходного оборудования;
- разработка новой конструкцией универсального полка на базе направляющего механизма IV класса;
- передача горным предприятиям чертежей самоходного шасси и полка на предмет рассмотрения вопроса о возможности освоения производства.

Апробация. Основные положения диссертационной работы докладывались на различных международных конференциях: 65 научно-техническая конференция, посвященная 75-летию Магнитогорского металлургического комбината (Магнитогорск, 2007); Международная научная конференция «Состояния и перспективы развития машиностроения в Казахстане». (Алматы, 2007); Международная научная конференция «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана» (Караганда, 2007); VII и VIII Международные научно-технические конференции «Технологические оборудование для горной и нефтегазовой промышленности» (Екатеринбург, 2009 и 2010), Международная научно-практическая конференция «Роль стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан в условиях глобализации: проблемы и перспективы» (Рудный, 2009), Международная научно-техническая конференция «Третьи Ержановские чтения» (Актобе, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, из них 10 в виде докладов на Международных научных конференциях и 3 в изданиях, рекомендуемых КНАСОН МОН РК.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов и рекомендаций, изложена на 118 страницах машинописного текста, содержит 35 рисунков, 19 таблиц, список литературы, включающий 103 наименований и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе рассматриваются состояние и основные направления работ по совершенствованию конструкции самоходного шасси для вспомогательных машин. Обзор отечественных и зарубежных работ по добыче полезных ископаемых подземным способом показывает необходимость применения са-

моходного горного оборудования (СГО) для механизации основных и вспомогательных процессов.

Разработке основ теории шахтных пневмоколесных машин посвящены труды О.А., Байконурова А.О. Спиваковского, Н.С.Полякова, А.В. Евневич, Я.Б. Кальницкого, Н.В. Тихонова, А.Т.Филимонова и др.

Разработке методов оценки качества, выбора типов и параметров горно-транспортных машин для конкретных условий применения и перспективам использования шахтных горнотранспортных машин посвящены работы Д.Т Анкудинова, Т.Н. Бекенова, В.А. Бреннера, Э.А Григорьянц, С.С. Музгина, Г.Я. Пейсаховича, Г. И. Солода, Ю.Г. Скорнякова, А.М Ткаченко, М.А. Янца, В.Ш. Шарипова и др.

Эксплуатация современного дорогостоящего высокопроизводительного горного оборудования, предназначенного для выполнения основных производственных процессов и, особенно, оборудования непрерывного действия, может быть экономически эффективной только при его высоком коэффициенте внутрисменного использования. Это в значительной степени достигается применением на вспомогательных работах оборудования, соответствующего по своему техническому уровню основному горнодобывающему оборудованию. При этом немаловажное значение имеет сбалансированное количественное соотношение основного и вспомогательного оборудования.

Рассмотрим результаты эксплуатации вспомогательного оборудования при отработке слабонаклонных залежей. Наиболее трудоемким видом работ с использованием вспомогательного оборудования в этих условиях является оборка и крепление кровли выработок, выполняемые с использованием полков. Для выполнения этих работ применяются машины отечественного и импортного производства. Из отечественных машин можно выделить самоходные полки СП-8А и СП-18А. К зарубежным, в первую очередь, относятся машины фирмы «Нормет», Финляндия. Широкий ряд машин серии Хаймек располагает подъемниками средней и большой грузоподъемности и высотой подъема, достаточной для работы в выработках практически любой высоты. Большое внимание выпуску вспомогательного самоходного оборудования уделяет зарубежные фирмы Польши, Германии, Канады и Мексики.

Выполненный обзор использования вспомогательных самоходных машин на рудниках показал, что в отечественной практике чаще всего для монтажа такого оборудования приспособляют выпускаемые серийные автомашины, что существенно сужает область их применения и затрудняет эксплуатацию в стесненных шахтных условиях. В зарубежной практике при проектировании вспомогательных машин используют шарнирно сочлененные рамы шасси, исключая таким образом, отмеченные выше недостатки жестких шасси.

В работе выполнен анализ состояния и основные тенденции развития конструкций шасси самоходного горного оборудования.

Во втором разделе проведен анализ и синтез шасси самоходного оборудования. Ранее неоднократно рассматривалась возможность производства СГО машиностроительным комплексом Республики Казахстан. Наиболее сложной, металлоемкой и дорогостоящей составной частью СГО являются шасси с ди-

зельным приводом. Поэтому производство следует начинать с шасси, которые будут соответствовать уровню лучших зарубежных аналогов. Существует 3 основные альтернативы производства самоходных шасси в Республике Казахстан:

- приобретение импортных шасси.
- сборка шасси из импортных и отечественных комплектующих в Республике Казахстан.
- производство отечественных шасси.

Производительность и эффективность самоходного оборудования непосредственно зависит от технических характеристик шасси. Уровень качества самоходного оборудования ведущих фирм обеспечивает высокую надежность работы. При условии обеспечения сервисного обслуживания эта техника имеет значительно более высокие технико-экономические показатели в сравнении с аналогами, производимыми в СНГ.

Вследствие недостаточного качества изготовления и конструкционных материалов отечественная техника имеет более низкую надежность, тягово-экономические и экологические показатели. Кроме того, невозможно производить все комплектующие шасси в условиях Республики Казахстан, поэтому сравнение проведем по альтернативам 1 и 2.

Сборка самоходных шасси в Казахстане в сотрудничестве с зарубежными производителями предполагает постепенное импортозамещение составных частей самоходных шасси. Доля местных комплектующих в первый год составит 30%, во второй – 40% и в третий – 50%. На основе выполненного обзора и исследований нами предложен комплекс горного оборудования на базе самоходного шасси, приведенный на рисунке 1.

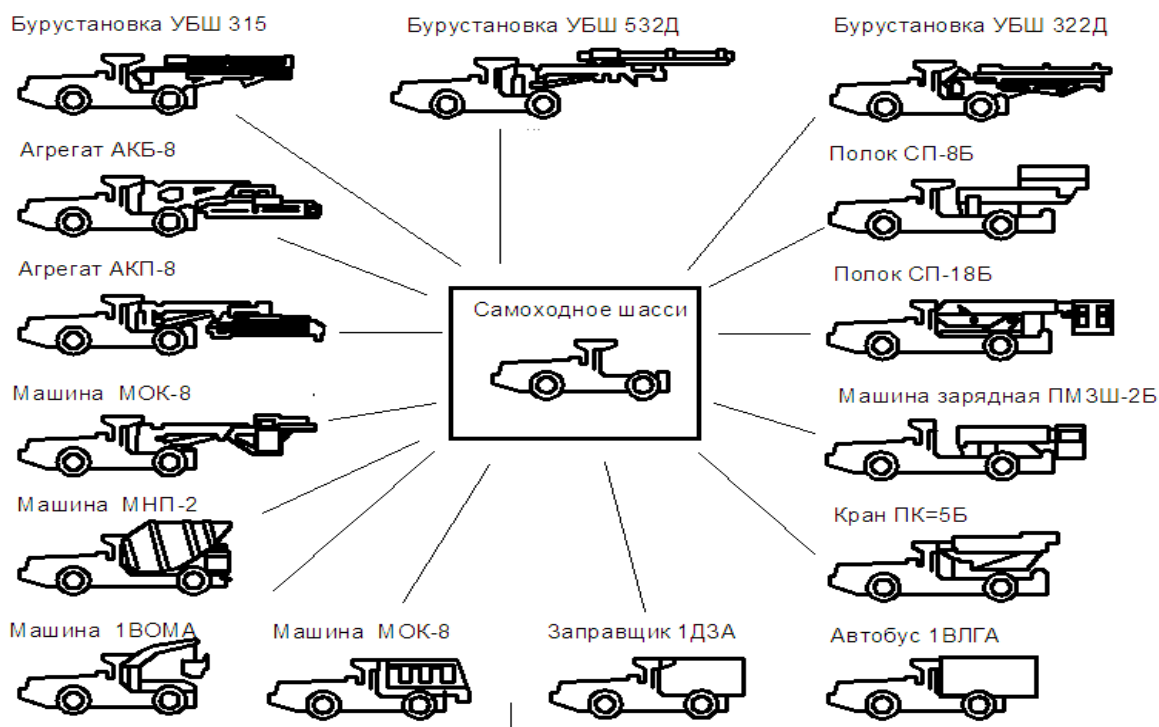


Рисунок 1 - Комплекс горного оборудования на базе самоходного шасси

В зависимости от назначения для разных условий эксплуатации для одного типа шасси предусматриваются различные мощности двигателей и конструкции трансмиссий. Можно выделить три основные группы шасси СГО в зависимости от номинальной мощности дизельного двигателя:

- 300-400 кВт для шасси доставочных машин грузоподъемностью 35-50 т;
- 150-300 кВт шасси автосамосвалов грузоподъемностью 20-35 т и для ковшовых погрузочных машин с емкостью ковша 4-7 м³;
- не более 150 кВт для шасси бурильного оборудования, СП, ПМЗШ, автобусов и другого вспомогательного оборудования.

В работе предлагается предусмотреть разработку, создание и постановку на серийное производство первого казахстанского шасси СГО третьей группы для горнодобывающей промышленности с техническим уровнем, соответствующим мировому, и способной составить конкуренцию импортируемым аналогам на отечественном рынке.

В работе производится исследование шарнирно-сочлененной рамы СГО и определяются основные силы, действующие на трансмиссию при повороте машины.

Колебательные процессы в трансмиссии исследуются на основе уравнения Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\delta T}{\delta \dot{q}} \right) - \frac{\delta T}{\delta q} + \frac{\delta \Pi}{\delta q} + \frac{\delta R}{\delta \dot{q}} = 0, \quad (1)$$

где T и Π – кинетическая и потенциальная энергия системы, Дж;
 R – диссипативная функция, Дж/с;
 q – обобщенная координата.

Для построения математической модели предполагается, что наша трансмиссия относится к четырехмассовой рядовой системе. Тогда для неё кинетическая, потенциальная энергия и диссипативная функция системы соответственно

$$T = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n J_j \cdot \dot{\varphi}_j^2, \quad (2)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [c_j (\varphi_j - \varphi_{j+1})^2 + M_j \varphi_j], \quad (3)$$

$$R = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n k_j (\dot{\varphi}_j - \dot{\varphi}_{j+1})^2, \quad (4)$$

где φ_j - углы поворота соответствующих масс системы, рад;
 n – число масс в системе, $n=4$.

Уравнение колебаний системы (при $M_3=0$)

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) + k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) = M_1 \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 - c_1(\varphi_1 - \varphi_2) + c_2(\varphi_2 - \varphi_3) - k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + k_2(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) = -M_2 \\ J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 - c_2(\varphi_2 - \varphi_3) + c_3(\varphi_3 - \varphi_4) - k_2(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) + k_3(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) = 0 \\ J_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 + c_4(\varphi_3 - \varphi_4) - k_3(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) = -M_4 \end{array} \right. , \quad (5)$$

Собственные частоты колебаний находят из системы (5), приравнивая правые части нулю и пренебрегая членами, связанными с диссипативными потерями. Тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) = 0 \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 - c_1(\varphi_1 - \varphi_2) + c_2(\varphi_2 - \varphi_3) = 0 \\ J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 - c_2(\varphi_2 - \varphi_3) + c_3(\varphi_3 - \varphi_4) = 0 \\ J_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 + c_4(\varphi_3 - \varphi_4) = 0 \end{array} \right. , \quad (6)$$

Решая полученную систему, получим кубическое уравнение частот относительно ω^2

$$M_1 \cdot \omega^6 - M_2 \cdot \omega^4 + M_3 \cdot \omega^2 - M_4 = 0 , \quad (7)$$

При этом

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1 = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 \cdot J_4 \\ M_2 = c_1 \cdot J_3 \cdot J_4 (J_1 + J_2) + c_2 \cdot J_1 \cdot J_4 (J_3 + J_2) + c_3 \cdot J_1 \cdot J_2 (J_3 + J_4) \\ M_3 = c_1 \cdot c_2 \cdot J_4 (J_1 + J_2 + J_3) + c_1 \cdot c_3 \cdot (J_1 \cdot J_4 + J_2 \cdot J_4 + J_1 \cdot J_3 + J_2 \cdot J_3) + c_2 \cdot c_3 \cdot J_1 (J_2 + J_3 + J_4) \\ M_4 = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot (J_1 + J_2 + J_3 + J_4) \end{array} \right. , \quad (8)$$

Зная числовые значения коэффициентов M_j , легко определить частоты собственных колебаний.

Для расчёта несущей конструкции самоходного шасси нам необходимы частотные характеристики трансмиссии.

Трансмиссия шахтных самоходных машин может быть принята за линейную колебательную систему. Для такой системы передаточная функция W_p будет, представлять собой отношение преобразования Лапласа обобщенной выходной координаты к преобразованию Лапласа функции воздействия. За выходную координату принимают динамические моменты, нагружающие трансмиссию и шины в тангенциальном направлении, а за функцию воздействия - момент, приложенный к колесу.

Динамические свойства трансмиссии как колебательной системы полностью определяются ее частотными характеристиками. Принято различать амплитудно-фазовую $W(i\omega)$, амплитудную $A(\omega)$ и фазовую $\Phi(\omega)$ частотные характеристики системы, которые позволяют установить как амплитуду, так и фазу вынужденных колебаний при гармоническом воздействии и их взаимосвязь.

Амплитудно-фазовую частотную характеристику находят из передаточной функции, в которой независимую переменную, представленную оператором дифференцирования p , заменяют на мнимую частоту $p=i\cdot\omega$. Амплитудно-фазовая частотная характеристика в общем случае является комплексным числом.

Амплитудная частотная характеристика соответствует модулю амплитудно-фазовой характеристики. Она устанавливает зависимость отношения амплитуды колебаний выходной координаты к амплитуде функции воздействия. Фазовая частотная характеристика показывает фазовый сдвиг между выходной координатой и функцией воздействия. Амплитудная и фазовая частотные характеристики задаются в зависимости от частоты гармонического воздействия.

Динамические моменты, нагружающие трансмиссию M_T , шину в тангенциальном направлении M_m и элементы соединения моторной тележки с экипажем M_c , могут быть записаны в виде

$$M_T = c_1(\varphi_1 - \varphi_2) ; \quad M_m = c_2(\varphi_2 - \varphi_3) ; \quad M_c = c_3(\varphi_3 - \varphi_4) , \quad (9)$$

Первая и вторая производные моментов

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{M}_T = c_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) \\ \dot{M}_m = c_2(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) \\ \dot{M}_c = c_3(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \ddot{M}_T = c_1(\ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_2) \\ \ddot{M}_m = c_2(\ddot{\varphi}_2 - \ddot{\varphi}_3) \\ \ddot{M}_c = c_3(\ddot{\varphi}_3 - \ddot{\varphi}_4) \end{array} \right. , \quad (10)$$

С учетом (9) и (10) уравнения колебаний (5) могут быть сведены к системе трех дифференциальных уравнений моментов упругих связей

$$\left\{ \begin{array}{l} M_T + \left(\frac{k_1}{J_1} + \frac{k_1}{J_2}\right) \dot{M}_T + \left(\frac{c_1}{J_1} + \frac{c_1}{J_2}\right) M_T - \frac{k_2 \cdot c_1}{J_2 \cdot c_2} \dot{M}_u - \frac{c_1}{J_2} M_u = \frac{c_1}{J_1} M_1 + \frac{c_2}{J_2} M_2 \\ \ddot{M}_u + \left(\frac{k_2}{J_2} + \frac{k_2}{J_3}\right) \dot{M}_u + \left(\frac{c_2}{J_2} + \frac{c_2}{J_3}\right) M_u - \frac{k_1 \cdot c_2}{J_2 \cdot c_1} \dot{M}_T - \frac{c_2}{J_2} M_T - \frac{k_3 \cdot c_2}{J_3 \cdot c_3} \dot{M}_c - \frac{c_3}{J_3} M_c = -\frac{c_2}{J_2} M_2, \\ \ddot{M}_c + \left(\frac{k_3}{J_3} + \frac{k_3}{J_4}\right) \dot{M}_c + \left(\frac{c_3}{J_3} + \frac{c_3}{J_4}\right) M_c - \frac{k_2 \cdot c_3}{J_3 \cdot c_2} \dot{M}_u - \frac{c_3}{J_3} M_u = \frac{c_3}{J_4} M_4 \end{array} \right. \quad (11)$$

Приравняв $M_1=M_4=0$, а также обозначив через $M_T(p)$, $M_{ш}(p)$, $M_c(p)$ операторные отображения упругих связей, а через $M_2(p)$ операторные отображения момента на колесе, запишем систему уравнений (11) в операторной форме

$$\left\{ \begin{array}{l} (p^2 + a_{11}p + a_{12})M_T(p) + (a_{13}p + a_{14})M_{ш}(p) = a_{15}M_2(p) \\ (p^2 + a_{21}p + a_{212})M_{ш}(p) + (a_{23}p + a_{24})M_T(p) + (a_{25}p + a_{26})M_c(p) = a_{24}M_2(p), \\ (p^2 + a_{31}p + a_{32})M_c(p) + (a_{33}p + a_{34})M_{ш}(p) = 0 \end{array} \right. \quad (12)$$

Система имеет три передаточные функции

$$W_T(p) = M_T(p)/M_2(p); \quad W_{ш}(p) = M_{ш}(p)/M_2(p); \quad W_c(p) = M_c(p)/M_2(p), \quad (13)$$

которые находят обычным порядком.

Для проектирования рамы самоходного шасси применяется система автоматизированного проектирования с использованием программных комплексов ADAMS и ANSYS.

В третьем разделе производится обоснование и разработка новой конструкции самоходного полка на базе усовершенствованного шасси.

Исполнительные механизмы большинства традиционных промышленных манипуляторов, как правило, состоят из открытых кинематических цепей, каждое звено которых приводится в движение отдельным двигателем, установленным в шарнире. Тяжесть перемещаемого груза, захватного устройства и приводных двигателей воспринимается отдельным шарниром. Из-за консольности конструкций звеньев довольно трудно поднять грузоподъемность манипуляторов, обеспечить их быстродействие и упростить систему управления ими. Использование замкнутых кинематических цепей, в особенности механизмов высоких классов (МВК), устраняет отмеченные недостатки традиционных манипуляторов.

МВК благодаря своим структурным особенностям (наличие изменяемых замкнутых контуров), обладают большими кинематическими и динамическими возможностями при реализации заданных траекторий движения рабочих органов. Манипуляционные устройства, созданные на базе МВК, имеют высокую

точность позиционирования и большую грузоподъемность вследствие большей жесткости конструкции и за счет распределения сил по контурным звеньям.

Одна из особенностей МВК — широкий диапазон изменения отношений перемещений рабочей точки и ведущего звена при сравнительно малых габаритных размерах в нерабочем положении. Эта особенность позволяет создавать на их базе передвижные грузоподъемные устройства (ГУ), представляющие собой манипуляторы с одной степенью свободы (автооператоры).

На рисунке 2 представлен разработанный эффективный прямолинейно-направляющий механизм, на базе которого предложена новая конструкция промышленного полка. Механизм включает входное звено 1, двухшарнирный промежуточный шатун 5, основное коромысло (трехшарнирное) 4, трехшарнирный рычаг 2, и основной выходной трехшарнирный шатун 3. В данной конструкции входное звено получает вращательные движения от гидроцилиндра. Это звено воздействует на трехшарнирный рычаг, заставляя его поворачиваться. К оставшимся двум сторонам рычага прикреплены два шатуна. Первый шатун воздействует на трехшарнирное коромысло, при этом оно совершает вращательные движения относительно точки О. Второй шатун является выходным.

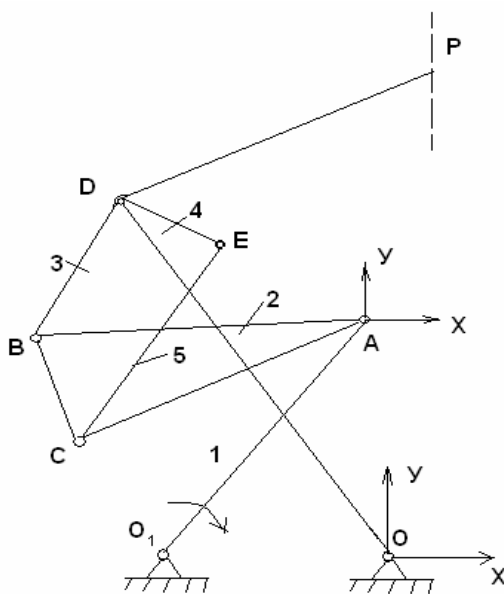


Рисунок 2 – Схема направляющего механизма IV класса

По своей структуре механизм включает входное звено 1 со стойкой, структурную группу Ассура IV класса ABCDEO

$$I (1) \rightarrow IV (2,3,4,5) \quad , \quad (14)$$

Перемещение звена (вращение) 1 вокруг шарнира O_1 вызывает прямолинейное вертикальное перемещение рабочей точки Р.

Задача кинематического синтеза данного механизма решается следующим образом. Задаёмся из габаритных соображений начальным значением $S_{OP} = OP_H$, и координатой начальных точек О и O_1 в системе координат XOY (рисунок 2).

Задавшись траекторией точки Р и длинами звеньев открытого четырехзвенника O_1ABDP определим круговую квадратическую точку D в плоскости BP.

Параметры подвижной плоскости BP определим

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix} + M_{AB} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (15)$$

где X_B и Y_B – координаты точки B;

X_A и Y_A – координаты точки A;

$M_{AB} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ - момент от вращения.

Величина угла при известных координатах определяется по формуле

$$\varphi_{BP} = \arctg \frac{Y_P - Y_B}{X_P - X_B}, \quad (16)$$

где X_P и Y_P – координаты выходной точки P.

Координаты точки A можно найти через заданный центр вращения (точка O_1)

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_{O_1} \\ Y_{O_1} \end{bmatrix} + Z_{O_1} \begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix},$$

Значения от моментов определяются следующими матрицами

$$Z_{O_1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 \\ 0 & \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 \end{bmatrix},$$

$$M_{AB} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ l_{AB} \cos \varphi_{AB} & \cos \varphi_{AB} & -\sin \varphi_{AB} \\ l_{AB} \sin \varphi_{AB} & \sin \varphi_{AB} & -\cos \varphi_{AB} \end{bmatrix},$$

Углы положений звеньев φ_1 и φ_{AB} в матрицах Z_{O_1} и M_{AB} определяются из уравнений замкнутости треугольников OO_1A и ABP

$$\varphi_1 = \varphi_{O_1O} + \arccos \frac{l_{O_1A}^2 + l_{O_1O}^2 - l_{OA}^2}{2l_{O_1O} \cdot l_{O_1A}}, \quad (17)$$

$$\varphi_{AB} = \varphi_{O_1A} + \arccos \frac{l_{AP}^2 + l_{AB}^2 - l_{BP}^2}{2l_{AP} \cdot l_{AB}}, \quad (18)$$

Лишняя степень свободы пятизвенника O_1ABDO исключается соединением плоскостей AB и OD дополнительным шатуном EC . Для этого необходимо определить в обращенном движении (при неподвижной плоскости OD) круговую квадратическую точку C в плоскости AB и ее центр E в плоскости OD . Параметры неподвижной плоскости AB в обращенном движении

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_A^* \\ Y_A^* \end{bmatrix} = Z_0^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ X_A - X_0 \\ Y_A - Y_0 \end{bmatrix}, \quad (19)$$

где
$$Z_0^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_{OD} & -\sin \varphi_{OD} \\ 0 & \sin \varphi_{OD} & -\cos \varphi_{OD} \end{bmatrix},$$

Координаты шарнира D

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_D \\ Y_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix} + Z_B \begin{bmatrix} 1 \\ X_D \\ Y_D \end{bmatrix}, \quad (20)$$

где
$$Z_B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_{BP} & -\sin \varphi_{BP} \\ 0 & \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 \end{bmatrix},$$

В результате квадратического синтеза получим механизм высокого класса с группой Ассур IV класса второго порядка, ведущее звено 1 которого вращаясь вокруг заданной шарнирной точки O_1 перемещает в итоге рабочую точку P выходного звена 3 по прямолинейной траектории. В процессе синтеза заданными являются следующие параметры: координаты неподвижных точек O и O_1 , амплитуда вращения входного звена 1 и поставленная им в соответствие перемещение точки P по прямой траектории, начальные длины звеньев O_1A , AB , BP , O_1O . Подлежали определению положения круговой квадратической точки D на звене BP , и круговой квадратической точки C на звене AB и соответствующего ей центра E на звене OD .

Для выявления работоспособности конструкции и траектории движения точек для механизмов высоких классов не существует компьютерных программ. Для этой цели была разработана программа, позволяющая оценить траекторию движения всех точек механизма. Для заданного механизма произведен кинетостатический расчет. Кинетостатический анализ механизма впервые выполнен с использованием особых точек академика У.А. Джолдасбекова, позволившим решить задачу в явном аналитическом виде.

Для определения реакции в шарнире С (рисунок 2) составим уравнение равновесия звена 5 в проекциях на оси системы координат $E_{X5, Y5}$

$$\begin{cases} N_{54}^{X5} + P_5^X \cdot \cos \varphi_5 + P_5^Y \cdot \sin \varphi_5 + N_{52}^{X5} = 0 \\ N_{54}^{Y5} - P_5^X \cdot \sin \varphi_5 + P_5^Y \cdot \cos \varphi_5 + N_{52}^{Y5} = 0 \end{cases}, \quad (21)$$

Эти уравнения всегда разрешимы относительно искомым \bar{N}_{52}^{X5} и \bar{N}_{52}^{Y5} . Аналогично определяются реакции в шарнирах А и В.

Результаты данного расчета в виде изменений сил реакций в шарнирах при приведенных значениях внешних сил, приведены на рисунке 3.

$$F_p = 2 \text{ т}, \quad P_3 = 1,0 F_p, \quad P_4 = 1,1 F_p,$$

$$P_5 = 0,3 F_p, \quad P_2 = 0,22 F_p, \quad P_1 = 0,2 F_p$$

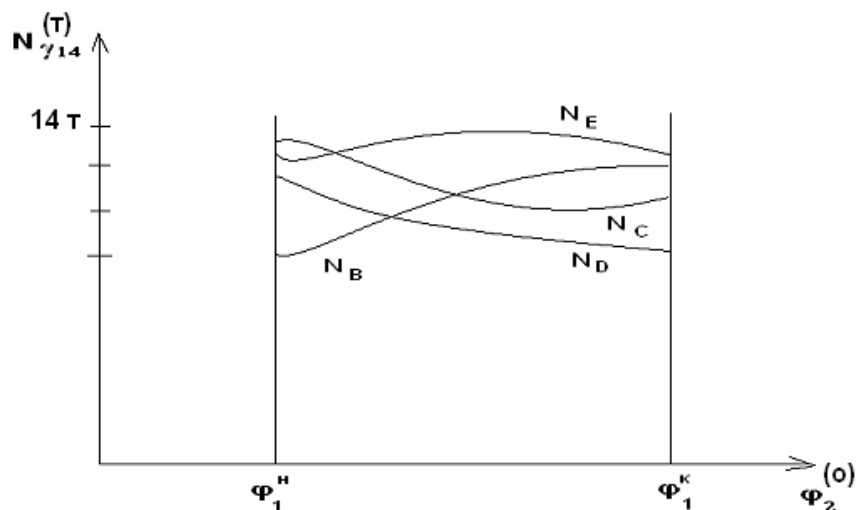


Рисунок 3 – Графики изменение сил реакций в шарнирах, при приведенных значениях внешних сил

Из графика видно, что колебания результатов расчета усилий во всех шарнирах механизма при перемещении входного звена из начального в конечное положение, изменяются незначительно и находятся в допустимых пределах.

Созданный на базе механизмов высоких классов самоходный полок, имеют следующие преимущества: большая жесткость конструкции за счет использования в ней замкнутых кинематических цепей; подъем рабочей площадки про-

изводится от одного привода, размещенного на стойке, что предельно упрощает управление и обслуживание устройства; обеспечивается необходимый вылет стрелы; компактность в транспортном положении; малая удельная металлоемкость и энергоемкость; технологичность производства, присущая манипуляторам на базе шарнирно-рычажных механизмов.

Четвертый раздел посвящен маркетинговому исследованию рынка потребителей самоходных шасси. Основными потребителями шасси являются крупные горнодобывающие предприятия, ведущие подземную разработку месторождений полезных ископаемых. Ежегодная потребность по СНГ, исходя из годовых объемов продаж СГО горнодобывающим предприятиям Казахстана и России, составляет около 250 машин. Производство новых конструкций самоходных шасси предполагается осуществить на специализированных машиностроительных производствах. Производство шасси СГО в Казахстане в сотрудничестве с зарубежными производителями предполагает постепенное импортозамещение составных частей самоходных шасси.

Заключение

В диссертации дано новое решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности использования самоходного оборудования на базе разработанного шасси, отвечающего лучшим мировым образцам.

Краткие выводы по результатам диссертационных исследований:

1. Разработана математическая модель самоходного шасси, в которой учитываются не только силы, действующие на рабочее оборудование, но и колебательные процессы, возникающие при работе машины, что существенно повышает надежность оборудования.

2. Разработана методика установления основных параметров самоходного шасси. Особенностью методики является получение системы уравнений с искомыми силовыми параметрами, где в виде известных коэффициентов присутствуют задаваемые метрические параметры в явном виде, что в свою очередь даёт возможность варьирования ими при создании оптимальной конструкции.

3. Для проектирования рамы самоходного шасси разработана САПР с использованием программного комплекса ADAMS, в сочетании с программным комплексом ANSYS, позволяющих оптимизировать конструкцию шасси.

4. Выполнен структурный анализ существующих конструкций сборочных единиц шасси самоходного оборудования и их классификация позволяющий разработать основные требования к их конструкции и оптимизировать компоновку шасси в зависимости от условий эксплуатации.

5. Для выбранного типа шасси рассмотрены возможности их изготовления и сборки в условиях Республики Казахстан. Так, доказано, что на начальном этапе целесообразней изготавливать на отечественных предприятиях корпусные детали и раму шахтного самоходного оборудования (ШСО), а остальные – собирать из импортных комплектующих, в последующем, с постепенной заменой их на отечественные.

6. Разработана конструкция полка для осмотра и крепления кровли выработок, не имеющая аналога. Аналитическим методом произведен синтез схемы полка и доказана его работоспособность. Составлена программа расчета траектории движения рычажных механизмов высоких классов. Выполнен кинестатический расчет механизма данного рычажного механизма. Проведены конструкторские расчёты звеньев предлагаемого оборудования.

7. Внедрение разработанного шасси вспомогательного оборудования позволит получить экономический эффект 158 млн. тенге на один комплекс оборудования.

Оценка полноты решения поставленных задач.

В результате проведения исследований разработана универсальная конструкция шасси вспомогательного оборудования и произведена адаптация импортного шасси к условиям рудников Казахстана с постепенным импортозамещением сборочных единиц. Спроектирована конструкция самоходного полка на базе разработанного шасси. Приводится разработанная инженерная методика расчета основных кинематических и конструктивных параметров самоходного полка новой конструкции. Эффективность этой методики подтверждается использованием методов математического анализа и компьютерного моделирования.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов.

Разработанная инженерная методика расчета основных кинематических и конструктивных параметров самоходного шасси, оборудованного полком новой конструкции, может быть использована при разработке проектов установок и внедрении их в промышленность, что позволит получить значительный экономический эффект от создания шасси на машиностроительных предприятиях Республики Казахстан, а также для подготовки специалистов в сфере горной промышленности.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области.

Проведенный обзор и сравнительный анализ литературы, а также опубликованные материалы подтверждают новизну и перспективу развития и соответствуют современному научно-техническому уровню.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л., Ахметов А.Т. Проектирование системы управления поворотом шахтного самоходного оборудования. //Материалы 65 научно-технической конференции, посвященной 75-летию Магнитогорского металлургического комбината. - Магнитогорск, 2007. - С. 254-258.

2. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Разработка конструкции самоходного полка для горнорудных предприятий Республики Казахстан. //Материалы 65 научно-технической конференции, посвященной 75-летию Магнитогорского металлургического комбината. - Магнитогорск, 2007 – С. 259-263.

3. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Кинетостатический анализ шахтного самоходного оборудования. / «Состояния и перспективы развития машиностроения в Казахстане» Материалы Международной научной конференции. - Алматы, 2007 – Т.2 – С.239-245.
4. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. К определению момента сопротивления повороту при движении шахтного самоходного оборудования./ Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана». - Караганда, 2007 - С. 76-79.
5. Вороненко В.К., Кузьмин С.Л. Проектирование новой конструкции самоходного полка для горнорудных предприятий/ Сборник Международной научной конференции «Топорковские чтения», выпуск 8 – Рудный, 2008. – Т.1 - С.128-132.
6. Абдрахимов У.Т., Жантурин М.Ж., Кузьмин С.Л. Проектирование самоходного полка для горнорудных предприятий Республики Казахстан. // Горный журнал Казахстана - 2009.№2 - С. 13-15.
7. Зарубин М.Ю. Кузьмин С.Л. Моделирование кинематического анализа механизма подъема самоходного полка. // Вестник науки Костанайского социально-технического университета им. академика З. Алдамжар. Серия естественно-технических наук. – Костанай, 2009. №1 (8). – С. 92-97.
8. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Динамический анализ механизма подъема механизированного полка для горношахтных работ. //Горный журнал Казахстана – 2009.№12. - С.21-23.
9. Кузьмин С.Л. Применение компьютерной технологии при проектировании самоходного полка для горной промышленности. / Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – Екатеринбург, 2009. – С. 278-281.
10. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Кинетостатический расчет механизма подъема самоходного полка. / Сборник Международной научно-практической конференции «Роль стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан в условиях глобализации: проблемы и перспективы». – Рудный, 2009. – Т. 1 – С. 46-51.
11. Зарубин М.Ю., Кузьмин С.Л. Исследование кинематики механизма подъема самоходного полка с использованием ЭВМ. / Сборник Международной научно-практической конференции «Роль стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан в условиях глобализации: проблемы и перспективы». – Рудный, 2009. – Т.1 – С. 401-407.
12. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Силовой анализ механизированного полка. / Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сборник докладов VIII Международной научно-технической конференции «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – Екатеринбург, 2010. – С. 84-87.
13. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Проектирование конструкции самоходного полка. / Сборник Международной научно-технической конференции «Третьи Ержановские чтения». – Актобе, 2010.– С. 14-18.

СЕРГЕЙ КУЗЬМИН
Жерасты кеніштеріне арналған өзіжүргі сөресінің шасси
параметрлерін негіздеу

ТҮЙІН

Мемлекеттің экономикалық және әлеуметтік дамуының басты мәселесінің бірі өндірістік автоматизациялануы мен кешендік механизация негізінде еңбек өнімділігін көтеру. Өнеркәсіптің тау-кен саласында бұл проблема кеніштерде жоғары өнімді өзіжүргі жабдықтың кеңінен қолданылуымен шешіледі. Өзіжүргі жабдық үшін жоғары өнімділік, маневрлілік, сенімділік қасиеттері тән. Өзіжүргі машиналар кешендерінде қосымшалар (қазбаларды өңдеу және бекітуге арналған, теспе мен төтелдің оқтамасы, жолдардың ғимараттары материалдардың жеткізілуі, жүк көтеруші, жанармай толтырушы) өнімділігі жағынан негізгілерге (бұрғылау арбалары, жүктеу және көліктік) сәйкес емес, бұл соңғы аталған құралдардың қолданылуының тиімділігін түсіреді. Бұдан басқа негізінде нақты жағдай үшін шығарылатын қосымша машиналардың әр түрлі типтер мен маркаларда болуы жөндеуді күрделілендіреді және желі мен бөлшектердің өзара алмасуына мүмкіншілік бермейді. Тау-кен, құрылыс және ауыл шаруашылығы жабдықтарының маңызды бөлімі өзіжүргі шассиінде орналастырылған. Жүйелестірудің ғылыми негізделген тәсілдерінің болмауы конструкция мен бірінғайлау талаптарына жауап беруші өзіжүргі шасси мен ілме жабдықтың жеке өндірісін күрделілендіреді.

Жұмыстың мақсаты Қазақстан Республикасының тау-кен машина құрылысы кешенінде қосымша жабдықты шығаруға арналған дүние жүзілік стандарт бойынша өзіжүргі шассиінің әмбебапты конструкциясын жасап шығару болып табылады. Жұмыстың негізгі идеясы құрылып жатқан шассидің негізгі параметрлері мен көрсеткіштерін ықшамдау үшін шахталы өзіжүргі жабдықтың зерттелуінде ұсынылған кинетостатикалы әдісін қолданылуында.

Жұмыстың мақсаты. Қазақстан Республикасының кен өндіру саласына өңдеуші жабдықтардың өздігінен жүретін шассилер конструкциясының параметрлерін дәлелдеу, оның тиімділігін қамтамасыз етеді.

Жұмыстың ойы. Құрайтын шассимен шасси мен сөренің негізгі параметрлері және сапа көрсеткіштерін ұтымдауға шахталық өздігінен жүретін жабдықтарды кинетостатикалық зерттеулерде ұсынылған әдісті қолдануда қорытындыланады.

Қосылған мақсатқа жетуге келесі мақсаттарды шешу қажет:

1. Қазіргі өзектілік күйін зерделеу және оның негізінде өте болашақты шассидің типін таңдау.
2. Өздігінен жүретін шассилер жұмысының тиімділігін көтеру бойынша теориялық зерттеулерді орындау.
3. Өздігінен жүретін шассилер мен сөрелер сапасының негізгі параметрлері мен көрсеткіштерін ғылыми дәлелдеу және анықтау.
4. Әлемдік стандарттар бойынша көмекші жабдықтар шассилерінің әмбебап конструкциясын жасау және біртіндеп жинақтама бірліктерін импорттылармен ауыстырып Қазақстан кеніштер шарттарына импортты шассилерді қосу.

5. Жасалған шасси базасында жаңа әмбебап өздігінен жүретін сөрелердің конструкциясын жобалау.

6. Экономикалық тиімділікке баға беру.

Зерттеу әдісі. Диссертациялық жұмысты орындау кезінде ғылыми – техникалық ақпаратты ғылыми – техникалық ақпаратты ғылыми біріктіру және талдау, теориялық зерттеу, математикалық моделдеу әдістері конструкторлық жасауды қосатын зерттеудің кешенді әдісі қолданылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми шарты:

1. Жерасты кеніштерінің көмекші жабдықтарындағы өздігінен жүретін шассилер конструкциясының негізгі элементтерінің ұтымды параметрлері кинетостатикалық зерттеулер әдісін қолданып дәлелденуі мүмкін;

2. Кен қазбаларын бекітуге және көмекші жұмыстарға және әмбебап сөрелердің жұмыс икемділігі өздігінен жүретін шассилер конструкциясына оны жалғастыруға асура классификациясы бойынша жоғары класты тік сызықты бағыттаушы механизмінің қолданғанда жетіледі.

3. Шығу буынының тік сызықты жүруі кезінде жұмыс қауіпсіздігін көтеру мақсатымен өздігінен жүретін сөрені көтеру механизмінің кинематикалық талдауы жалпылама координат әдісін қолдануда камтамасыз етіледі.

Ғылыми шартының шынайылығы пайдаланатын жабдықтардың шынайы шарттарымен математикалық модельдеу нәтижелерінің ұқсастығымен ұсынылады.

Ғылыми жаңалығы келесі жұмыстың нәтижелерімен қорытындыланады:

- шахталық өздігінен жүретін сөренің кинетостатикалық зерттеу әдісі жасалған;

- өздігінен жүретін шассидің математикалық моделі жасалған, онда жұмыстық жабдықтарға, әсер ететін тек қана күштер емес сонымен қатар машина жұмыс кезінде туындайтын тербелісті процесстерде ескерілмейді;

- өздігінен жүретін шассилердің негізгі параметрлерін орнату әдісі жасалды;

- өздігінен жүретін жабдықтар шассінің жинақтама бірліктерінің бар конструкциясының құрылымдық талдауы және олардың конструкциясына негізгі талаптарын жасауға мүмкіндік беретін классификациясы және рпайдалану шартына байланысты шассиді жинақтауды ұтымдауды орындайды.

Тәжірибелік құндылығы диссертациялық жұмысты жасауда қорытындыланады:

- өздігінен жүретін шассилердің негізгі параметрлерін есептеу әдістері;

- аналогы жоқ қазбаның төбесін қарауға және бекітуге сөренің конструкциялары.

Автордың жеке үлесі математикалық модельдеуді жасау, сөренің бағыттаушы механизмін теориялық және экспериментті зерттеу әдісі, әлемдік стандарттар бойынша көмекші жабдықтарға шассидің әмбебап конструкциясынан тұрады.

Жұмыстың қорытындысы мен ұсынысын іске асыру.

Зерттеу нәтижелері бойынша жасалған ұсыныстар келесі формада іске асырылды жобаланатын шахталық өздігінен жүретін жабдықтардың шарнирлі раманың жалпы түрінің сызбаларын жасау; IV класты бағыттаушы механизм базасында әмбебап сөренің жаңа конструкциясын жасау.

SERGEY KUZMIN

Basis of parameters of chassis self-propelled platform for conditions of underground mines

ANNOTATION

One of the priority problems of economic and social development of the country is the increasing of productivity on the base of the integrated mechanization and automation of production. In the mining industry, this problem is solved by using the high-performance self-propelled equipment in the mines. Higher productivity, manoeuvre, reliability are the main features of the self-propelled equipment. In the complex of self-propelled machines helping (for the barring and support setting workings, charging hole and borehole, road - construction, delivery of materials, freight, fueling) do not meet to the basic by the productivity (drilling carriages, loading and transport equipment), which reduce the efficiency of the latest machines.

Besides the presence of different types and brands of helping machines, produced as a rule for certain conditions, prevents the repair and makes it impossible the interchangeability of joints and components. The considerable part of mining, road-construction and agricultural equipment are installed on the self-propelled chassis. The lacks of scientific methods of the ordering makes difficult the design and manufacture its own self-propelled chassis and optional equipment which meet the requirements of the technology and unification of constructions.

The aim of the work is the development of the universal construction of the self-propelled chassis by world standards for the production of helping equipment in the mining engineering industry of the Republic of Kazakhstan.

The basic idea of the work is the using of the proposal kinetostatic method of study of the self-propelled mining equipment for optimization of the basic parameters and indicators of the creative self-propelled chassis` quality.

The integrated research method, which includes the analysis and synthesis of scientific research and technical information, theoretical research, mathematical modeling, design exploitation, is used in the thesis.

The target of the work. The Motivation parameter to designs selfpropelled carriage accessory for mountain branches of the Republic Kazakhstan, providing its efficiency.

The Idea of the work is concluded in use the offered method kinetostatic studies of the mine selfpropelled equipment for optimization main parameter and factors quality created carriage and shelf.

For achievement putted purposes necessary to solve following **problems**:

1. Study modern condition of the problem and choose the most perspective type carriage on its base;
2. Execute the basic researches on increasing of efficiency of the work selfpropelled carriage;
3. Scientifically motivate and define the main parameters and factors quality to designs selfpropelled carriage and shelf;

4. Develop the universal design a carriage accessory on world standard and adapt the import carriage to condition mine Kazakhstan with gradual importchange adjustment units;

5. Design in principal new universal selfpropelled shelf on the base designed carriage;

6. Give the estimation to cost-performance.

Methods of Research. When performing scientific work was used complex method of the studies, including analysis and scientific generalization to research information, basic researches, methods of mathematical modeling, design developments.

Scientific originality of the work outcomes are as follows:

1. The Rational parameters main element to designs selfpropelled carriage accessory underground mine can be motivated with use the method kinetostatic studies;

2. Capacity to work new universal shelf for fastening the mountain productions and other auxiliary work are reached by use rectilinear directing high-class mechanism on categorizations Assura with its privyazka to designs created selfpropelled carriage;

3. Kinematicheskiy analysis of the mechanism ascent selfpropelled shelf for the reason increasing of safety of the work under rectilinear motion output section is the method of the generalised coordinates provided by use.

Validity of the scientific positions is confirmed by convergence result mathematical modeling with actual position on exploited equipment.

Research and Outcomes for defence:

- is designed method kinetostatic studies mine selfpropelled shelf;

- is designed mathematical model selfpropelled carriage, in which are taken into account not only power, acting on worker equipment, but also oscillatory processes, appearing when working the machine;

- is designed methods of the determination main parameter selfpropelled carriage;

- is executed structured analysis existing design of the adjustment units carriage selfpropelled equipment and their categorization allowing develop the main requirements to their designs and optimize the kompanovka a carriage depending on conditions of the usages.

Practical importance of the work is in:

- a methodses of the calculation main parameter selfpropelled carriage;

- a designs shelf for checkup and fastening to roofings of the productions, not having analogue.

The Personal contribution of the author consists in development of the mathematical model, method theoretical and experimental study directing mechanism shelf, universal design carriage for accessory on world standard.

Implementation of the conclusions and recommendation of the work.

Designed on result of the studies to recommendations marketed in the following forms: development of the drawings of the general type joint frames designed mine selfpropelled equipment; the development new design universal self-propelled on the base directing mechanism IV class.

Подписано в печать 22.10.2010 г.

Печать типографическая. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная №1. Объем 1 п.л.
Тираж 100 экз. заказ №

Типография Алматинского института
энергетики и связи
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126