

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

УДК 629.114.4

На правах рукописи

Муратова Диана Муратовна

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Обоснование эффективности применения опрокидывающего устройства самосвала новой конструкции
Направление подготовки	6М071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии»

Научный руководитель
кандидат технических наук

Ш. Д. Ахметова
20 05 2019 г.

Рецензент

зед.каф. с.т.ч. профессор
М. С. Курманов
29 05 2019 г.

Нормоконтроль,
кандидат технических наук,
доцент

Р. А. Козбагаров
22 05 2019 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Транспортная техника»
доктор технических наук,
профессор

С. А. Машеков
31 05 2019 г.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОУП

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра «Транспортная техника»

6М071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Транспортная техника»
доктор технических наук,
профессор

 С. А. Машеков
28 февраля 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Муратовой Диане Муратовне

Тема: *Обоснование эффективности применения опрокидывающего устройства самосвала новой конструкции*

Утверждена приказом Ректора Университета № 1767-м от "25" февраля 2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации "29" мая 2019 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: *Материалы инженерного расчета с применением патентного, прочностного анализа и САЕ компьютерной модели гидроцилиндра автомобиля-самосвала*

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание диссертации:

- а) *Сбор и анализ информации по автомобилям-самосвалам*
- б) *Патентный поиск и конструктивный анализ конструкций по опрокидывающим устройствам автомобилей-самосвалов*
- в) *Расчеты и результаты исследования*
- г) *Компьютерное моделирование гидроцилиндра*
- д) *Заключение*
- е) *Список использованной литературы*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *Презентация диссертации на _____ слайдах*

Рекомендуемая основная литература:

1. Гришкевич, А.И., Высоцкий, М. С. Автомобили: Специализированный подвижной состав : учебное пособие - Минск : Высшая школа, 1989.- 240с -Б.ц.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. Т. 1-2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 559 с., ил
3. Белокуров В.Н, Гладков О.В. Автомобили-самосвалы: М.: Машиностроение, 1987.–216 с.: ил.
4. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. М “Высшая школа” 1999.
5. П.А. Руденко, Ю.А. Харламов. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев “Высшая школа”. 1991г.
6. Методическое руководство. Выбор технологических методов обработки поверхностей детали. Составитель: В.А. Ахматов. Самара 1991г.

ГРАФИК

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Сбор материала по автомобилям-самосвалам	11.03.2019 г.	
Сбор и обзор патентной информации. Выбор перспективной конструкции по патентам	19.04.2019 г.	
Расчеты и результаты исследования	22.04.2019 г.	
Компьютерное моделирование гидроцилиндра	29.04.2019 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование Разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Сбор материала по автомобилям-самосвалам	Ш. Д. Ахметова, к.т.н.	11.03.19г.	
Сбор и обзор патентной информации. Выбор перспективной конструкции по патентам	Ш. Д. Ахметова, к.т.н.	19.03.19г.	
Расчетная часть, расчет весовых характеристик автомобиля самосвала, продольная и поперечная устойчивость самосвала	Ш. Д. Ахметова, к.т.н.	22.04.19г.	
Методика проведения экспериментальных исследований, создание математической модели	Ш. Д. Ахметова, к.т.н.	29.04.19г.	
Нормоконтроль	Р. А. Козбагаров, к.т.н., доцент	22.05.19г.	

Научный руководитель _____  Ш. Д. Ахметова

Задание принял к исполнению обучающийся _____  Д. М. Муратова

Дата

"25" февраля 2019 г.

АНДАТПА

Өзі аударғыш-автомобиль – үйінді (үйме) жүктерді тасымалдау үшін қызмет ететін арнайыландырылған жүк автомобилі. Тасымалдау және жүк түсіру операцияларын орындау кезінде пайдалану қауіпсіздігі, көбінесе өзі аударғыш-автомобильдердің маңызды пайдалану қасиеттерінің бірі болып табылатын орнықтылық пен өту қаблетіне байланысты.

Осы магистрлік диссертацияда жүк түсіру кезінде де, қозғалыс кезінде де өзі аударғыш-автомобильдің орнықтылығы мәселесі қарастырылады. Патенттік, беріктік талдауды, математикалық статистиканы қолдану арқылы теориялық зерттеулер және өзі аударғыш-автомобильдің және гидроцилиндрдің САЕ компьютерлік үлгісін пайдалана отырып инженерлік есепті үлгілеу жүргізілді.

Гидроцилиндр параметрлерінің алынған есептері өздігінен аударғыш шанақтың аударылу механизмдерін есептеуді жетілдіру үшін әдістемелік база бола алады.

АННОТАЦИЯ

Автомобиль-самосвал - это специализированный грузовой автомобиль, который служит для перевозки насыпных (навалочных) грузов. Устойчивость и проходимость являются одними из важнейших эксплуатационных свойств автомобилей-самосвалов, от которых во многом зависит безопасность эксплуатации при выполнении транспортных и разгрузочных операций.

В данной магистерской диссертации рассматривается проблема устойчивости автомобиля-самосвала как во время разгрузки, так и во время движения. Проведены теоретические исследования путем применения патентного, прочностного анализа, математической статистики и моделирования, инженерного расчета с применением CAE компьютерной модели автомобиля-самосвала и гидроцилиндра.

Полученные расчеты параметров гидроцилиндра могут служить методической базой для совершенствования расчета механизмов опрокидывания кузова самосвала.

ANNOTATION

A dump truck is a specialized truck that serves to transport bulk cargo. Stability and throughput are some of the most important operational properties of dump trucks, on which operational safety depends largely on the performance of transport and unloading operations.

This master's thesis deals with the problem of the stability of a dump truck both during unloading and during driving. Theoretical studies were carried out by applying a patent, strength analysis, mathematical statistics and modeling, engineering calculation using the CAE computer model of a dump truck and hydraulic cylinder.

The obtained calculations of the parameters of the hydraulic cylinder can serve as a methodological basis for improving the calculation of dumper body tipping mechanisms.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Общие характеристики. Актуальность исследования	11
1.1	Классификация и область применения самосвалов	11
1.2	Механизм опрокидывания платформы	12
1.3	Выявление степени технического уровня самосвальной техники, используемой в Республике Казахстан	14
2	Обзор и анализ конструкций опрокидывающих устройств	20
2.1	Литературно-патентный обзор	20
2.2	Сравнительный анализ новых технических решений	44
2.3	Новое техническое решение, обеспечивающее повышенную устойчивость	46
2.4	Научная гипотеза. Предложения по части теоритического и экспериментального рассмотрения вопроса	49
3	Расчеты и результаты исследования	50
3.1	Задачи и методы расчёта	50
3.2	Расчет весовых характеристик автомобиля самосвала	51
3.3	Продольная устойчивость самосвала	53
3.4	Поперечная устойчивость самосвала	58
4	Методика проведения экспериментальных исследований	60
4.1	Экспериментальная оценка показателей устойчивости самосвала повышенной грузоподъемности с задней разгрузкой	60
4.2	Методика расчета основных показателей гидроцилиндра самосвала	63
	Заключение	68
	Список использованной литературы	69

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт широко используется во всех отраслях хозяйства. Перед автомобильным транспортом поставлены следующие задачи: повысить эффективность использования транспортных средств, и в первую очередь за счёт улучшения структуры автомобильного парка.

Технический уровень автомобиля, соответствие его конструкции требованиям эксплуатации непосредственно влияют на производительность транспортной работы. Грузовыми автомобилями перевозятся самые разнообразные грузы, отличающиеся физическими свойствами, в частности плотностью, размерами, упаковкой.

С развитием автомобильного транспорта возникли стабильные грузопотоки однородных грузов, в результате чего во многих случаях оказалось экономически целесообразным приспособить автомобиль для массовых систематических перевозок, появились так называемые специализированные автомобили. Специализированное транспортное средство - транспортное средство, предназначенное для перевозки определенных видов грузов (нефтепродукты, пищевые жидкости, сжиженные углеводородные газы, пищевые продукты и т.д.).

Применение специализированных автомобилей и автопоездов повышает сохранность грузов, позволяет облегчить и полностью механизировать погрузочно-разгрузочные работы и этим существенно повысить производительность труда и снизить себестоимость автотранспортных перевозок. Самым распространённым типом специализированных грузовых автомобилей являются автомобили-самосвалы приспособленных для массовых перевозок сыпучих и навалочных грузов.

Актуальность работы

Устойчивость и проходимость считаются одними из главных эксплуатационных качеств автомобилей-самосвалов, от которых во многом находится в зависимости безопасность эксплуатации при выполнении транспортных и разгрузочных операций.

В зависимости от направления скольжения или опрокидывания различают поперечную и продольную устойчивость. В процессе эксплуатации более вероятна и опасна потеря поперечной устойчивости, возникающая вследствие действия различных боковых сил. Потеря поперечной устойчивости может произойти как при криволинейном, так и при прямолинейном движении, а также при выполнении разгрузочных операций.

С целью оценки показателей устойчивости и проходимости необходимо проведение экспериментальных исследований опытных образцов автомобилей-самосвалов. В связи с этим, вопросы исследования данной проблемы на автомобилях-самосвалах являются актуальными.

Целью работы является повышение эффективности работы опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала новой конструкции путем изменения угла опрокидывания, а также расчета прочностных характеристик, которые испытывает гидравлический цилиндр.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести сбор и анализ информации по автомобилям-самосвалам, используемым в настоящее время;
- провести патентный поиск и конструктивный анализ по автомобилям-самосвалам;
- произвести расчет оптимального угла опрокидывания кузова;
- разработать математическую модель гидравлического цилиндра и усилий, которые он испытывает в момент разгрузки;
- разработать методику с использованием нового оборудования.

Научная новизна: Разработка методики расчета прочностных характеристик, которые испытывает гидравлический цилиндр.

Научные статьи и публикации. По теме диссертации опубликована 1 статья в Восточно-Европейском научном журнале № 41, Январь 2019.

Объем и структура работы. Магистерская диссертация состоит из 4 разделов, заключения, изложена на 70 страницах основного текста. Работа содержит 39 рисунков, 2 таблицы и 23 использованных источника.

1 Общие характеристики. Актуальность исследования

1.1 Классификация и область применения самосвалов

Самосвал - грузовое транспортное средство, прицепное или полуприцепное устройство с кузовной платформой, которая наклоняется механическим или гидравлическим приводом для разгрузки грузов [1].

Как правило, используются для перевозки сыпучих и загружаемых навалом грузов. Существуют модели с принудительной выгрузкой - шнеком, скребковым транспортёром и другие.

Машины делят на группы по основным признакам:

1. По выполняемым задачам различают самосвалы:

- для строительных работ;
- для работы в карьерах по добыче ископаемого сырья;
- сельскохозяйственного назначения;
- узкоспециализированные (подземные, шлаковозы и другие машины)

2. По грузоподъёмности:

- малая до 2 т.;
- средняя 2-6 т.;
- большая 7-14 т.;
- особо большая 14 т и выше.

3. По исполнению подвижной части:

- обычного типа (прицеп не предусмотрен);
- автопоезда, разгрузка тягача и первого прицепа только бортовая;
- полуприцепы;
- прицепы.

Свои различия вносят конструкция кузовной платформы и способ выгрузки. Кузов-бункер имеет наклонное дно и насыпной перевозимый материал саморазгружается при открытии борта.

Самосвалы с подъёмной транспортной платформой различаются по направлению выгрузки - заднему, боковому, на обе стороны, универсальному.

Машина собирается на раме шасси грузового автомобиля, прицепного или полуприцепного устройства. Самосвальная установка состоит из: кузовной платформы, опрокидывающего механизма с приводом гидравлического типа, надрамника.

Принципиальные схемы устройств с гидравлическим приводом подъёмного механизма (рисунок 1.1):

а) основная схема с разгрузкой через задний борт, гидроцилиндр под платформой и воздействует на её основание (ЗИЛ-ММЗ-555 и 4502, МАЗ-503А);

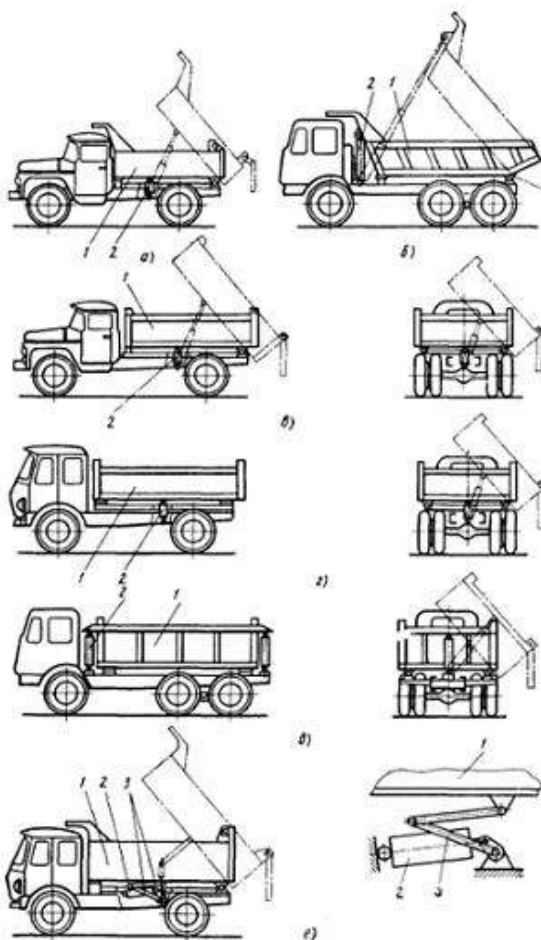
б) разгрузка назад, гидроцилиндр за кабиной, работает на передний борт (КрАЗ-6505, КамАЗ-5511);

в) разгрузка на три стороны, гидропривод под платформой (ЗИЛ-ММЗ-554М и 4504, КАЗ-4540);

г) выгрузка на две боковые стороны, гидропривод под платформой. Используется в автопоездах, включая тягач;

д) двухсторонняя бортовая разгрузка, гидропривод из двух цилиндров, воздействующих на переднюю и заднюю части платформы;

е) выгрузка назад, гидроцилиндр воздействует не на основание платформы, а на систему рычагов [2].



1 – грузовая платформа; 2 – гидроцилиндр привода подъема;
3 – рычажная система

Рисунок 1.1 - Схемы исполнения самосвалов

1.2 Механизм опрокидывания платформы

Гидравлическое подъёмное устройство обеспечивает быстрый подъём кузова самосвала. Данную конструкцию можно охарактеризовать как высоконадёжную, дешёвую, простую. От подъёмного устройства требуется создание нужной силы для подъёма и обеспечения нужного перемещения

кузова. Подъёмные устройства могут классифицировать по их работе, рабочему давлению и расположению. Применяются схемы со сдвоенным гидроцилиндром и одиночным. По давлению - с высоким и низким [1,4].

Гидравлическое подъёмное устройство легко в обслуживании. Схема обслуживания имеет следующий вид.

После того как масло из телескопического подъемника слито через резьбовую пробку (спускной винт отвертывают на 2-1, 3 оборота), можно снять шланг высокого давления. Прежде чем отвернуть штуцер шланга из корпуса телескопического подъемника, необходимо отсоединить накидную гайку от стального трубопровода. При разборке или установке шланга высокого давления запрещается круто перегибать или закручивать шланг, так как это может нарушить его прочность. Шланги низкого давления закреплены на трубопроводах хомутами, и поэтому снятие и установка их не представляют затруднений [5].

Чтобы снять телескопический подъемник, его необходимо отсоединить от платформы и от кронштейна надрамника. Для этого достаточно отвернуть и вынуть головку плунжера с ушком, расшплинтовать и вынуть палец из пяты и ушков кронштейна надрамника. Снимают телескопический подъемник вместе с предварительно поставленными в нерабочее положение плунжером и гильзой подъемника.

Перед снятием с автомобиля-самосвала коробки отбора мощности с масляным насосом в сборе из нее сливают масло и отсоединяют шланги высокого и низкого давления. Для отсоединения шланга от трубопровода одним ключом берут накидную гайку, а вторым - шестигранник шланга у места соединения с этим маслопроводом (рядом с накидной гайкой). Отвернув шесть гаек со шпилек крепления коробки отбора мощности к картеру коробки передач, можно снять коробку отбора мощности вместе с масляным насосом, если перед этим был отвернут шаровой наконечник и снят фиксатор с рычага управления коробкой отбора мощности, иначе рычаг не пройдет в прорезь в полу кабины при снятии коробки отбора мощности.

Телескопический подъемник можно разбирать на корытообразном стенде. С предварительно вымытого и протертого по наружной поверхности телескопического подъемника снимают верхнее стопорное кольцо [3].

1.2.1 Гидравлический подъёмный механизм

При проектировании подъёмного механизма необходимо обеспечить определённый угол наклона платформы при минимальной массе конструкции. Основным агрегатом подъёмного механизма является гидроцилиндр, масса которого составляет значительную часть массы всего опрокидывающего устройства. Можно предположить, что металлоёмкость гидроцилиндра будет тем меньше, чем меньше развиваемое им усилие. Казалось бы, при подъёме платформы с грузом заданной массы для уменьшения усилия гидроцилиндра его рациональнее располагать дальше от поворотного шарнира, то есть у переднего борта платформы. Однако в этом случае для обеспечения заданного угла наклона платформы необходимо

увеличивать ход гидроцилиндра, то есть общую длину цилиндров, а значит повышать его метало ёмкость. Однозначно определить оптимальное место размещения гидроподъёмника без проведения всестороннего анализа не представляется возможным. В настоящее время при проектировании в основном учитываются конструктивно-технологические и функциональные факторы [5].

Для самосвалов с разгрузкой на две и три стороны единственно возможным является расположение гидроцилиндра под платформой. Для самосвалов, имеющих разгрузку только назад, гидроцилиндры располагают как под платформой так и перед её передним бортом так и перед бортом. Выбор того или иного варианта обусловлен компоновочными ограничениями и существующими на конкретном производстве конструкторскими и технологическими традициями. При решении вопроса о рациональном размещении гидроцилиндра по мимо приведённых факторов учитывают влияния место его расположения на прочность платформы и элементов надрамника или рамы, а также на устойчивость всего самосвала при разгрузке.

Вне зависимости от того, где расположен гидроцилиндр (у переднего борта или под платформой), необходима правильно ориентировать его как звено подъёмного механизма, обеспечивающего заданный угол подъёма платформы. Если гидроцилиндр спроектирован специально для данного самосвала, то варианты его конструкции и расположения могут быть различны. Однако чаще используется существующий гидроцилиндр, корректируя ход его звеньев. При этом возможности размещения гидроцилиндра ограничены. Кроме того, их сужают компоновочные ограничения (пространство между платформой и агрегатами шасси). В этих условиях нужно стремиться к тому, чтобы усилие, развиваемое гидроцилиндром, было минимальным в начале подъема или, что важнее, в момент действия максимального давления в цилиндре (это, как правило, момент выдвижения последнего звена) [7]. Обычно эти вопросы, с учетом компоновочных ограничений, решаются на основании анализа различных конструктивных вариантов.

В настоящее время выбор оптимальных геометрических характеристик подъёмного механизма при минимальном пиковом усилии гидроцилиндра можно осуществить с использованием ЭВМ.

1.3 Выявление степени технического уровня самосвальной техники, используемой в Республике Казахстан

Рассмотрим несколько популярных марок самосвалов, использующихся на дорогах Республики Казахстан, а также в постсоветском пространстве.

Далее будут представлены технические параметры и особенности отдельных моделей самосвалов.

Технический уровень современных автомобилей-самосвалов можно проследить по таким маркам, как MAN, Scania, Mercedes-Benz, Volvo, Iveco, Renault, Hyundai, Shaanxi, КамАЗ, МАЗ, Урал и др.

Рассмотрим конструкции строительных автомобилей – самосвалов, выпускаемых некоторыми ведущими мировыми фирмами.

На рисунке 1.2 представлен автомобиль - самосвал «МАЗ-5516»:

- объем кузова: 22 куб. м.;
- грузоподъемность: 20000 кг.;
- колесная формула: 6х4;
- количество осей: 3;
- тип двигателя: дизель;
- мощность: 380 л.с.;
- объем двигателя: 12500 куб.см.



Рисунок 1.2 - Автомобиль-самосвал «МАЗ 5516»

Отличительной особенностью данного самосвала является то, что подъемный механизм расположен перед кузовом.

Недостатком данной конструкции является то, что для подъема кузова используется телескопический цилиндр, который отличается своей дороговизной и в обслуживании, и в изготовлении, а так же еще одним недостатком можно отметить полость в кузове самосвала, отведенную для гидроцилиндра, которая занимает хоть и не большой но все же полезный объем кузова [6].

На рисунке 1.3 можно наблюдать конструкцию опрокидывающего устройства автомобиля - самосвала «IVECO Trakker AD380T41» Основание

платформы с несущим каркасом и креплением гидроцилиндра в передней части кузова автомобиля - самосвала.

При конструировании данного автомобиля самосвала инженеры учли все требования, предъявляемые к строительным самосвалам, но они по-прежнему используют сложный 4-ти ступенчатый телескопический гидроцилиндр, расположенный впереди кузова, тем самым занимая полезный объем, путем выреза на передней стенке кузова некоторый проем, что усложняет конструкцию.

- объем кузова 16 куб. м.;
- грузоподъемность 20 т.;
- разгрузка задняя;
- угол подъема кузова, град. – 50;
- тип двигателя: дизель;
- мощность двигателя – 410 л. с.;
- количество осей – 3;
- колесная формула - 6х4.



Рисунок 1.3 - Автомобиль-самосвал «IVECO Trakker AD380T41»

На рисунке 1.4 показан российский Самосвал «УРАЛ-63685».

Основные параметры:

- объем кузова 15 куб. м.;
- грузоподъемность 20 т.;
- разгрузка: задняя;
- колесная формула: 6х4;
- количество осей: 3;

- тип двигателя: дизель;
- мощность двигателя: 300 л.с.



Рисунок 1.4 - Самосвал «УРАЛ-65514»

Недостатком данной конструкции является то, что опрокидывающее устройство, а именно, телескопический гидроцилиндр расположен между кабиной и кузовом и упирается в верхнюю часть борта [8]. Данное техническое решение требовало дополнительное место, в связи с этим в кузове имеется полость, которая обеспечивает работу гидроцилиндра, но одновременно занимает полезный объем кузова.

Ниже показан китайский автомобиль-самосвал «SHAANXI SXF» (Рисунок 1.5):



Рисунок 1.5 - Самосвал «SHAANXI SXF»

Основные параметры:

- объем кузова 19 куб. м.;
- грузоподъемность 19 т.;
- полная масса 27 190 кг.;
- разгрузка задняя;
- тип двигателя: дизель;
- мощность двигателя –336 л. с.

Китайские самосвалы сочетают в себе европейское качество и доступные цены. Будучи произведенными по лицензиям ведущих европейских фирм производителей, они сочетают в себе лучшие качества европейских аналогов.

Разгрузка «SHAANXI SXF» осуществляется назад, через задний борт с верхней навеской креплением гидроцилиндра в передней части. Опрокидывающее устройство платформы гидравлическое.

На рисунке 1.6 показан корейский автомобиль – самосвал «Hyundai HD 270». Опрокидывание кузова данного автомобиля – самосвала осуществляется за счет рычажной системы и гидроцилиндра, которые расположены под кузовом. Данное конструкторское решение потребовало уменьшение кузова по высоте.

- объем кузова: 15 куб. м.;
- грузоподъемность: 19 т.;
- разгрузка: задняя;
- тип двигателя: дизель;
- мощность: 380л.с.;
- объем: 12300куб.см.;
- количество осей: 3;
- колесная формула: 6х4;



Рисунок 1.6 - Автомобиль-самосвал Hyundai HD 270

В результате анализа, можно сделать следующий вывод: переднее расположение опрокидывающего устройства является наиболее распространенным и может являться критерием при установлении современной тенденции развития конструкции опрокидывающих устройств автомобилей – самосвалов [4].

Сущность изобретения: опрокидывающий механизм содержит шарнирно установленный на раме 1 самосвала телескопический гидроцилиндр 2 одностороннего действия с несколькими выдвижными плунжерами. В нижней части на наружной поверхности плунжеров выполнены кольцевые канавки, в которых установлено по два цилиндрических направляющих вкладыша 16 и 18, имеющих возможность взаимодействия торцовыми поверхностями со стопорными кольцевыми элементами (пружинными кольцами) 14 и 21, ограничивающими осевое перемещение плунжера. На концах обоих направляющих вкладышей 18 последнего плунжера выполнены граненые выступы, имеющие форму тупого клина. При этом расстояние n между соседними гранеными выступами при сопряжении между собой граненых выступов противоположных концов этих вкладышей меньше расстояния m между концами вкладышей остальных плунжеров при симметричном их расположении относительно оси гидроцилиндра 2, что обеспечивает поддержание избыточного давления у манжеты 12 при рывках платформы (рисунок 2.1) [20].

2.1.2 «Устройство для подъема платформы автомобиля-самосвала»

RU 2354565 C1; В60Р 1/16; 10.05.2009 Бюл. № 13

Авторы патента: Рипинский М. С, Минюкович С.М, Корсаков В. В, Добринец В. К, Захарик А. М.

Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к устройствам для подъема платформы автомобилей-самосвалов. Устройство для подъема платформы автомобиля-самосвала содержит насос (1), масляный бак (4), клапан управления (7), регулировочный клапан (8) и гидроцилиндр (9). Корпус (10) регулировочного клапана (8) выполнен в виде переходника наконечника (13) и закреплен на гидроцилиндре (9).

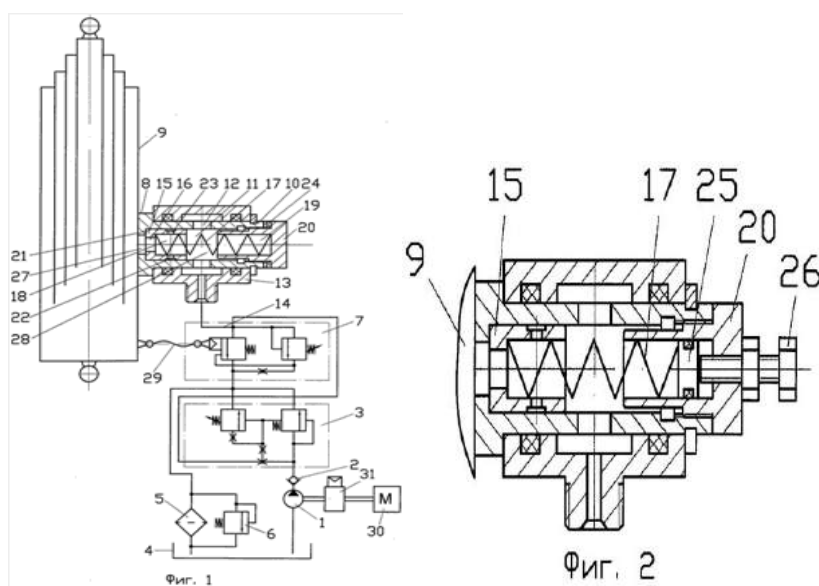


Рисунок 2.2 – Конструктивная схема устройства для подъема платформы автомобиля-самосвала и регулировочный клапан с регулировкой усилия пружины плунжера регулировочным болтом

Клапан управления (7) сообщен с выполненными в корпусе (10) радиальными каналами (12) и ступенчатым осевым каналом (11), в котором размещен плунжер (15) с центральным отверстием (16) заданного диаметра, поджатый к торцу (21) ступенчатого осевого канала пружиной (17), входящей в центральные каналы (18, 19) соответственно плунжера (15) и пробки (20), ввернутой в корпус (10). Усилие сжатия пружины (17) регулируется. Между пробкой (20) и корпусом установлены регулировочные прокладки (24). Опускание груженной платформы замедляется за счет смещения плунжера (15) давлением жидкости в полости (27) и поступления жидкости через каналы (23). Изобретение повышает надежность и безопасность устройства 1 з.п. ф-лы, 2 ил. (рисунок 2.2) [21].

2.1.3 «Гидроподъемный механизм наземного транспортного средства»
RU 2 514 416 С1; В60Р 1/30; В60Р 1/16; 27.04.2014 Бюл. № 12

Автор патента: Некрасов Владимир Иванович.

Изобретение относится к наземным транспортным средствам, в частности к автосамосвалам.

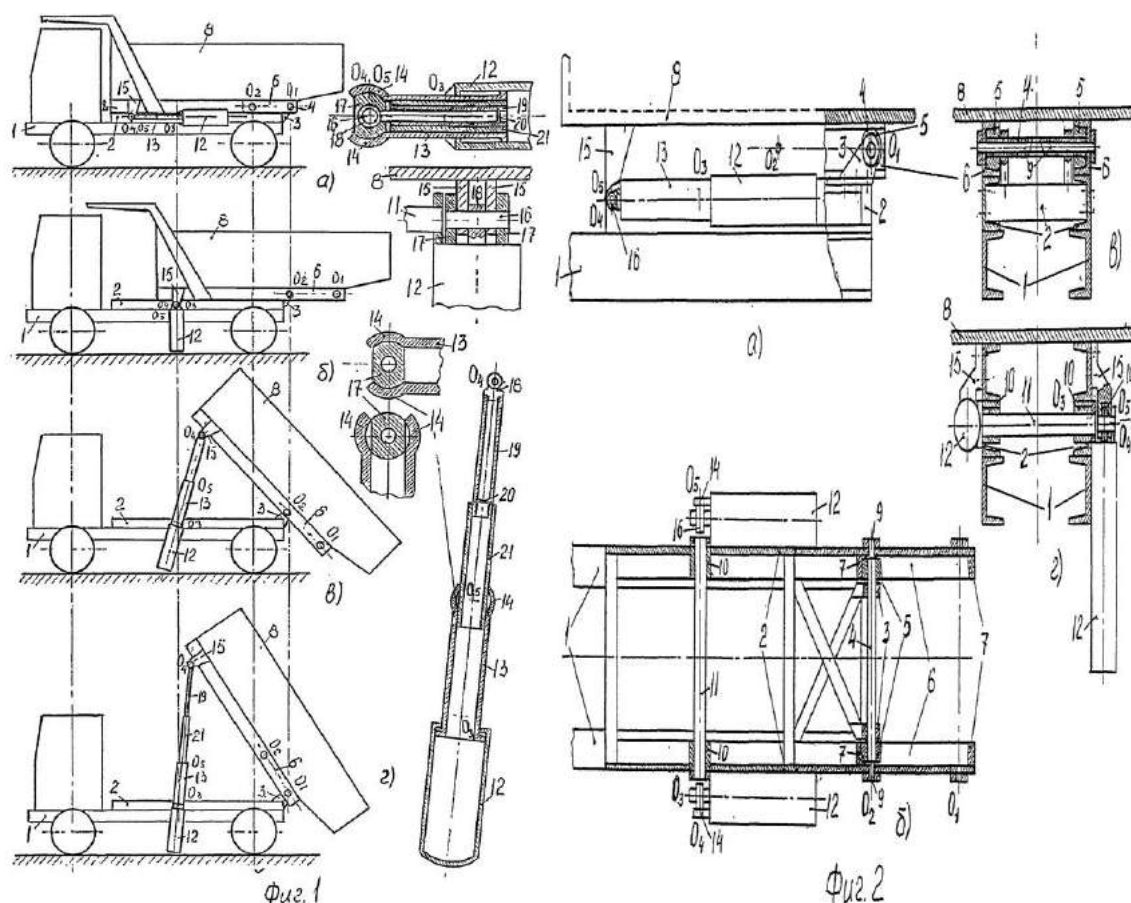


Рисунок 2.3 - Вид сбоку автосамосвала и вид сбоку гидроподъемный механизм автосамосвала

Гидроподъемный механизм наземного транспортного средства содержит телескопические гидроцилиндры, в исходном загруженном состоянии установленные горизонтально. На надрамнике наземного транспортного средства шарнирно установлены основные гидроцилиндры (12), в каждом из которых смонтирован гидроцилиндр (13) с поршнем двустороннего действия и захватами для усеченных цилиндрических фиксаторов оси передней части кузова, промежуточный гидроцилиндр и центральный гидроцилиндр с поршнем и головкой, которая шарнирно установлена на оси передней части кузова (8). В задней части основания кузова расположены продольные направляющие (6) с ограничителями хода кузова, шарнирно установленного на оси, несущей катки, расположенные в продольных направляющих. Внутри оси смонтированы фиксаторы положения кузова. На первом этапе подъема гидроцилиндры обеспечивают горизонтальное перемещение кузова по надрамнику, при совмещении шарниров кузова и надрамника гидроцилиндры под собственным весом устанавливаются вертикально. Гидроцилиндры последовательно выдвигаются, поднимая кузов. Изобретение расширяет эксплуатационные возможности транспортного средства и снижает материалоемкость кузова (рисунок 2.3) [22].

2.1.4 «Телескопический гидроцилиндр двустороннего действия для больших ходов»

RU 2378540 C2; F15B 15/16; B66F 9/22; B66F 3/28; 10.01.2010 Бюл. №1

Автор патента: Богданов Александр Сергеевич.

Телескопический гидроцилиндр двустороннего действия для больших ходов предназначен для использования в качестве силового объемного гидравлического двигателя с прямолинейным возвратно-поступательным движением двустороннего действия в судостроении, машиностроении и других отраслях промышленности. Гидроцилиндр содержит коаксиальный набор внешней и внутренних поршневых ступеней. Двухсторонний шток внешней ступени, совмещенный с корпусом внутренней ступени, закреплен концом меньшего диаметра на днище корпуса внешней ступени, поршень внешней ступени выполнен в виде гильзы с различными рабочими площадями и установлен на двухстороннем штоке. Внутренняя ступень снабжена полый цилиндрической вставкой, закрепленной жестко в части корпуса внутренней ступени, имеющей больший диаметр, и гильзой, установленной в корпусе внутренней ступени с охватом поршня этой внутренней ступени и с возможностью продольного перемещения и герметичного контакта внутри с этим поршнем, а снаружи - с цилиндрической вставкой посредством кольцевой шейки. Изобретение позволяет расширить эксплуатационные возможности гидроцилиндра за счет получения большой величины его общего хода с минимальной общей длиной телескопических звеньев при недостаточности пространства, а также упростить технологию его изготовления. 6 з.п. ф-лы, 5 ил. (рисунок 2.4) [22].

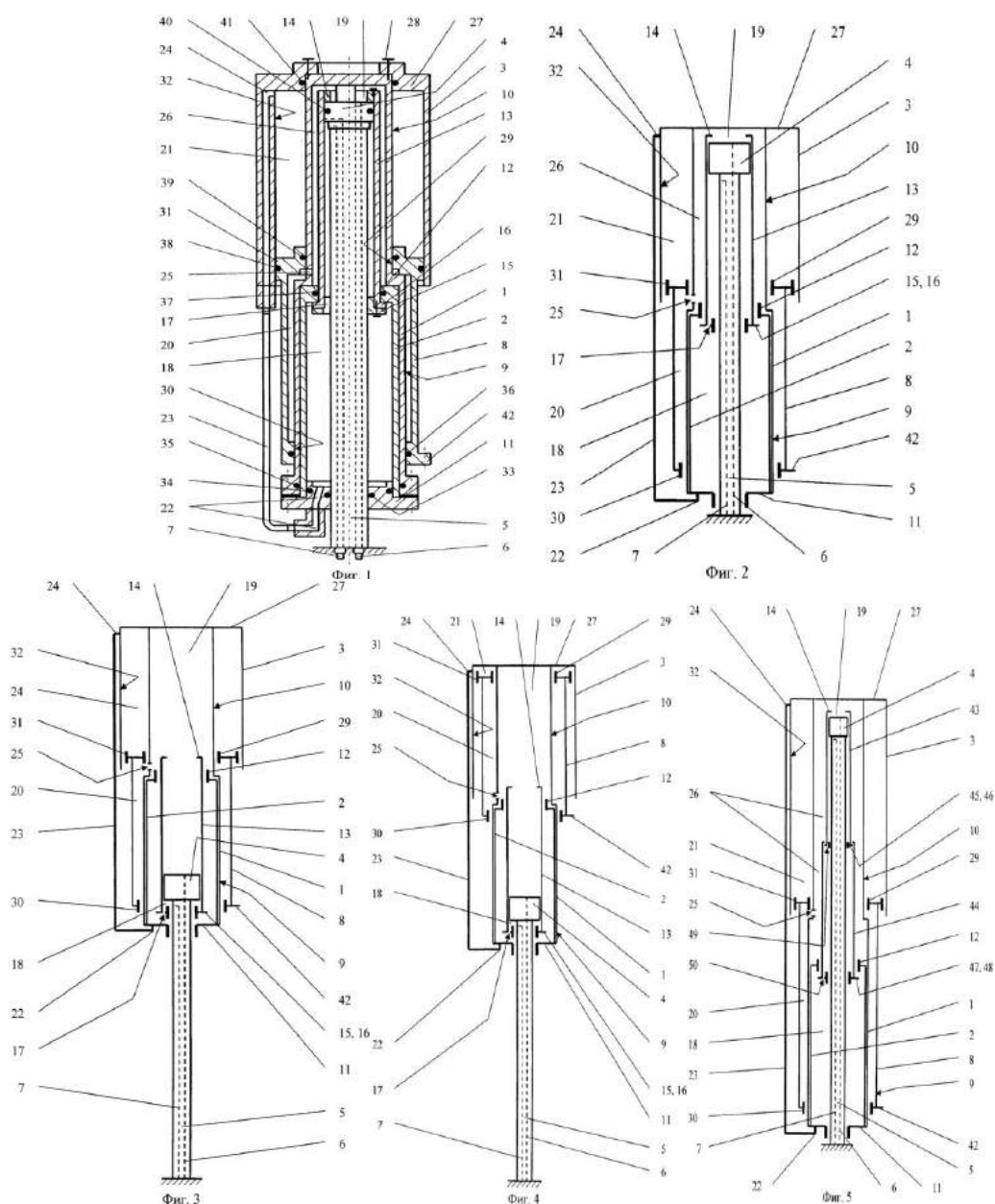


Рисунок 2.4 – Общий вид телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия для больших ходов в убранном (исходном) положении

2.1.5 «Устройство для подъема платформы автомобиля-самосвала» SU 1158408 A;B60P 1/16; 30.05.1985 Бюл. № 20

Авторы патента: Шпак Л. С, Дроздинский В. М, Шилов В. В, Горевой Б. И.

Телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия для автомобиля-самосвала, содержащий по меньшей мере один выдвижной цилиндр с кольцевым упором внутри, охватывающий полый шток споршнем и заглушкой, каналы подачи рабочей жидкости, соединенные соответственно поршневой и штоковой полостями гидроцилиндра, и устройство для соединения между собой штоковой и поршневой полостей, отличающийся тем, что, с целью снижения его металлоемкости, устройство для соединения между собой штоковой и поршневой полостей выполнено в заглушке полого

штока и содержит запорный элемент с хвостовиком, выступающим внутрь штока, два седла, расположенных соответственно между запорным элементом и внутренней полостью штока и между запорным элементом и поршневой полостью, и подпружиненный толкатель, выполненный в виде установленной в пазах штока планки с концами, выступающими из штока в полость напротив кольцевого упора цилиндра, охватывающего шток, и расположенный напротив хвостовика запорного элемента.4 ил. (рисунок 2.5) [23].

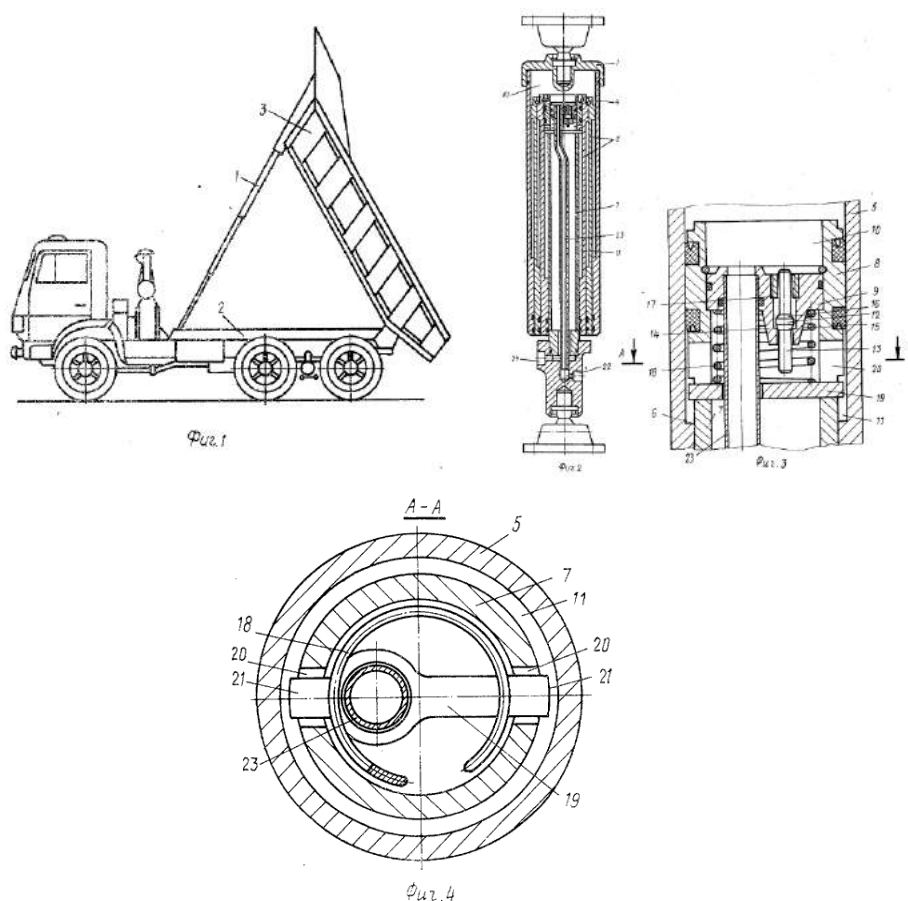


Рисунок 2.5 – Автомобиль самосвал, на котором установлен гидроцилиндр, гидроцилиндр общий вид поршень гидроцилиндра и в разрезе А-А

2.1.6 «Телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия»

RU 2419732 C1; F15B 15/16; 27.05.2011 Бюл. № 15

Автор патента: Канцуров Александр Николаевич.

Гидроцилиндр предназначен для перемещения органов бурового станка из одного положения в другое. Гидроцилиндр содержит корпус первой ступени, в котором с возможностью возвратно-поступательного перемещения относительно корпуса первой ступени установлен полый шток первой ступени, в полость штока первой ступени установлен корпус второй ступени, на концах которого с внешней стороны выполнены выступы, сопрягающиеся с внутренней стенкой штока первой ступени. На корпусе

второй ступени закреплен поршень первой ступени, формирующий в корпусе первой ступени допоршневую и послепоршневую полости, закрытые крышками первой ступени. В корпусе второй ступени размещен составной полый шток второй ступени, с возможностью возвратно-поступательного перемещения относительно корпуса второй ступени. Поршень второй ступени, выполненный в виде единого однородного тела, формирует в корпусе второй ступени допоршневую и послепоршневую полости, закрытые крышками второй ступени. Телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия также содержит радиальные и осевые каналы для подачи по ним рабочей жидкости под давлением, цапфу, закрепленную на внешней стороне корпуса первой ступени посредством узла крепления с возможностью ее снятия и заточки под уплотнительные элементы, выполненные на сопрягаемых поверхностях. Технический результат - повышение надежности (рисунок 2.6) [21].

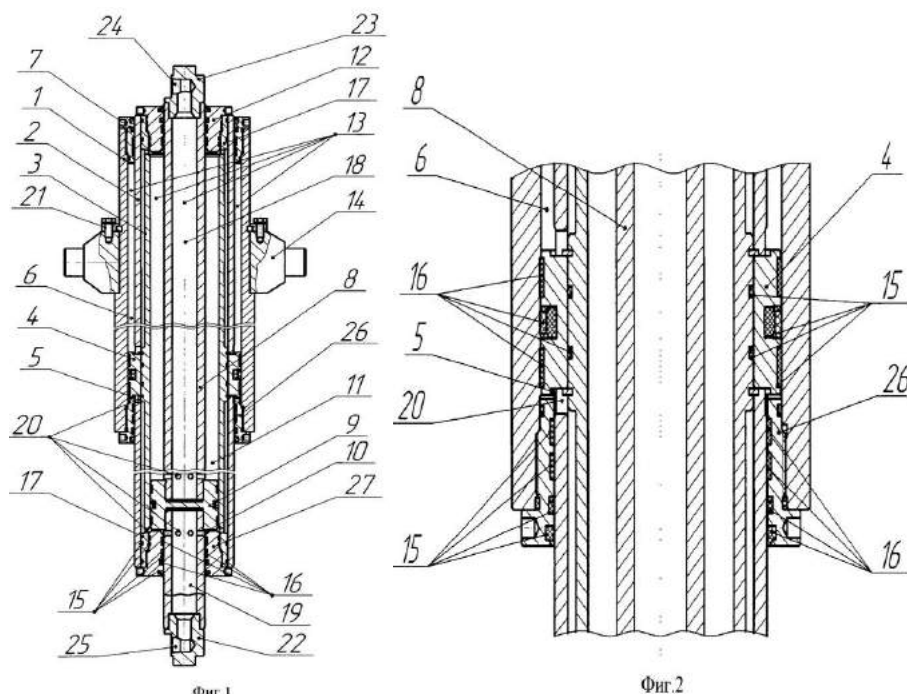


Рисунок 2.6 – Телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия (продольный разрез) и фрагмент телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия (продольный разрез)

2.1.7 «Самосвальное транспортное средство»

В 60 Р 1/16, В 60 Р 1/20

Автор патента: Куанышев Ганижан Имранович.

Изобретение относится к автомобильному транспорту, в частности к самосвальным транспортным средствам, и относится к устройствам для опрокидывания кузова самосвала.

Повышение надежности гидроцилиндра осуществляется за счет того, что опрокидывающее устройство кузова самосвала образованно двумя

параллельно установленными рычагами 3, связанными между собой осью 4, закрепленной на раме. На оси 4 установлен корпус гидроцилиндра 5. Рычаги 3 посредством тяг 6, шарнирно связаны с кузовом 2. На рычагах 3 шарнирно закреплены двуплечие рычаги 7, длинные плечи которых шарнирно связаны с кузовом 2, а короткие плечи связаны между собой осью 8, на которой установлен шток гидроцилиндра.

Известно самосвальное транспортное средство с опрокидывающим кузовом, опрокидывающее устройство которого образовано двуплечим рычагом, шарнирно закрепленным на раме, его длинное плечо посредством ползуна и направляющего, связано с кузовом, а короткое плечо – с гидроцилиндром, опирающимся на раму.

Его основным недостатком является сложность конструкций при компоновке на самосвал; снижение надежности гидроцилиндра из-за возможного приложения нагрузки не по оси штока гидроцилиндра при разгрузке кузова, когда самосвал работает на неровной площадке (на косогоре).

Задача изобретения – повышение надежности гидроцилиндра.

Поставленная задача решается тем, что самосвальное транспортное средство с опрокидывающимся кузовом, опрокидывающее устройство кузова которого образовано двумя параллельно установленными рычагами между собой осью, закрепленной на раме и посредством тяг с кузовом и гидроцилиндром снабжено двумя двуплечими рычагами, установленными на рычагах и связывающими их с кузовом, причем корпус гидроцилиндра установлен на оси, закрепленной раме, а шток – на оси, связывающие короткие плечи двуплечих рычагов.

Основной технический результат, который может быть получен при реализации изобретения, состоит в увеличении срока службы гидроцилиндра за счет передачи реактивных усилий раме и обеспечения нормальной работы гидроцилиндра.

На рисунке 2.7 изображена схема самосвального транспортного средства в исходном положении и вид А.

На раме 1 шарнирно закреплен опрокидывающийся кузов 2. Опрокидывающее устройство кузова самосвала образовано двумя параллельно установленными рычагами 3, связанными между собой осью 4, закрепленной на раме 1. На оси 4 установлен корпус гидроцилиндра 5. Рычаги 3 посредством тяг 6 шарнирно связаны с кузовом 2. На рычагах 3 шарнирно закреплены двуплечие рычаги 7, длинные плечи которых шарнирно связаны с кузовом 2, а короткие плечи связаны между собой осью 8, на которой установлен шток гидроцилиндра 5 [20].

Самосвальное транспортное средство работает следующим образом.

Выдвижение штока гидроцилиндра 5 вызывает вращение двуплечего рычага 7 и начинается подъем кузова 2. Одновременно происходит перемещение тяг 6, вызывающие, в свою очередь, вращение рычагов 3

Таким образом, обеспечивается надежная работа гидроцилиндра при любых условиях работы самосвала, при этом возникающие реактивные усилия передаются раме самосвала [20].



Изобретение относится к телескопическому гидравлическому цилиндру (3), содержащему две или более концентрических цилиндрических труб (14, 20, 21, 22, 23) и поршень (19), уплотнения (37) между цилиндрическими трубками и поршнем, а поршень может перемещаться в

осевом направлении относительно друг друга между втянутым положением и выдвинутым положением, внутренняя труба (20, 21, 22, 23) или поршень имеет наружное стопорное кольцо (35), установленное во внешней канавке в ее внешней А внешняя труба или базовая труба имеет внутреннее стопорное кольцо (36), установленное во внутренней канавке на своей внутренней поверхности для расширенного положения, ограничивающего движение в осевом направлении. В соответствии с изобретением, примыкающим к наружной канавке со стороны наружной канавки от конца трубы, имеется наружная канавка с глубиной, которая приблизительно равна глубине внешней канавки (рисунок 2.8) [23].

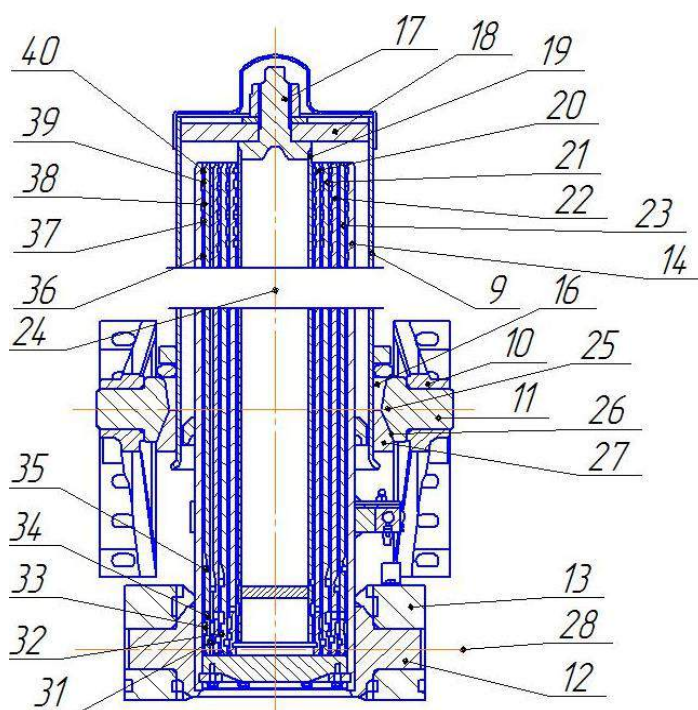


Рисунок 2.8 - Телескопический гидравлический цилиндр

2.1.9 «Самосвал»

201200092 А2; В60Р 1/04; В60Р 1/58; 30.08.2012

Авторы патента: Фомичев Георгий Константинович.

Изобретение относится к автомобильному самосвальному транспорту и дорожному строительству. Самосвал 1 содержит гидросистему, управляемую из кабины, и подвижное устройство по выгрузке сыпучего груза, установленное внутри двух швеллеров 9, и состоит из тележки 8. На площадке тележки 8 (см. фиг.3) установлены поперек продольной оси самосвала гидромоторы 13 с эксцентриками 15, соединенные соосно с помощью упругих муфт 14 и перемещаемые с помощью телескопического гидроцилиндра 34. Устройство по постепенной рассыпке груза состоит из заднего борта 16, отвала 24, поворотных отвалов 27 и направляющих сыпучего груза 19. Так как отсыпка сыпучего груза осуществляется при угле подъема кузова, равном углу естественного откоса насыпных грузов или

меньшем его, то при этом повышается устойчивость самосвала при выгрузке насыпных грузов и отсыпке их при движении самосвала и уменьшается или полностью отпадает необходимость в разравнивании высыпанных самосвалами насыпных грузов, выгруженных на землю (рисунок 2.9) [21].

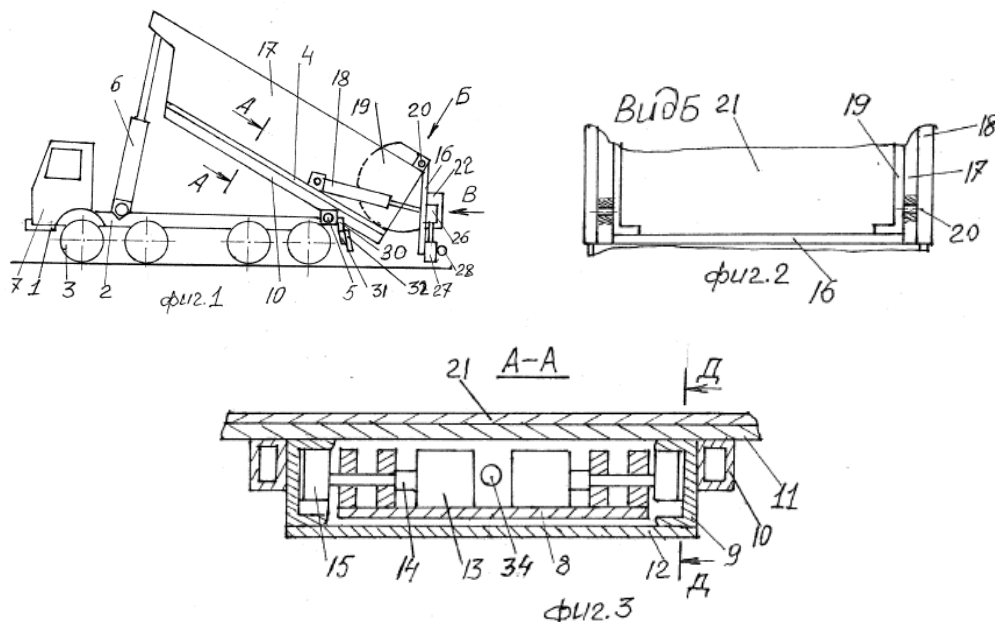


Рисунок 2.9 – Самосвал, патент № 201200092

2.1.10 «Прицеп самосвал»

US005080548A; B65G 67/30; 14.01.1992

Авторы патента: Кеннет А. Братли; Дэвид Дж. Миллер.

Портативный низкопрофильный самосвал для сброса содержимого из прицепа, содержащего рассыпной материал, включает в себя буксируемую удлиненную раму, имеющую задний конец с колода прикрепленной к ней, колода имеет заднюю часть остановки для позиционирования прицепа во время сброса. Приводы поднимают и опускают колоду между пониженным положением рядом с рамой и поднятым положением для сброса содержимое трейлера. В самосвал входит лоток с фиксированными и поворотными компонентами, которые для управления неусыпным материалом с заднего отверстия трейлер за задним концом рамки. Рамка самосвала имеет наружные передние и задние стабилизаторы. передние стабилизаторы поднимают и опускают передний конец рамы между низкопрофильным демпинговым положением для приема прицепа и поднятого положения буксировки для сцепления и буксировка самосвала между местами захоронения. метод последовательного удаления содержимого из также предусмотрено множество прицепов, использующих самосвал (рисунок 2.10) [23].

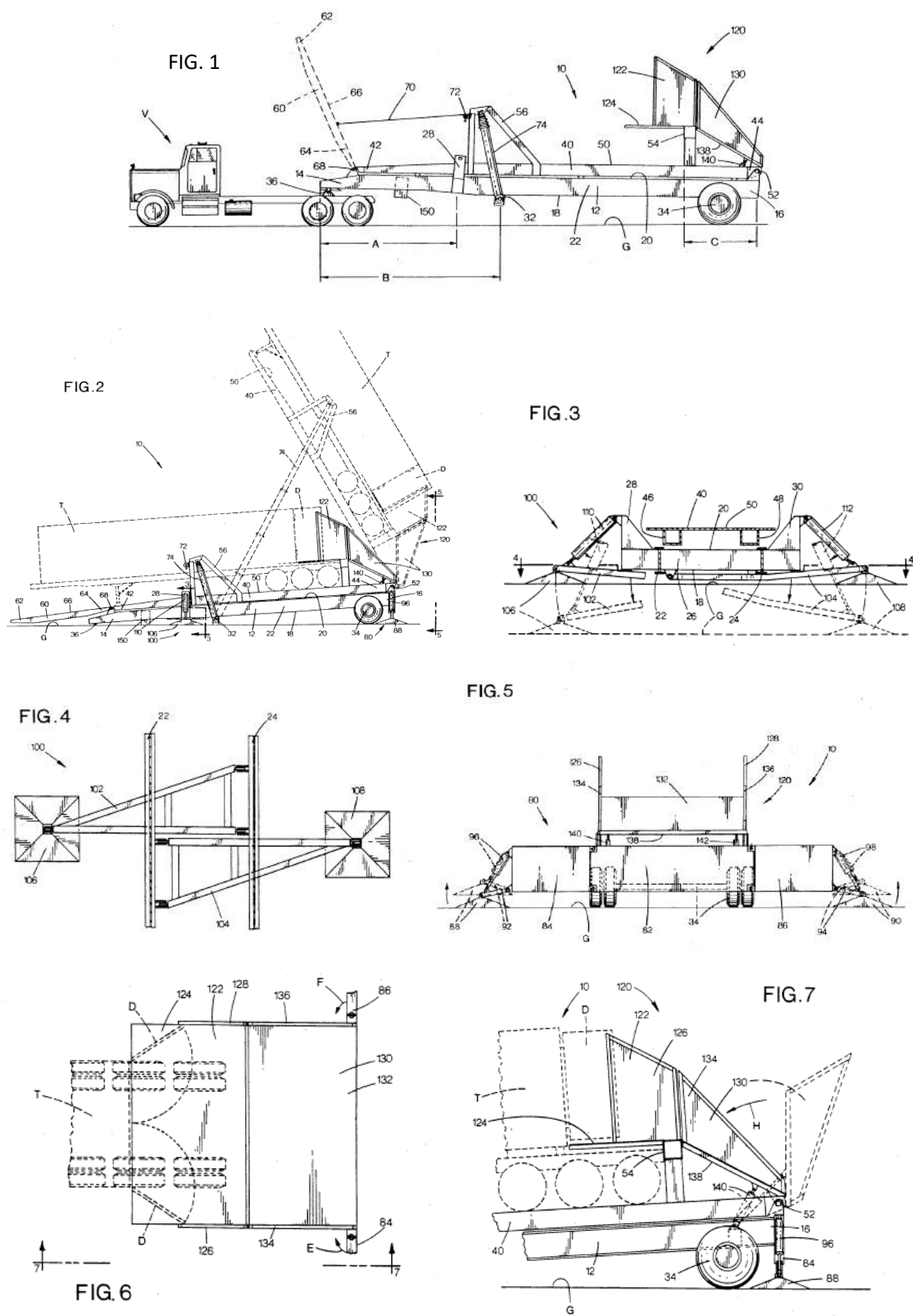


Рисунок 2.10 - Прицеп самосвал, патент № US005080548А

2.1.11 «Прицеп самосвал»

US005458451A; B65G 67/30; 17.10.1995

Авторы патента: Кеннет А. Братли; Дэвид Дж. Миллер.

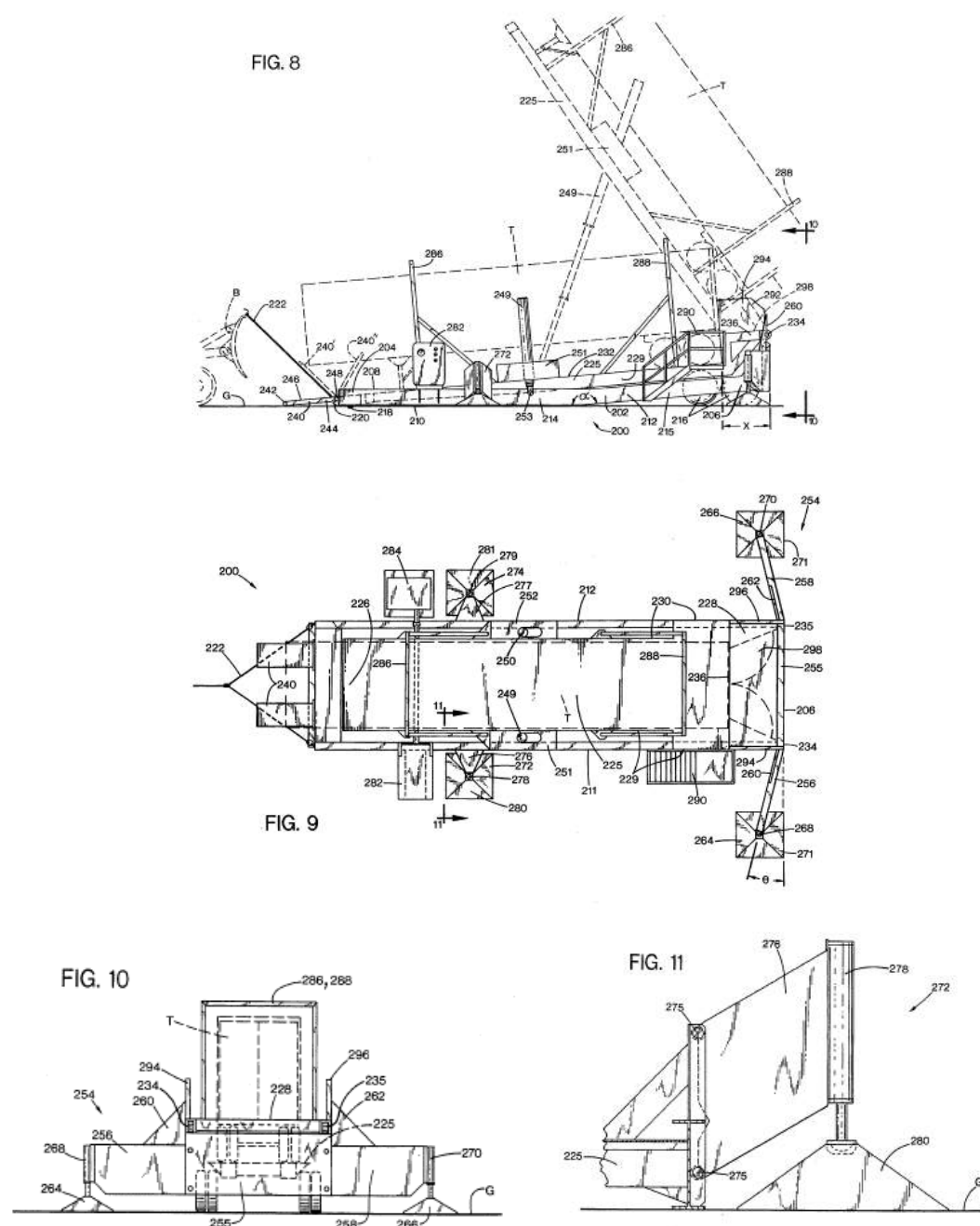


Рисунок 2.11 – Прицеп самосвала, патент № US005458451A

Портативный низкопрофильный самосвал для сброса содержимого из прицепа, содержащего рассыпной материал, включает в себя буксируемую удлиненную и угловую раму, имеющую часть, покоящуюся на земле во время сброса, для большей стабильности. Палуба шарнирно прикреплена в поднятом положении к заднему концу рамы. На палубе имеется обратный

упор для позиционирования прицепа во время сброса. Приводы поднимают и опускают колоду, чтобы сбросить содержимое трейлера. На самосвале имеется желоб с фиксированными и шарнирными компонентами, взаимодействующими, чтобы направлять неусыпный материал от прицепа мимо задней части рамы. Передние и стабилизаторы поднимают и опускают передний конец рамы между низкопрофильным демпинговым положением и поднятым буксирным положением (рисунок 2.11) [22].

2.1.12 «Способ и система управления самосвалом»

WO 2016142196 A1; B60P 1/04; B60P 1/28; 15.09.2016

Авторы патента: Марек Балдис, Маартен Хертог, Джейкоб Бимонд.

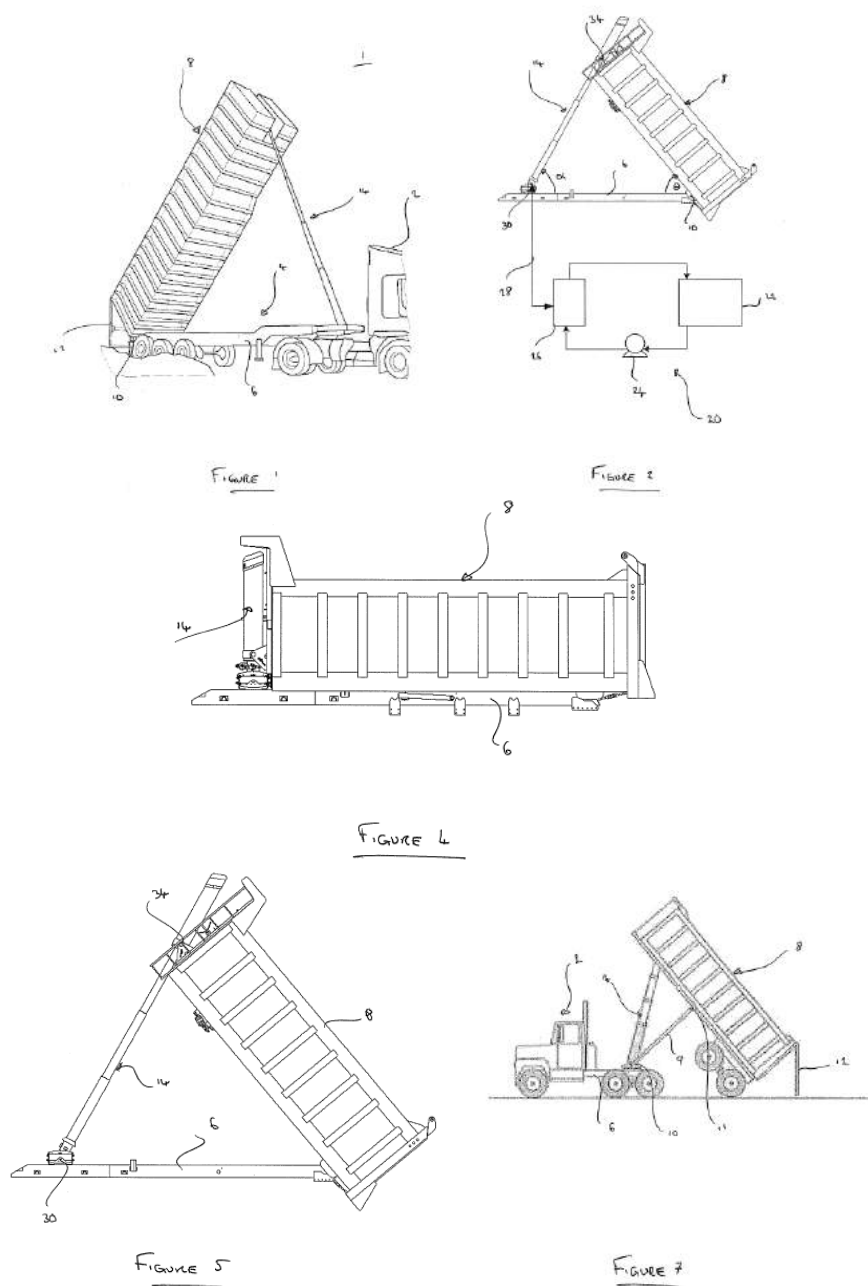


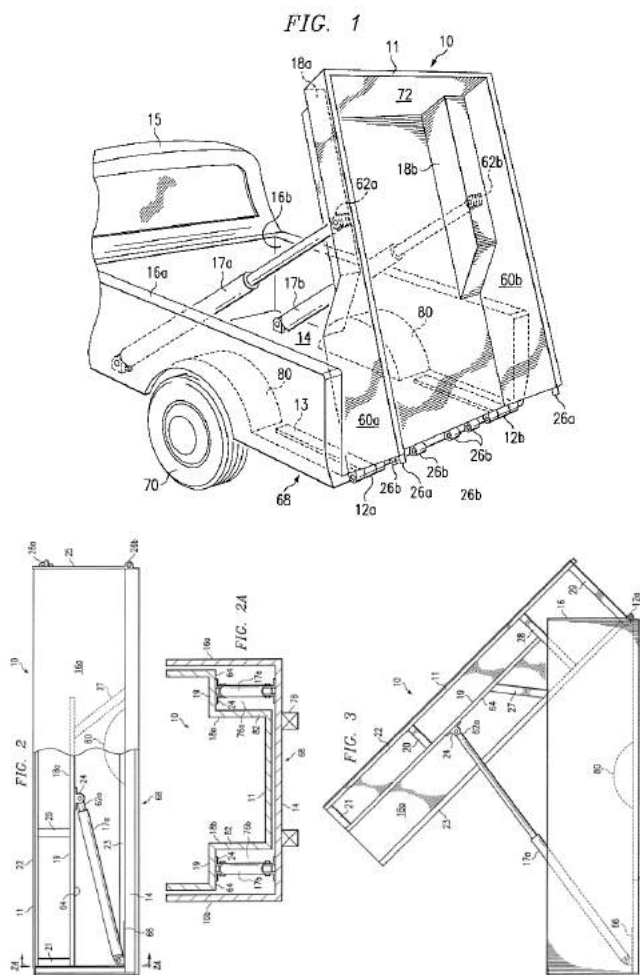
Рисунок 2.12 – Система управления самосвалом, патент № WO 2016142196 A1

Раскрыт способ работы самосвального транспортного средства, самосвал, содержащий корпус самосвала, шарнирно подвижный относительно рамы с гидравлическим цилиндром, расположенным между ними, и приводимый в действие для поворота корпуса самосвала. Способ включает в себя мониторинг, по меньшей мере, одного из параметра давления, связанного с гидравлическим давлением внутри гидравлического цилиндра, и углового позиционного параметра, относящегося к угловому положению корпуса самосвала; определение максимально допустимой скорости транспортного средства на основе, по меньшей мере, одного из параметров контролируемого давления и углового позиционного параметра; и отображает максимально допустимую скорость автомобиля (рисунок 2.12) [23].

2.1.13 «Самосвальное устройство для грузового автомобиля»

US 6196634 B1; 06.06.2011

Авторы патента: Джон Юринек.



Риснок 2.13 - Самосвальное устройство для грузового автомобиля,
патент № US 6196634

Подвижный подкладной лоток, шарнирно соединенный с задним концом для преобразования пикапа в самосвал. Пара линейных гидравлических плунжеров, расположенных в соответствующих отсеках перед колесными колодцами, способна поднимать и опускать вкладыш корпуса самосвала. Это изобретение использует в противном случае непригодное для использования «мертвое» пространство перед колодными колодцами и сохраняет внешний вид обычного бортового пикапа (рисунок 2.13) [23].

2.1.14 «Средства опрокидывания кузова»

US 2684864 A; 27.07.1954

Авторы патента: Энтони Уильям С

Данное изобретение относится к корпусу опрокидывающего тела. Он имеет для одного объекта такую сборку, которая устроена так, что она может быть легко смонтирована внутри и удалена из корпуса или контейнера.

Другой целью является создание простого унитарного или упаковочного «корпуса», предназначенного для установки или снятия с неподвижного грузового кузова, установленного на транспортном средстве (рисунок 2.14) [22].

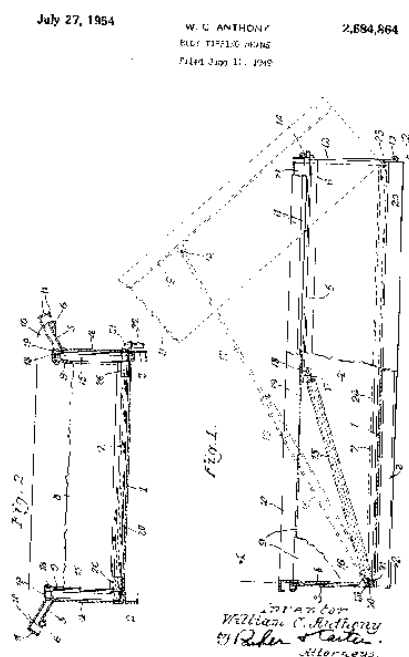


Рисунок 2.14 - Средства опрокидывания кузова,
патент № US 2684864 A

2.1.15 «Разгрузочное устройство для пикапов и т.п.»

US 3833261 A; 03.09.1974

Авторы патента: Динглер Т

Переносное устройство для преобразования тележки с плоским сиденьем и т.п. На самосвал, включающий опорную раму, корпус самосвала или контейнер, разъемно и с возможностью поворота, шарнирно соединенный с внешним концом рамы, и пары с разнесенными

гидравлическими цилиндрами или подъемники, соединяющие корпус самосвала и раму с их неинизованными концами для подъема внутреннего конца корпуса, чтобы сбрасывать его содержимое вместе с улучшенными гидравлическими и электрическими цепями для работы и управления работой гидравлических цилиндров и предотвращения повреждения аксессуара грузовик и улучшенные средства для крепления аксессуара в штативе и на тележке (рисунок 2.15) [22].

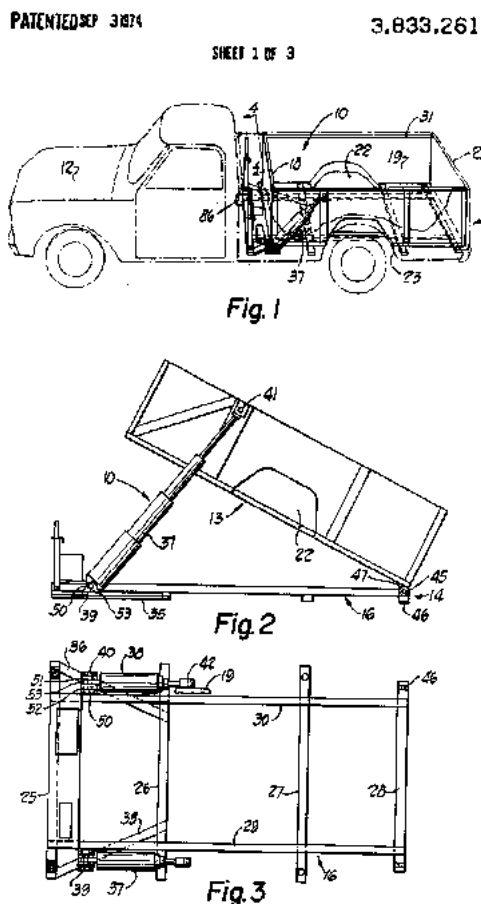


Рисунок 2.15 - Разгрузочное устройство для пикапов, патент № US 3833261 A

2.1.16 «Аппарат для получения данных о рабочем цикле самосвала» US 4542461 A; 17.09.1985

Авторы патента: Джозеф Л. Элдридж, Э. А. Домы

Система сбора данных рабочего цикла для грузового автомобиля, имеющего подъемный самосвал, гидравлический подъемный механизм, рычаг управления дроссельной заслонкой и трансмиссией и замедлитель, дополнительно включающий в себя микропроцессор, имеющий аналоговый входной сигнал, соответствующий скорости движения на земле, и который регистрирует количество времени скорость на земле остается в любом из нескольких приращений, соответствующих диапазону скоростей напольного

подъемно-транспортного средства, в одной из восьми выходных запоминающих устройств гистограммы, выборочно определяемых входами множества переключателей включения-выключения, соответствующих положению дроссельной заслонки, передаче вперед или назад, положение замедлителя и одноразовый таймер, активированный при помощи нагрузочной схемы загруженного тела сальника, причем последняя схема включает в себя положение датчика положения датчика относительно рамы, расположенное последовательно с переключателем давления, расположенным в подъемном механизме, причем калибровка датчика давления закрывать только при поднятии загруженного тела (рисунок 2.16) [21].

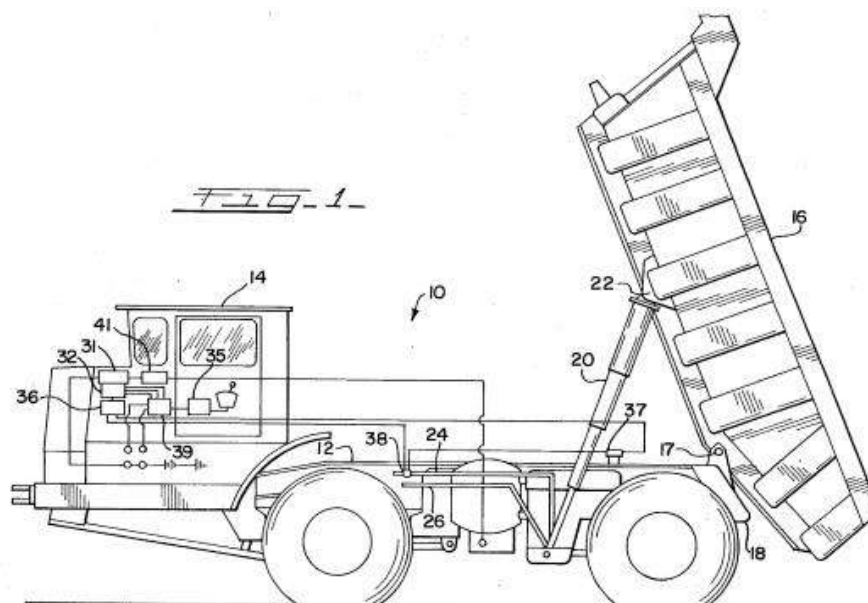


Рисунок 2.16 - Аппарат для получения данных о рабочем цикле самосвала, патент № US 4542461 А

2.1.17 «Контейнерный подъемник для мусоровоза» US 4575300 А; 11.03.1986

Авторы патента: Ричард Д. Джордж

Подвижный подкладной лоток, шарнирно соединенный с задним концом для преобразования пикапа в самосвал. Пара линейных гидравлических плунжеров, расположенных в соответствующих отсеках перед колесными колодцами, способна поднимать и опускать вкладыш корпуса самосвала. Это изобретение использует в противном случае непригодное для использования «мертвое» пространство перед колесными колодцами и сохраняет внешний вид обычного бортового пикапа (рисунок 2.17) [23].

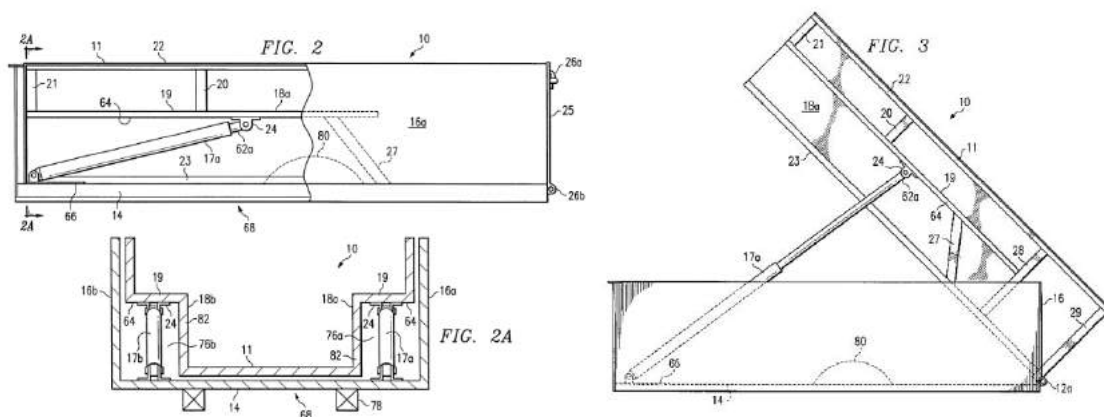


Рисунок 2.17 - Контейнерный подъемник для мусоровоза, патент № US 4575300 A

2.1.18 «Ножничный подъемник для самосвалов»

US 4592593 A; 04.06.1986

Авторы патента: Гленн Л. Чаннелл

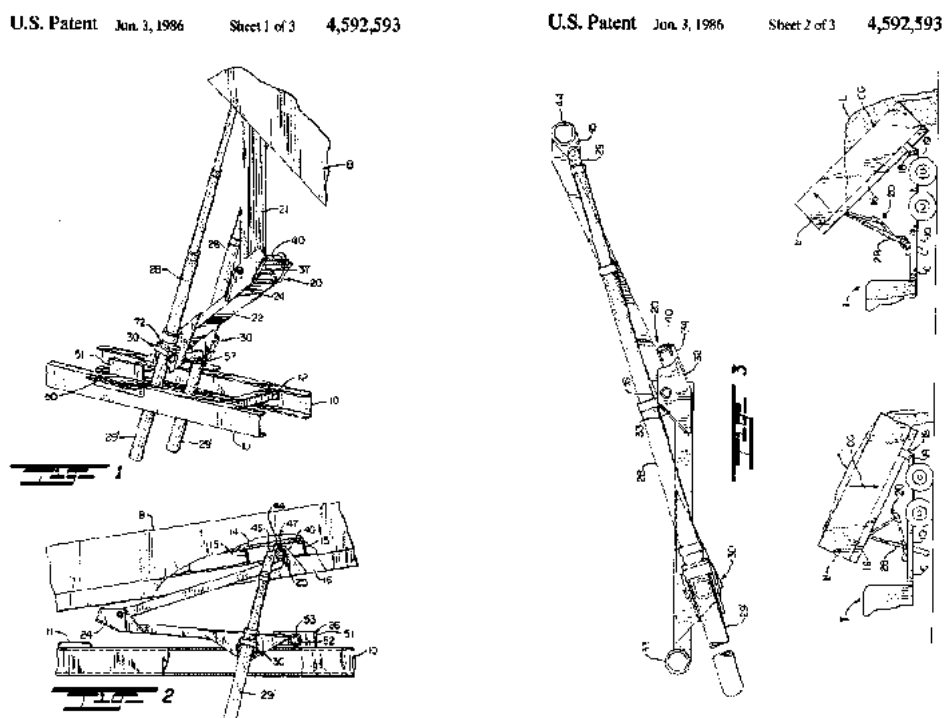


Рисунок 2.18 - Ножничный подъемник для самосвалов, патент № US 4592593 A

Устройство для подъема ножничной рамы используется в комбинации с самосвалом и т.п., причем лебедка включает в себя верхние и нижние шарнирно соединенные элементы ноги, которые, в свою очередь, шарнирно соединены на противоположных концах с нижней стороной корпуса самосвала и шасси грузовика, соответственно, и подъемные цилиндры

проходят вдоль противоположных сторон ножных элементов между корпусом самосвала и шасси для подъема и наклона тела самосвала. Верхний предел продвижения тела самосвала контролируется стопорным элементом рамы, который определяет угловое удлинение одного из элементов ноги и перемещается в зацепление с другим элементом ноги, прежде чем цилиндры достигнут своего полного предела растяжения и, таким образом, поглотят сила тела самосвала, когда она поднимается до полного предела ее растяжения вокруг шарнира (рисунок 2.18) [22].

2.1.19 «Самосвал с подвижным монтажным устройством»

US6354788 B1; 12.03.2002

Авторы патента: Джеймс А. Адамс

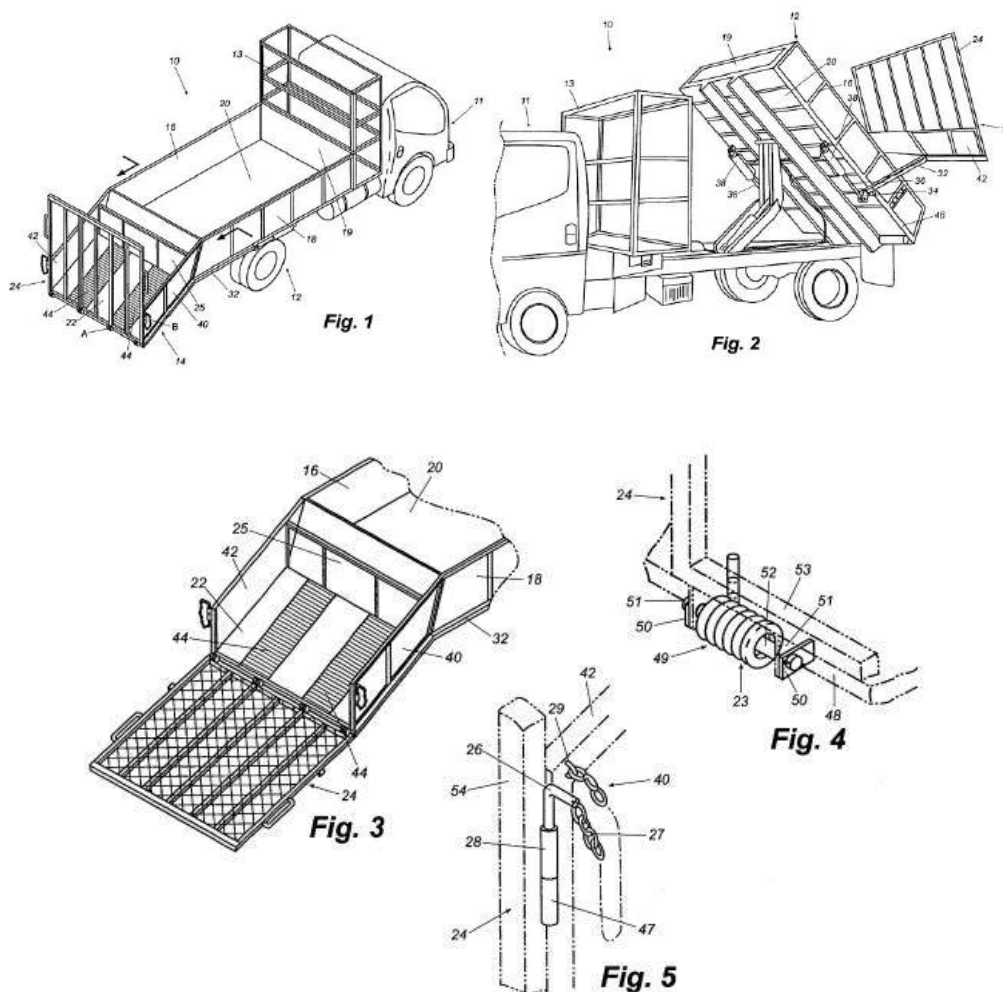


Рисунок 2.19 - Самосвал с подвижным монтажным устройством, патент № US6354788 B1

Настоящее изобретение относится к грузовику-ландшафту, который обычным образом перетаскивает оборудование, но в то же время удваивается как самосвал для перевозки и сбрасывания озеленения. Грузовик имеет обычную раму и приводную поездку и включает в себя кабину, грузовую

платформу, установленную на раме за кабиной, и поднимаемую к месту сброса, и узел ramпы, подвижно прикрепляемый к заднему концу кровати. Узел ramпы избирательно перемещается между опускаемым положением, в котором ramпа проходит от грузового места вниз к земле, чтобы позволить оборудованию приводиться в движение на задней части грузовика, и поднятое положение, в котором узел ramпы поднимается в положение выше кровать грузовика, чтобы можно было поднять лоток грузовика до места его сброса (рисунок 2.19) [22].

2.1.20 «Система блокировки торцевых ворот самосвала»

US 6698842 B1; 02.03.2004

Авторы патента: Брент Лорен Корнелл, Дуэйн Ховард Корнелл

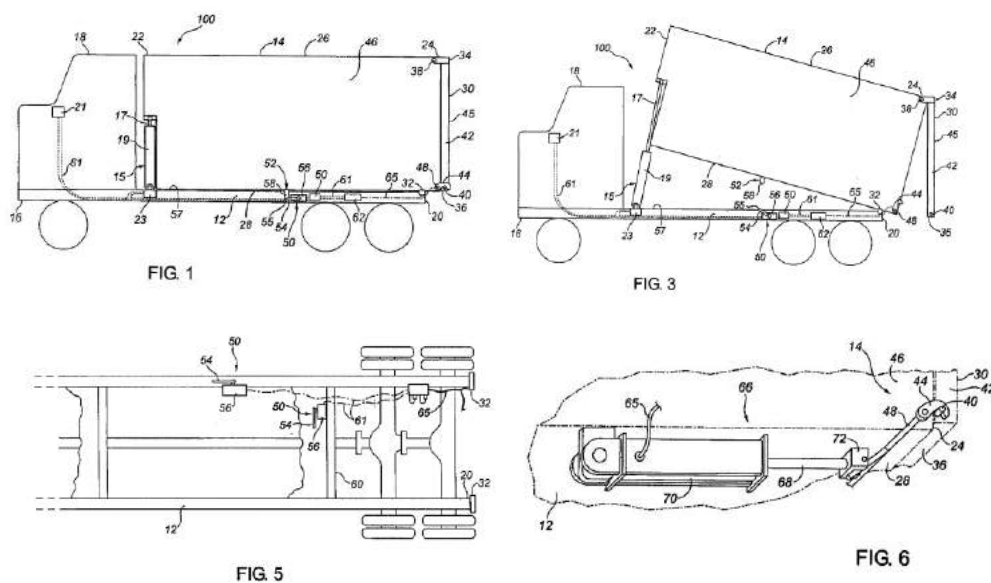


Рисунок 2.20 - Система блокировки торцевых ворот самосвала, патент № US 6698842 B1

Система запирания торцевых ворот самосвала включает в себя самосвал с шасси и грузовой отсек, который поворачивается между транспортным положением и местом сброса. Грузовая коробка имеет концевые ворота. Датчик предназначен для измерения, когда грузовой отсек находится в транспортном положении. Предусмотрен фиксирующий элемент, имеющий фиксированное положение, вступающее в зацепление с торцевым затвором, и незапертое положение, отцепленное от торцевого затвора. Механизм привода блокирующего элемента соединен с датчиком. Приводной механизм перемещает фиксирующий элемент в заблокированное положение для закрепления концевого затвора, когда датчик указывает, что грузовой отсек находится в транспортном положении. Приводной механизм перемещает фиксирующий элемент в разблокированное положение, чтобы освободить концевой затвор, когда датчик указывает, что грузовой отсек

переместился из транспортного положения, чтобы принять положение сброса (рисунок 2.20) [22].

2.1.21 «Система блокировки торцевых ворот самосвала»

US 6698842 B1; PCT/US2003/030842; 25.04.2006

Авторы патента: Мигель А. Линарес, Панфило М. Динелло

Механизм сброса грузовых автомобилей облегчен для пикапов, использующих исключительно формованные ящики для грузовых коробок, а механизм опрокидывания используется для сброса содержимого из загрузочной тележки грузовика. Другой вариант осуществления изобретения включает в себя двустворчатую рампу, которая может быть использована для расширения до земли, чтобы обеспечить удобную переноску и загрузку коробки для захвата. Комбинация коробчатого каркаса с уникальным формованием, снабженного вставками с гидравлической опорой стойки и демпинговым механизмом, обеспечивает легкий грузовик, который можно использовать для сброса. Хотя в самой простой форме может использоваться синхронный механизм крепления и гидравлический демпинг, может быть использовано более одного стойки и гидравлического подъемного механизма (рисунок 2.21) [22].

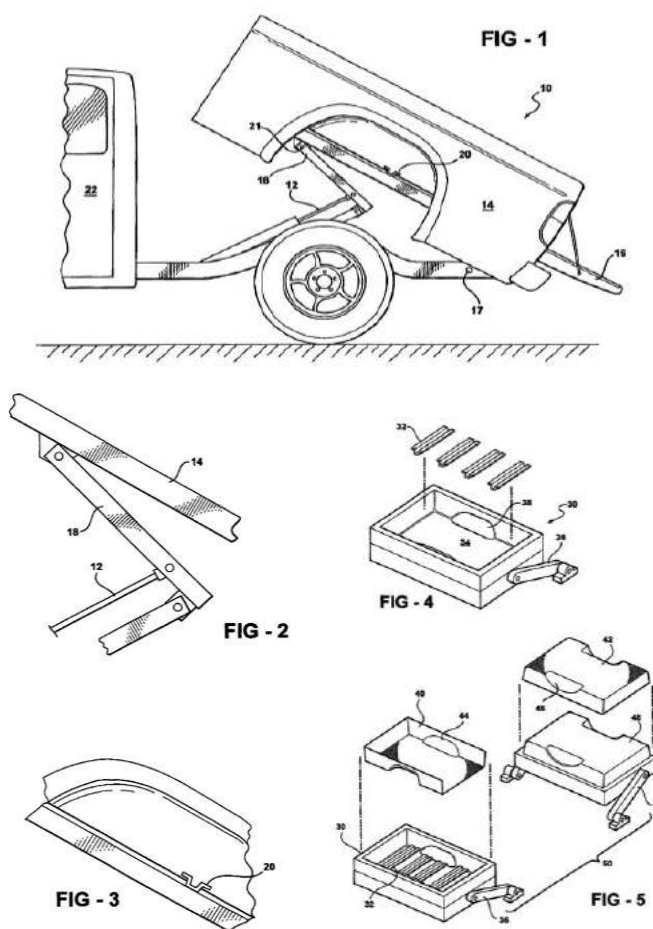


Рисунок 2.21 - Система блокировки торцевых ворот самосвала, патент № US 6698842 B1

2.1.22 «Самосвальное транспортное средство»

KZ A4 31367; B60P 1/00; 29.07.2016 Бюл.№8

Авторы патента: Куанышев Ганижан Имранович, Ким Руслан Валерьевич.

Изобретение относится к автомобильному транспорту, в частности к самосвальным транспортным средствам, и относится к устройствам для опрокидывания кузова самосвала.

Повышение надежности кузова и снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта подъемного механизма достигается тем, что в самосвальном транспортном средстве, включающем надрамник и шарнирно связанный с ним кузов, установлен подъемный механизм, который образован П-образным рычагом и гидроцилиндром, шарнирно связанные между собой. П-образный рычаг шарнирно связан с осью, установленной на надрамнике, и опирается на поперечину надрамника, а корпус гидроцилиндра шарнирно связан с кронштейном, установленным на передней стенке кузова у нижней кромки. П-образный рычаг шарнирно связан с кузовом посредством симметрично установленных тяг. Технический результат, достигаемый в результате решения данной задачи, заключается в том, что уменьшаются нагрузки, передаваемые кузову, и обеспечивается свободный доступ к гидроцилиндру. (72) Куанышев Ганижан Имранович Ким Руслан Валерьевич (73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева Министерства образования и науки Республики Казахстан (57) Изобретение относится к автомобильному транспорту, в частности к самосвальным транспортным средствам, и относится к устройствам для опрокидывания кузова самосвала. Изобретение относится к автомобильному транспорту, в частности к самосвальным транспортным средствам, и относится к устройствам для опрокидывания кузова самосвала. В самосвальных транспортных средствах для опрокидывания кузова назад обычно используется телескопический гидроцилиндр одностороннего действия с несколькими выдвижными плунжерами, устанавливаемый перед кузовом А.с.1158408 В 60 Р 1/16 опубл. 30.05.85. Бюл.20 Патент 2017634 В 60 Р 1/16 опубл. 15.08.94 Бюл.15 [21].

Недостатком известных устройств является то, что гидроцилиндр одностороннего действия с несколькими выдвижными плунжерами обладает большой материалоемкостью, трудоемок в изготовлении, и как следствие имеет высокую стоимость. Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому изобретению является самосвальное транспортное средство, включающее надрамник, кузов и подъемный механизм кузова, который образован двумя параллельно установленными рычагами, связанными между собой осью, закрепленной на раме, и посредством гидроцилиндра и тяг с кузовом самосвал 3254384 Китай, Грузовые автомобили, инструкция по эксплуатации, техническое

обслуживание, каталог деталей. СПб. ООО Издательство Диез, 2008. С. 400, ил.978-5-9901144-4-9.

Недостатком данного самосвального транспортного средства является повышенные нагрузки, передаваемые кузову и снижающие его надежность, а также большая трудоемкость проведения технического обслуживания и ремонта подъемного механизма кузова. Задача изобретения - повышение надежности кузова и снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта подъемного механизма. Технический результат, достигаемый в результате решения данной задачи, заключается в том, что уменьшаются нагрузки, передаваемые кузову, и обеспечивается свободный доступ к гидроцилиндру. Технический результат достигается тем, что в самосвальном транспортном средстве, включающем надрамник, шарнирно связанный с ним кузов установлен подъемный механизм кузова, последний образован П-образным рычагом, установленным между продольными балками надрамника и шарнирно связанным с надрамником посредством оси, жестко установленной на нем, а также опирающимся на поперечину надрамника, и гидроцилиндром, шарнирно связанные между собой посредством штока, причем корпус гидроцилиндра шарнирно связан с кронштейном, установленным на передней стенке кузова у нижней кромки, а рычаг шарнирно связан посредством симметрично установленных тяг с кузовом. Сущность изобретения поясняется чертежами самосвального транспортного средства. На рисунке 2.22 фиг.1 показано самосвальное транспортное средство вид сбоку, на фиг.2 - то же разрез А - А. Самосвальное транспортное средство включает надрамник 1 и шарнирно связанный с ним кузов 2, а также подъемный механизм. Подъемный механизм образован П-образным рычагом 3, установленным шарнирно на оси 4, жестко связанной с надрамником 1, и опирающимся на поперечину 5 надрамника 1, и гидроцилиндром 6. Гидроцилиндр 6 штоком шарнирно связан с П-образным рычагом 3, а корпусом шарнирно установлен на кронштейне 7, который, в свою очередь, установлен на передней стенке кузова 2 у нижней кромки. П-образный рычаг 3 шарнирно связан с кузовом 2 посредством симметрично установленных тяг 8. Самосвальное транспортное средство работает следующим образом. При включении подъемного механизма, жидкость повышенного давления(гидропривод подъемного механизма не показан) подводится в поршневую полость гидроцилиндра 7 и происходит подъем кузова 2. Так как вначале П-образный рычаг 3 опирается на поперечину 5 надрамника 1, благодаря этому начинается процесс подъема кузова 2. Подъем кузова сопровождается с одновременным подъемом П-образного рычага 3 благодаря наличию тяг 8. Опускание кузова происходит при подаче жидкости повышенного давления в штоковую полость гидроцилиндра. Отличительные признаки изобретения позволяют исключить применение дорогостоящих телескопических цилиндров. Изготовление и эксплуатация данного самосвального транспортного средства не требует специальных

знаний в области машиностроения и обеспечивается принятыми нормами [21].

Самосвальное транспортное средство, включающее надрамник, шарнирно связанный с ним кузов и подъемный механизм кузова, отличающееся тем, что подъемный механизм образован П-образным рычагом, установленным между продольными балками надрамника и шарнирно связанным с надрамником посредством оси, жестко установленной на нем, а также опирающимся на поперечину надрамника, и гидроцилиндром, шарнирно связанные между собой посредством штока, причем корпус гидроцилиндра шарнирно связан с кронштейном, установленным на передней стенке кузова у нижней кромки, а рычаг шарнирно связан посредством симметрично установленных тяг с кузовом.

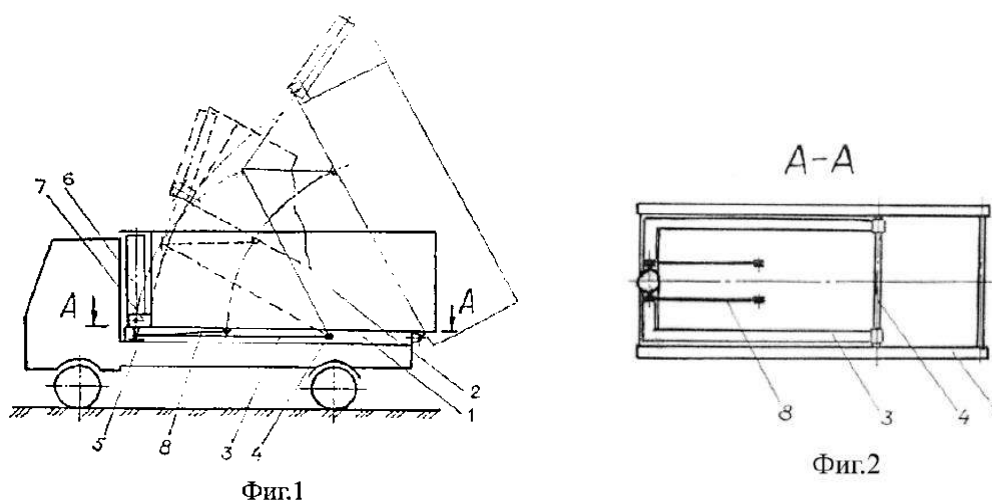


Рисунок 2.22 - Самосвальное транспортное средство вид сбоку и то же разрез А – А

2.2 Сравнительный анализ новых технических решений

В самосвальных транспортных средствах для опрокидывания кузова назад обычно используется телескопический гидроцилиндр одностороннего действия с несколькими выдвижными плунжерами, устанавливаемый перед кузовом. Недостатком известных устройств является то, что гидроцилиндр одностороннего действия с несколькими выдвижными плунжерами обладает большой материалоемкостью, трудоемок в изготовлении, и как следствие имеет высокую стоимость [10].

Потеря устойчивости самосвала может наблюдаться и при разгрузке на поперечном уклоне. Анализ современных методов оценки поперечной устойчивости самосвалов показал, что решение указанной задачи развивается в двух направлениях.

Первый подход связан с испытаниями натуральных образцов автомобилей на специальных стендах. Например, экспериментальные исследования устойчивости большегрузных автомобилей при боковом (поперечном) уклоне проведены фирмой Fliegl Fahrzeugbau [7]. На стенде испытывались пять моделей самосвалов от различных производителей. Автомобили с груженой платформой, поднятой на 300, наклоняли на 60 вбок. Целью проведения данных испытаний была сравнительная оценка результатов скручивания рамы на момент разгрузки. Отмечено, что низкие показатели скручивания рамы влияют на отклонение кузова от вертикали и, следовательно, на устойчивость всего автомобиля при разгрузке.

Аналогичные испытания проводятся компанией Schmitz Cargobull на заводе в Готе, где установлен еще один уникальный испытательный стенд. С его помощью все самосвальные полуприцепы еще на этапе разработки тестируются на устойчивость к опрокидыванию как назад, так и набок [8].

Другой подход к решению поставленной задачи основан на применении расчетных методов исследования. Однако для этого требуется создание сложной математической модели автомобиля. Такая модель должна учитывать конструктивные особенности направляющего аппарата подвески, нелинейность упругих элементов подвески и шин, а также возможность пластической деформации несущей системы при кручении. В такой постановке задача может быть решена только с применением численных методов и является предметом серьезного научного исследования.

Так, на полной конечно-элементной модели автомобиля «КАМАЗ-6520» производился расчет критического угла наклона площадки разгрузки [9]. Были зафиксированы жесткость колес, жесткость рессор и положение центра тяжести груза. Дискретно, с шагом $0,5^\circ$, задавался угол наклона автомобиля и моделировался подъем платформы. Критическим углом наклона площадки при разгрузке самосвала считался угол, при котором происходил отрыв колес от поверхности земли, либо начиналось пластическое деформирование несущей конструкции. Проведенные расчеты подтвердили известный факт о критичности для самосвалов повышенной грузоподъемности угла наклона площадки.

Отметим, что для разработки и отладки подобной модели автомобиля требуется не только значительное время, но и слаженная работа коллектива высококлассных инженеров. Однако эти затраты могут быть оправданы, т.к. созданная модель также может быть использована для расчетов динамики и прочности автомобиля [19].

Воспользовавшись же опрокидывающим устройством новой конструкции («Самосвальное транспортное средство» патент № KZ A4 31367) предполагается повышение надежности кузова и снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта подъемного механизма.

2.3 Новое техническое решение, обеспечивающее повышенную устойчивость

Учитывая трудоемкость изготовления и дороговизну телескопического цилиндра, можно ожидать технические решения, касающиеся конструкции опрокидывающих устройств, реализующие преимущества переднего расположения и исключаящие использование телескопических цилиндров с заменой его на простой цилиндр.

После проведения патентного исследования необходимо сделать вывод о проделанной работе. На основании просмотренных изобретений, можно оценить на какой стадии находится использование конструкции опрокидывающего устройства самосвала [15]. Большинство из представленных моделей имеют однотипную конструкцию, отличающуюся в исполнении. Для того, чтобы удостовериться в необходимости рассмотрения проблематики данного вопроса предлагается разборка сводной таблицы автосамосвалов зарубежного производства, с указанием основных характеристик автотранспортного средства, а именно – грузоподъемность, полная/снаряженная масса, объем кузова, габаритные размеры (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Сводная таблица автосамосвалов зарубежного производства, с указанием основных характеристик

Производитель/Торговая марка/ Модель	Грузо-подъем-ность, т	Полная/снаряж. масса (вес), т	Объем кузова, кубов	Шасси/ Вид разгрузки/ Колесная схема	Габаритные размеры - длина/ ширина высота (габариты кузова), мм
1	2	3	4	5	6
1.Производитель: Кредо ООО. AC-68902R	14,24	25	16,5	На 3 стороны, 6x4	10100/ 2550/ 3090
2.Производитель: Карловский механический завод. AC-5.3309	4	8,2	5	На 3 стороны, 4x2	6435/ 2380/ 2905
4.Производитель: China First Automobile Group Corporation (FAW), Китай. FAW 3310	32	47	25	Назад, 8x4	10080/ 2495/ 3260
5.Производитель: Foton (Beiqi Foton motor Co., Ltd), Китай. Foton BJ3251DLPJB-1	12,5	25	18	Назад, 6x4	8472/ 2495/ 3260
6.Производитель: Shaanxi Automobile Group Co., Ltd, Китай. Shaanxi SX3254JM384	15	27,5	20	Назад, 6x4	8075/ 2409/ 3162

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
7.Производитель: Hyundai motor company Co., Ltd, Корея. Hyundai HD 120	7,3	12,4	3,5	Назад, 4х2	5860/ 2220/ 2580
8.Производитель: VOLVO Truck Corporation AB, Швеция. Volvo FM	25	41	16	Назад, 6х4	2500 - ширина
9.Производитель: УТО international Lt d, Китай. LT3256	13,6	24,6	15	Назад, 8х4	7618/ 2490/ 3250
10.Производитель: Автомобильный завод УРАЛ ОАО, Россия. Урал-5557-40	10	20,2	8,8	На 2 стороны, 6х6	7950/ 2500/ 2740
11.Производитель: АвтоКрАЗ Холдинговая компания ОАО, Украина. КрАЗ-7133С4- 021	23	38,6	20	Назад, 8х4	9700/ 2500/ 3060
12.Производитель: Бецема ЗАО, Россия. БЦМ-51	27	42	17	Назад, 8х4	10640/ 2470/ 3300
13.Производитель: Камский автомобильный завод ОАО (КАМАЗ), Россия. КАМАЗ-6520	14,3	26,8	12	Назад, 6х4	7795/ 2500/ 3055
14.Производитель: Минский Завод Колесных Тягачей РПУП (МЗКТ), Беларусь. МЗКТ-652511	20	36	12	Назад, 6х6	9260/ 2500/ 3400
15.Производитель: Уралпромтехника ООО, Россия. АС 583112 (583113)	20	33,48	12	УРАЛ 63685/ на 3 стороны/ 6х4	7715/ 2500/ 3315
16.Производитель: САЗ АМО ЗИЛ ЗАО (ЗАО Смоленский автоагрегатный завод имени В.П. Отрохова АМО ЗИЛ), Россия. ЗИЛ-СААЗ- 4546	5,8	11,2	6/(11)	На 3 стороны, 4х2	6700/ 2500 /2700 (6700/ 2500/ 3200)

Проанализировав данные, приведенные в таблице 1, можно прийти к выводу, что на сегодняшний день, имеющиеся конструкции самосвалов

разных производителей, преимущественно имеют одностороннюю разгрузку – назад.

В результате анализа также можно сделать следующий вывод: переднее расположение опрокидывающего устройства является наиболее распространенным и может являться критерием при установлении современной тенденции развития конструкции опрокидывающих устройств автомобилей - самосвалов.

Учитывая трудоемкость изготовления и дороговизну телескопического цилиндра, можно ожидать технические решения, касающиеся конструкции опрокидывающих устройств, реализующие преимущества переднего расположения и исключающие использование телескопических цилиндров с заменой его на простой цилиндр [16].

Под устойчивостью автомобиля понимается совокупность свойств, определяющих критические параметры движения или положения как самого автомобиля, так и его звеньев. Главным признаком потери устойчивости является опрокидывание автомобиля.

Опрокидывание автомобиля может произойти как в продольной, так и в поперечной плоскости. Например, потеря устойчивости в продольной плоскости может наблюдаться при резком торможении автомобиля на крутом спуске. При этом происходит отрыв от дороги задних колес. Опрокидывание автомобиля в продольной плоскости возможно также при его движении на крутом подъеме [11]. В этом случае передние колеса теряют контакт с полотном дороги. Известны случаи опрокидывания автомобиля назад при движении его задним ходом в овраг или в реку.

Под поперечной устойчивостью понимают способность автомобиля сохранять контакт всех колес с полотном дороги. В большинстве случаев опрокидывание автомобиля в поперечной плоскости возникает:

- при движении на высокой скорости на крутых поворотах;
- вследствие резкого прекращения бокового заноса при наезде задним колесом на какое-либо препятствие;
- при неравномерном расположении груза в кузове автомобиля или его перемещении на повороте и др.

Все вышесказанное в полной мере относится к автомобилям-самосвалам [12]. Кроме того, для данного класса машин существует опасность потери устойчивости автомобиля в процессе его разгрузки. Опыт эксплуатации показал, что при разгрузке самосвалов на подготовленных ровных площадках не происходит отрыва колес от полотна дороги [13].

Опрокидывание автомобиля чаще всего происходит при разгрузке на наклонных площадках. Причем площадки разгрузки могут иметь как продольный, так и поперечный уклон. В этой связи основной задачей при расчете устойчивости автомобиля в таких случаях является определение предельно допустимого угла наклона площадки разгрузки, а также нагрузок, действующих на несущую систему автомобиля.

2.4 Научная гипотеза. Предложения по части теоретического и экспериментального рассмотрения вопроса

На основании всего вышеперечисленного выдвигается гипотеза о том, что если заменить существующую конструкцию гидроцилиндра опрокидывающего устройства самосвала новой, конструкция которой описана в патенте № KZ A4 31367, опубликованного 29.07.2016 г. (бюл. №8), то устойчивость при разгрузке будет увеличена, посредством увеличения предельного угла опрокидывания кузова при разгрузке. На основе научной работы, в котором рассчитывался предельный угол опрокидывания кузова при разгрузке на наклонной поверхности, будет проведен идентичный расчет, при разгрузке на косогоре.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы преследуется несколько целей:

1. Произвести расчет самосвала с опрокидывающим устройством новой конструкции на опрокидывание при разгрузке. Вычислить предельный угол опрокидывания кузова при разгрузке на косогоре.

2. Произвести расчет, доказывающий экономическую эффективность применения устройства новой конструкции.

Предложенный подход позволяет уже на ранней стадии проектирования проводить многовариантные расчеты самосвала на прочность и устойчивость с целью выбора оптимального конструктивного решения.

3 Расчеты и результаты исследования

3.1 Задачи и методы расчёта

Значение расчётов для создания рациональных конструкций трудно переоценить. Размеры поперечных сечений несущих элементов, конструктивные формы, а, следовательно, масса и расход материалов в подавляющем большинстве случаев определяются условиями обеспечения прочности и жёсткости. Если для стандартных сооружений их собственная масса определяет лишь расход материалов и стоимость, то для подвижных к которым относится автомобили, она непосредственно влияет на технико-экономические показатели (грузоподъёмность, скорость) [17]. Успешное проведение расчётов на прочность любой конструкции зависит от полноты разработки трёх основных проблем, характеризующих: внешние силы – методы определения значений и характера распределения и изменения во времени всех внешних по отношению к конструкции нагрузок, установление возможно наиболее неблагоприятных с точки зрения прочности сочетаний этих нагрузок; внутренние силы – методы определения напряжений и деформации, возникающих в элементах конструкции при действии заданных внешних нагрузок; предельные состояния или допускаемые напряжения – факторы, влияющие на прочность элементов конструкции в эксплуатации, количественные значения предельно допустимых напряжений, деформаций и перемещений с полным учётом механических характеристик материала и их стабильности, степени точности определения внешних нагрузок, возможных последствий нарушения прочности элементов и с точки зрения получения окончательных результатов все три проблемы имеют одинаковое значение, поэтому эффективность расчетов на прочность конструкций зависит от степени и глубины разработки каждой из трех проблем, а не какой-то одной из них [14].

В настоящее время не существует таких моделей, которые учитывали бы особенности той или иной подсистемы в такой мере, чтоб их можно было использовать при построении модели всего автомобиля для определения действующих нагрузок. При построении модели всего автомобиля для определения действующих нагрузок. При проведении расчетов на стадии проектирования приходится использовать различные упрощения. Автомобиль разделяют на подсистемы, которые рассчитывают отдельно. Нагрузки, действующие на автомобиль и его под системы, схематизируются.

При загрузке самосвала экскаватором или бункером возникает ударные нагрузки, воспринимаемые непосредственно платформой. Значение этих нагрузок может быть различным в зависимости от вида и веса падающего груза, высоты его падения, жесткостных параметров автомобиля. Как правил, на стадии проектирования не проводятся расчёты от нагрузок, возникающих при загрузке.

При транспортировании груза различают нагрузки, возникающие при движении гружёного самосвала по ровной дороге и по дороге с большими неровностями [11]. Считается, что при движении с большой скоростью по относительно ровной дороге, на самосвал действует главным образом вертикальные симметричные динамическая нагрузка P_d , которую определяет, как сумму статической нагрузки $P_{ст}$ и сил инерции $P_{и}$:

$$P_d = P_{ст} + P_{и} = k_d P_{ст}, \quad (3.1)$$

где $k_d = 1 + a/g$ – динамический коэффициент, коэффициент перегрузки зависящий от вертикальных ускорений a .

Вертикальное ускорение для различных точек грузового автомобиля различны, но максимальные значения могут достигать $3g$ ($a \approx 3g$). Тогда динамическая нагрузка $P_d = 4P_{ст}$.

При движении с малой скоростью по дороге с большими неровностями самосвал испытывает перекосы. За нормативный перекос принят суммарный подъём диагонально расположенных колёс на 500 мм. При этом рама самосвала по базе закручивается более чем на 5° . При больших перекосах скорость самосвала небольшая вертикальные ускорения незначительны и нагрузки предполагаются статическими. Как правило их раскладывают на симметричные и косо симметричные, при чём определяющими являются кососимметрические нагрузки, закручивающие поддрессоренную часть самосвала.

При разгрузке на самосвал в зависимости от места разгрузки (горизонтальная площадка или уклон) действуют различные нагрузки. При подъёме равномерно нагруженной платформы на горизонтальной площадке расчёт ведут от симметричных усилий, создаваемых подъёмным механизмом и грузом [18]. При подъёме гружённой платформы на уклоне поддрессоренная часть самосвала закручивается и от перекоса, и от момента, создаваемого грузом. При этом особое внимание уделяется поперечной устойчивости самосвала.

На стадии проектирования желательно использовать упрощённые расчётные схемы, если даже они грубо отражают характерные особенности работы конструкции. При этом для одной и той же конструкции может быть использовано несколько совершенно разных расчётных схем в зависимости от того, какие условия работы эмитируются. При использовании простых расчётных схем важно помнить, что автомобиль-самосвал – это единая система, поэтому нужно учитывать взаимодействие его подсистем.

3.2 Расчет весовых характеристик автомобиля самосвала

На стадии компоновки определяется основные нагрузочные параметры самосвала и распределение нагрузки по мостам.

Увеличение грузоподъёмности автомобиля-самосвала или автопоезда это основной путь повышения производительности автотранспортных единиц; ограничивающим фактором является несущая способность дорожных покрытий.

Распределение полной нагрузки на задние и передние управляемые колёса. Распределение масс существенно влияет на проходимость и управляемость (рисунок 3.1) [19].

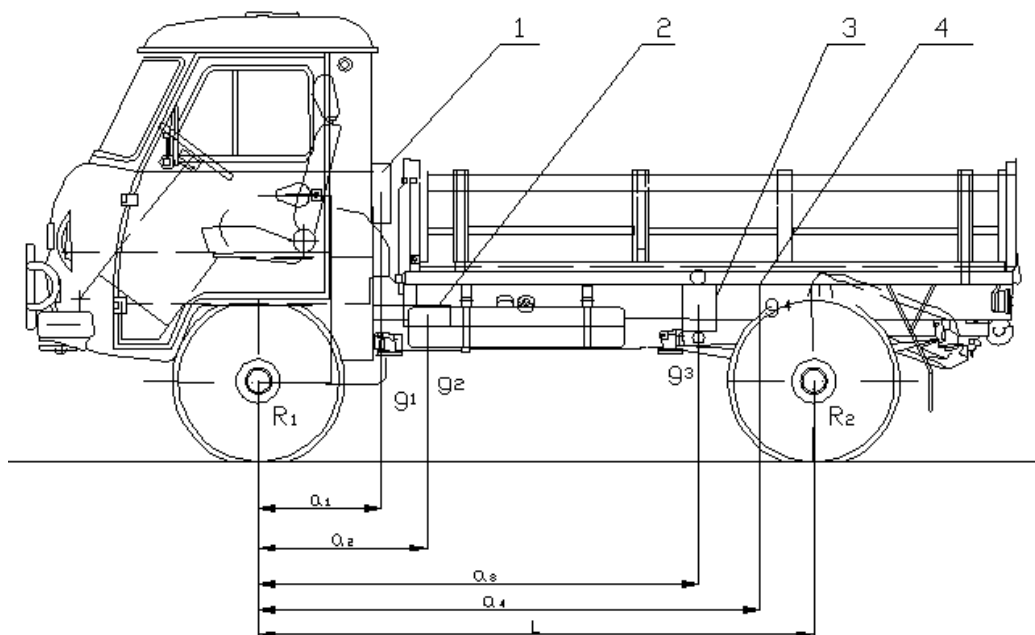


Рисунок 3.1 – Весовые характеристики автомобиля самосвала

Полезная нагрузка автомобиля-самосвала обычно на 10...12% меньше полезной нагрузки базового автомобиля, наличия дополнительного устройства для подъёма платформы и платформы большей массы. Полезная масса определяется по формуле:

$$G/9,8 = (G_a - (G_{ш} + G_k + g_1 + g_2 + g_3 + g_4))/9,8 \quad (3.2)$$

где $G_a/9,8$ - полная масса автомобиля-самосвала;

$G_{ш}/9,8$ - масса снаряжённого шасси;

$G_k/9,8$ - масса платформы;

$(g_1 + g_2 + g_3 + g_4)/9,8$ - масса агрегатов.

$$G/9,8 = (3050 - (1750 + 185 + 20 + 15 + 30 + 50))/9,8$$

$$G = 1000 \text{ кг}$$

Положение центра тяжести платформы с грузом определяет распределение нагрузки самосвала по мостам. Расположение основных

агрегатов (коробки отбора мощности с насосом гидробака, запасного колеса, гидроцилиндра), определяются конструктивно. В связи с относительно малой массой эти агрегаты существенного влияния не оказывают, тем не менее они тоже учитываются при расчёте распределённой нагрузки самосвала. Распределение нагрузки снаряжённого шасси берутся из технических условий на шасси [13].

Сложные вычисления для данной схемы проводятся на ЭВМ, по схеме, представленной на рисунке 3.1. Дают результат для данной компоновки: на заднюю ось добавляется 75% от массы дополнительно установленных агрегатов, а на переднюю 25%.

Масса всех дополнительных агрегатов

$$M_{\text{доп}} = (g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5). \quad (3.3)$$

$$M_{\text{доп}} = 185 + 20 + 15 + 30 + 50,$$

$$M_{\text{доп}} = 300 \text{ кг.}$$

Тогда на заднюю ось R_2 приходится дополнительно 75% от 300.

$$300 \times 0,75 = 225 \text{ кг}$$

На переднюю ось R_1 оставшиеся 25%, $300 \times 0,25 = 75 \text{ кг}$

Из этого следует, что распределение по осям нового автомобиля самосвала будет:

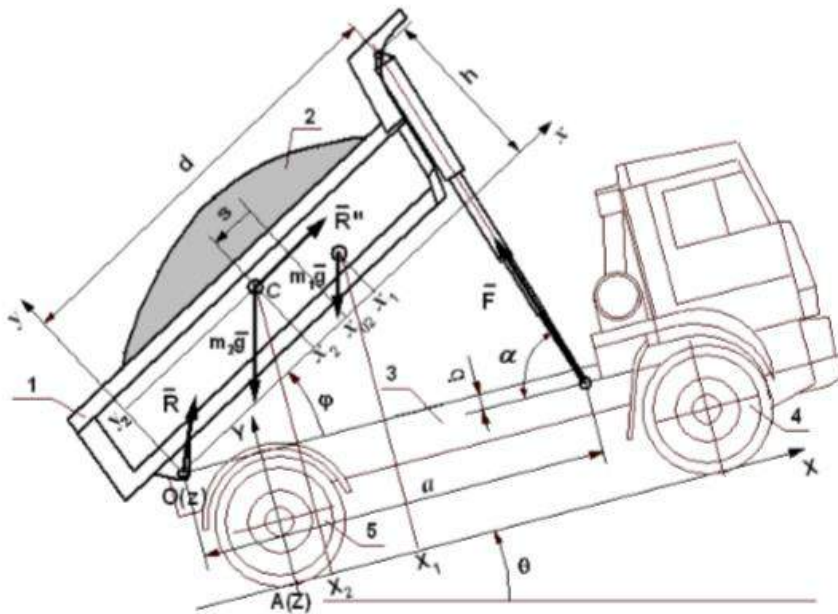
$$R_1 = 1090 + 75 = 1165 \text{ кг;}$$

$$R_2 = 660 + 225 = 885 \text{ кг.}$$

Для получения необходимого геометрического объёма кузова V , конструктор может варьировать в определённых пределах внутреннюю высоту кузова C , которая ограничена допустимой погрузочной высотой H автомобиля-самосвала. Эта высота определяется высотой погрузочных машин.

3.3 Продольная устойчивость самосвала

Рассмотрим схему разгрузки самосвала на продольном уклоне (рисунок 3.2).



m_1 – масса платформы 1; m_2 – масса груза 2; m_3 – масса других поддрессоренных агрегатов 3; m_4 и m_5 – масса переднего 4 и заднего 5 мостов автомобиля; φ – угол подъема платформы; θ – угол наклона площадки разгрузки; s – перемещение груза

Рисунок 3.2 - Расчетная схема разгрузки самосвала на площадке с продольным уклоном

При подъеме платформы, когда суммарный угол наклона платформы ($\varphi + \theta$) станет равным углу естественного откоса, груз приходит в движение. Пусть груз движется как монолитная глыба, симметричная относительно плоскости симметрии Ox автомобиля [13].

Определим сначала усилия F гидроцилиндра опрокидывающего механизма и реакции R в шарнирных опорах платформы. Для этого, используя уравнения Лагранжа второго рода, получены дифференциальные уравнения движения системы «платформа-груз»:

$$\left[J_{OZ}^{(1)} + m_2(x_2^2 + y_2^2) + J_{CZ}^{(2)} \right] \cdot \ddot{\varphi} + m_2 y_2 \ddot{s} = -m_1 g X_1 - m_2 g X_2 + F(a \sin \alpha - b \cos \alpha); \quad (3.4)$$

$$m_2 y_2 \ddot{\varphi} + m_2 \ddot{s} + m_2 x_2 \dot{\varphi}^2 = m_2 g \sin(\varphi + \theta) - f[m_2 g \cos(\varphi + \theta) - 2m_2 \dot{\varphi} \cdot \dot{s}], \quad (3.5)$$

где $J_{OZ}^{(1)}$ – момент инерции платформы; $J_{CZ}^{(2)}$ – момент инерции груза;

X_1 и X_2 – координаты центров масс платформы и груза в неподвижной системе AXY ;

f – коэффициент трения скольжения груза о платформу.

Отметим, что у большинства автомобилей-самосвалов угловая скорость поворота платформы мала и постоянна ($\dot{\varphi} = \omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$). Тогда,

полагая $\dot{\varphi}^2 = \omega^2 \approx 0$, $\dot{\varphi} \cdot \dot{s} \approx 0$, $\ddot{\varphi} = \varepsilon = 0$, дифференциальные уравнения движения груза (3.4) и (3.5) преобразуем к виду:

$$m_2 y_2 \ddot{s} = -m_1 g X_1 - m_2 g X_2 + F(a \sin \alpha - b \cos \alpha); \quad (3.6)$$

$$\ddot{s} = g[\sin(\varphi + \theta) - f \cos(\varphi + \theta)]. \quad (3.7)$$

Исключив из уравнения (3.7) ускорение $\ddot{s}$, получим усилие гидроцилиндра

$$F = \frac{m_1 g X_1 + m_2 g X_2 + m_2 y_2 [g \sin(\varphi + \theta) - f \cos(\varphi + \theta)]}{a \sin \alpha - b \cos \alpha}. \quad (3.8)$$

Здесь координаты центров масс платформы и грузы в неподвижной АХУ и подвижной АХУ и подвижной Оху системе координат связаны следующими соотношениями:

$$X_K = x_K \cos \varphi - y_K \sin \varphi - X_0; \quad (3.9)$$

$$Y_K = x_K \sin \varphi + y_K \cos \varphi + X_0, \quad (k=1,2), \quad (3.10)$$

где X_0 и Y_0 – координаты центра шарнирной опоры (точка О).

Необходимо отметить, что изменение координаты груза $X_2 = x_2 \cos \varphi - y_2 \sin \varphi$ вызвано не только увеличением угла φ , но и изменением координаты $x_2 = x_{02} - s$ за счет движения груза.

В свою очередь, перемещение s груза получим, интегрируя уравнение (3.10) с учетом начальных условий: $(\varphi + \theta) = 30^\circ$; $\varphi = \omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$; $s_0 = 0$; $\dot{s}_0 = 0$.

Угол наклона α гидроцилиндра найдем из геометрических соотношений (рисунок 3.2):

$$\alpha = \arctg \left(\frac{b + d \sin \varphi + h \cos \varphi}{a - d \cos \varphi + h \sin \varphi} \right). \quad (3.11)$$

Для определения реакций в шарнирных опорах О платформы воспользуемся принципом Даламбера. Приведем все силы инерции груза к его центру масс (точка С) в виде главного вектора $\bar{R}^u$ и главного момента $\bar{L}_C^u$ [13].

Модуль главного момента сил инерции груза равен

$$\bar{L}_C^u = J_{Cz} \varepsilon, \quad (3.12)$$

где J_{Cz} – момент инерции груза;

$\varepsilon = \ddot{\varphi}$ – угловое ускорение платформы (груза).

Поскольку $\varepsilon = 0$ ($\omega = \text{const}$), то главный момент сил инерции $\bar{L}_C^u = 0$.

Главный вектор сил инерции груза равен

$$\bar{R}^u = -m_a \bar{a}_C, \quad (3.13)$$

Ускорение центра масс груза $\bar{a}_C$ запишем в виде

$$\bar{a}_C = \bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_k, \quad (3.14)$$

где $\bar{a}_r, \bar{a}_e$ и $\bar{a}_k$ – относительное, переносное ускорение груза и ускорение Кориолиса.

Направление компонентов вектора $\bar{a}_C$ изображено на векторной диаграмме (рисунок 3.3).

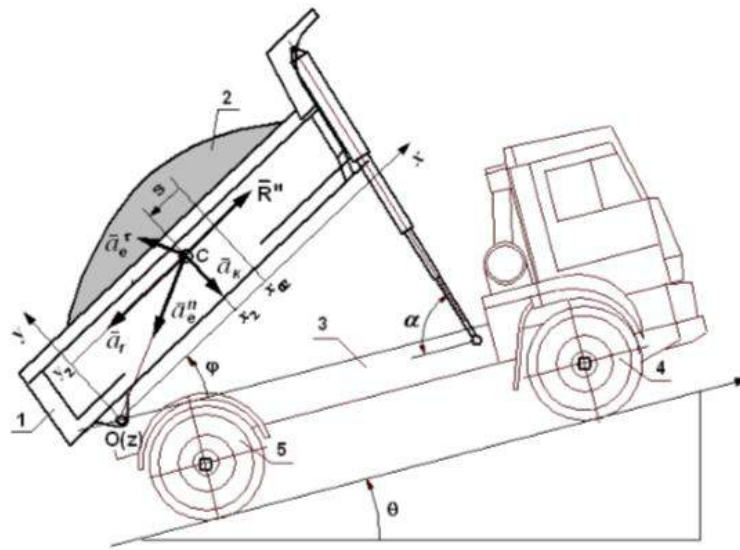


Рисунок 3.3 – Векторная диаграмма ускорений груза

Модули составляющих вектора ускорения груза найдем по формулам:

$$a_r = \ddot{s}; a_e^n = \omega^2 OC; a_e^\tau = \varepsilon \cdot OC; a_k = 2\omega\dot{s} \quad (3.15)$$

Спроецируем уравнение (3.16) с учетом уравнений (3.17) на оси подвижной системы координат Oxy

$$a_{Cx} = -\ddot{s} - \omega^2 x_2 - \varepsilon \cdot y_2; \quad (3.16)$$

$$a_{Cy} = -\omega^2 y_2 + \varepsilon \cdot x_2 - 2\omega\dot{s}. \quad (3.17)$$

Исключив из последних уравнений члены, содержащие $\omega^2 \approx 0$, $\omega \cdot \dot{s} \approx 0$ и $\varepsilon = 0$, найдем ускорение центра масс груза: $a_C = a_r = \ddot{s}$. Следовательно, вектор ускорения $\bar{a}_C = \bar{a}_r$ и направлен в сторону движения

груза, а главный вектор его сил инерции груза $\bar{R}^u$ – в противоположную сторону (см. рисунок 3.2) [14]. При этом модуль $\bar{R}^u = m_2\ddot{s}$.

Повторяя аналогичные вычисления для платформы, получим результаты приведения ее сил инерции близкие к нулю. Поэтому силами инерции платформы можно пренебречь.

Найдем реакции R в шарнирной опоре O платформы. Для этого спроецируем все силы (см. рисунок 3.2) на оси неподвижной системы координат AXY

$$R_X = (m_1g + m_2g)\sin\theta + F\cos\alpha - m_2\ddot{s}\cos\varphi; \quad (3.18)$$

$$R_Y = (m_1g + m_2g)\cos\theta - F\sin\alpha - m_2\ddot{s}\sin\varphi. \quad (3.19)$$

Тогда модуль $R = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2}$.

Очевидно, что после опрокидывания автомобиля расчет искомых нагрузок не представляет ни научного, ни практического интереса.

Теперь перейдем к оценке продольной устойчивости самосвала. Для этого воспользуемся принципом Даламбера [13]. Расчетная схема самосвала представлена на рисунке 34. В соответствии с принципом Даламбера $\sum M_{AZ}(m_k\bar{g}) + \sum M_{AZ}(\bar{R}_k) + \sum M_{AZ}(\bar{R}^u) = 0$ или

$$-\sum_{k=1}^4 m_k g \cos\theta \cdot X_k + \sum_{k=1}^5 m_k g \sin\theta \cdot Y_k - R^u \cos\varphi \cdot Y_2 + R^u \sin\varphi \cdot X_2 = 0, \quad (3.20)$$

где R_1 – суммарная реакция на колесах переднего моста автомобиля.

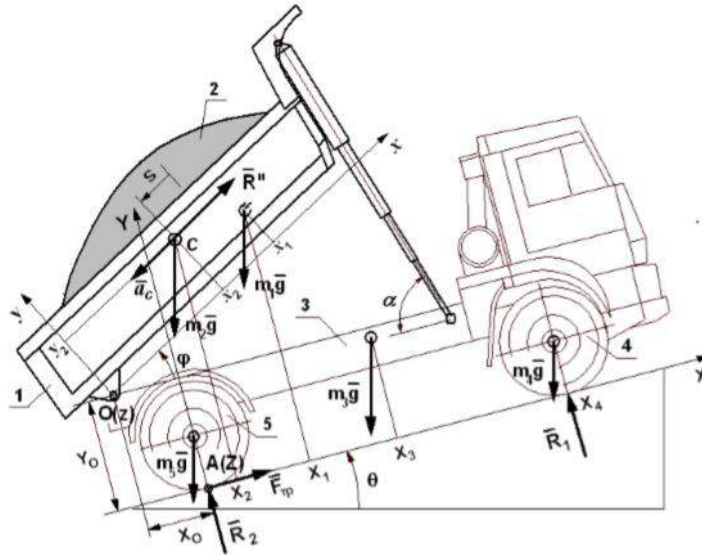


Рисунок 3.4 – Расчетная схема самосвала для оценки устойчивости

В случае, когда угол наклона площадки превышает критический угол, происходит отрыв передних колес от площадки разгрузки [15]. При этом реакция R_1 обращается в ноль и уравнение (3.21) окончательно примет вид:

$$g \cos(\theta_{кр}) \sum_{k=1}^4 m_k X_k - g \sin(\theta_{кр}) \sum_{k=1}^5 m_k Y_k + m_2 \ddot{s} (Y_2 \cos \varphi - X_2 \sin \varphi) = 0, \quad (3.21)$$

Однако получить аналитическое выражение для расчета критического угла $\theta_{кр}$ из уравнения (26) не представляется возможным. Поэтому применим процедуру пошагового изменения параметров. Для этого дискретно, с шагом $\Delta\theta = 0,5^\circ$, увеличиваем угол наклона площадки разгрузки. На каждом шаге, изменяя угол φ , моделируем подъем платформы. Когда сумма углов ($\varphi + \theta$) станет равной углу естественного откоса, начнется движение груза. С этого момента по формуле (12) вычисляем ускорение $\ddot{s}$ центра масс груза и из уравнений (14) и (15) - координаты центров масс платформы и груза [11]. Подставляя полученные значения в уравнение (28), проверяем условие отрыва передних колес. Если сумма моментов, входящих в уравнение (28), будет меньше или равной нулю, то угол наклона площадки достиг критического значения $\theta_{кр}$ и самосвал опрокинется. В противном случае увеличиваем на шаг угол θ и процедура повторяется.

На основе разработанной методики составлена программа расчета продольной устойчивости автомобилей-самосвалов. Полученные результаты могут быть полезны на ранней стадии проектирования для оценки устойчивости самосвалов.

3.4 Поперечная устойчивость самосвала

Потеря устойчивости самосвала может наблюдаться и при разгрузке на поперечном уклоне. Анализ современных методов оценки поперечной устойчивости самосвалов показал, что решение указанной задачи развивается в двух направлениях.

Первый подход связан с испытаниями натурных образцов автомобилей на специальных стендах. Например, экспериментальные исследования устойчивости большегрузных автомобилей при боковом (поперечном) уклоне проведены фирмой Fliegl Fahrzeugbau [19]. На стенде испытывались пять моделей самосвалов от различных производителей. Автомобили с груженой платформой, поднятой на 30° , наклоняли на 6° вбок. Целью проведения данных испытаний была сравнительная оценка результатов скручивания рамы на момент разгрузки. Отмечено, что низкие показатели скручивания рамы влияют на отклонение кузова от вертикали и, следовательно, на устойчивость всего автомобиля при разгрузке.

Аналогичные испытания проводятся компанией Schmitz Cargobull на заводе в Готе, где установлен еще один уникальный испытательный стенд. С

его помощью все самосвальные полуприцепы еще на этапе разработки тестируются на устойчивость к опрокидыванию как назад, так и набок [18].

Другой подход к решению поставленной задачи основан на применении расчетных методов исследования. Однако для этого требуется создание сложной математической модели автомобиля. Такая модель должна учитывать конструктивные особенности направляющего аппарата подвески, нелинейность упругих элементов подвески и шин, а также возможность пластической деформации несущей системы при кручении. В такой постановке задача может быть решена только с применением численных методов и является предметом серьезного научного исследования.

Так, на полной конечно-элементной модели автомобиля КамАЗ-6520 производился расчет критического угла наклона площадки разгрузки [19]. Были зафиксированы жесткость колес, жесткость рессор и положение центра тяжести груза. Дискретно, с шагом $0,5^\circ$, задавался угол наклона автомобиля и моделировался подъем платформы. Критическим углом наклона площадки при разгрузке самосвала считался угол, при котором происходил отрыв колес от поверхности земли, либо начиналось пластическое деформирование несущей конструкции. Проведенные расчеты подтвердили известный факт о критичности для самосвалов повышенной грузоподъемности угла наклона площадки.

Отметим, что для разработки и отладки подобной модели автомобиля требуется не только значительное время, но и слаженная работа коллектива высококлассных инженеров. Однако эти затраты могут быть оправданы, т.к. созданная модель также может быть использована для расчетов динамики и прочности автомобиля.

4 Методика проведения экспериментальных исследований

4.1 Экспериментальная оценка показателей устойчивости самосвала повышенной грузоподъемности с задней разгрузкой

Для оценки показателей устойчивости трехосного автомобиля-самосвала увеличенной грузоподъемности с задней разгрузкой при работе в тяжелых дорожных условиях в продольной и поперечной плоскостях проведены экспериментальные исследования, результаты которых позволили определить рациональные режимы эксплуатации данного вида техники [3, 10].

Экспериментальные исследования опытного образца самосвала проводились в дорожных условиях, характерных для условий эксплуатации данного вида транспортных средств, и при различной загрузке кузова.

Для проведения экспериментальных исследований был подготовлен опытный образец автомобиля-самосвала повышенной грузоподъемности с задней разгрузкой. Отличительной особенностью опытного образца от серийно выпускаемых самосвалов является усиленная рама, которая изготовлена из швеллеров большего сечения из высокопрочной стали и имеет внутренние усилители лонжеронов [12].

Регистрация параметров осуществлялась измерительной аппаратурой в составе многофункционального измерительного комплекса «Spidpak» и портативного переносного компьютера.

В процессе проведения испытаний фиксировались следующие параметры:

- статическая нагрузка под всеми осями автомобиля в порожнем и груженом состояниях;
- реакции под колесами передней, средней и задней осей автомобиля при выполнении разгрузочных операций.

Для измерения реакций под колесами самосвала использовались тензометрические датчики вертикальной нагрузки, которые устанавливались на ровных жестких основаниях для обеспечения точности измерений [12]. По результатам определения реакций под колесами левого и правого бортов самосвала с использованием устройств деформации установлено, что в порожнем состоянии на переднюю среднюю и заднюю оси приходилось соответственно 42, 30, 28% веса машины.

Анализ результатов позволил установить, что нагрузка на передние колеса составляет 34 – 35 кН. Реакции под колесами среднего моста находятся в пределах 24 – 26 кН, под колесами заднего моста – 21– 22 кН. Полученные результаты соответствуют данным завода-изготовителя. Погрешность измерений составила 2 – 3%.

Значительную часть времени самосвал эксплуатируется в груженом состоянии. По этой причине показатели продольной и поперечной устойчивости самосвала повышенной грузоподъемности являются

определяющими при эксплуатации как на дорогах общего пользования, так и в тяжелых дорожных условиях.

Графическое отображение процесса переезда устройств деформации груженым самосвалом повышенной проходимости представлено на рисунке 4.1. С помощью измерительной аппаратуры зарегистрированы реакции на переходных и установившихся режимах [15]. При переходных режимах наблюдается резкое изменение регистрируемого параметра, в нашем случае реакций под колесами. На установившихся режимах колебания измеряемого параметра равны приблизительно среднему значению. Для получения более точных значений реакций под колесами самосвала каждое колесо находилось на устройстве деформации не менее 20 с.

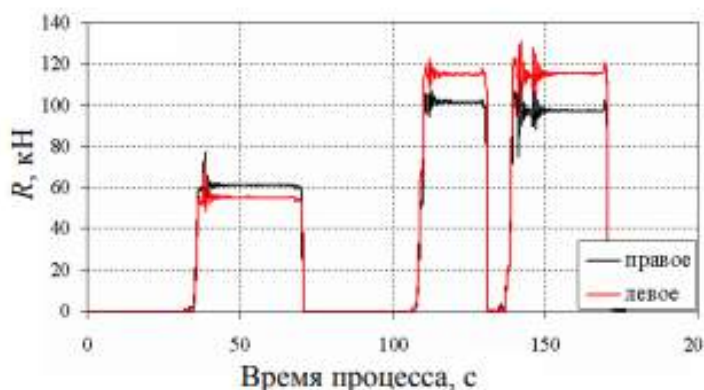


Рисунок 4.1 - Графическое отображение процесса переезда устройств деформации колесами груженого самосвала

Значения коэффициентов динамичности при переезде устройств деформации колесами груженого самосвала составил 1,2 – 1,4 при скорости движения 2 – 3 км/ч.

Обработка полученных результатов позволила определить значения нагрузок на оси груженого самосвала и установить характер изменения реакций в зависимости от величины загрузки грузовой платформы. Определение реакций производилось с различной загрузкой грузовой платформы. Полная масса максимально загруженного самосвала составила около 54700 кг. При этом следует отметить, что заводом-изготовителем рекомендуется загрузка грузовой платформы сыпучим материалом массой до 26 000 кг для возможности движения по дорогам общего пользования [15]. При максимальной загрузке грузовой платформы самосвала нагрузки на передний мост в сравнении с порожней машиной возросли в 1,53 раза и составили 100 – 103 кН. Нагрузка на средний и задний мосты находилась в пределах 212 – 215 кН на каждый мост. Нагрузка на средний мост возросла в 4 – 4,5 раза, на задний – 4,8–5 раз по сравнению с порожним самосвалом.

Анализ полученных результатов и сравнение их с допустимыми значениями позволяет сделать вывод о возможности эксплуатации

испытываемого самосвала по дорожным покрытиям и в карьерах с несущей способностью дорожной одежды 100 – 115 кПа [10] без ограничения грузоподъемности. При движении по дорогам с более низкой несущей способностью необходимо ограничивать массу транспортируемого грунта.

При подъеме грузовой платформы до момента открытия борта происходит увеличение нагрузки на задние колеса со 108 до 114 кН (рисунок 4.2). Колеса переднего моста при этом разгружаются с 60 до 56 кН. В момент открытия борта происходит перераспределение реакций. Колеса заднего моста разгружаются в 1,37 раза, значения реакции находятся в пределах 82 – 85 кН. Передние колеса нагружаются менее интенсивно.

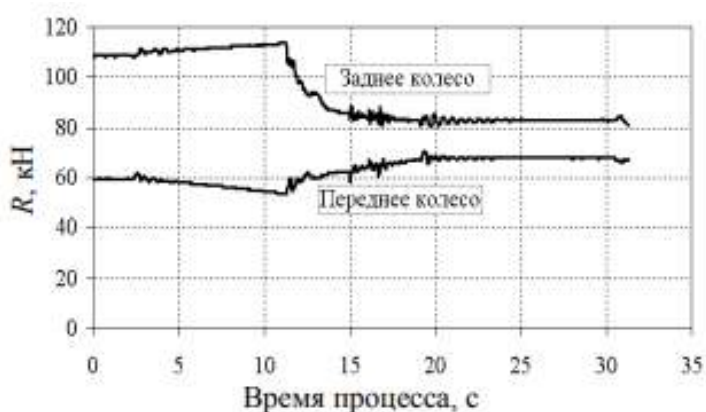


Рисунок 4.2 - Изменение реакций под колесами самосвала при открытии борта

Особый интерес при выполнении разгрузочных операций представляет зависимость изменения реакций под колесами переднего моста, так как при значительной разгрузке передних управляемых колес наблюдается снижение показателей управляемости и маневренности [12].

На экспериментальной зависимости изменения реакции переднего колеса можно выделить три характерных участка. На первом участке (от 0 до 25°) наблюдается равномерное высыпание грунта. При значениях угла наклона грузовой платформы 27 – 35° наблюдается интенсивное истечение груза. При этом наблюдается резкое снижение реакции под колесами переднего моста 46 до 29 кН. При дальнейшем повороте платформы (35–50°) интенсивность высыпания груза снижается, что объясняется большим объемом призмы выгруженного грунта, который находится позади самосвала. Для обеспечения полной разгрузки самосвала необходимо отъехать от места разгрузки с поднятой платформой, что приводит к разгрузке переднего моста на 10–15% за счет значительной силы инерции и увеличенного значения высоты центра масс самосвала.

Анализ результатов экспериментальных исследований продольной и поперечной устойчивости позволил установить, что разгрузочные операции самосвалом повышенной грузоподъемности необходимо производить на

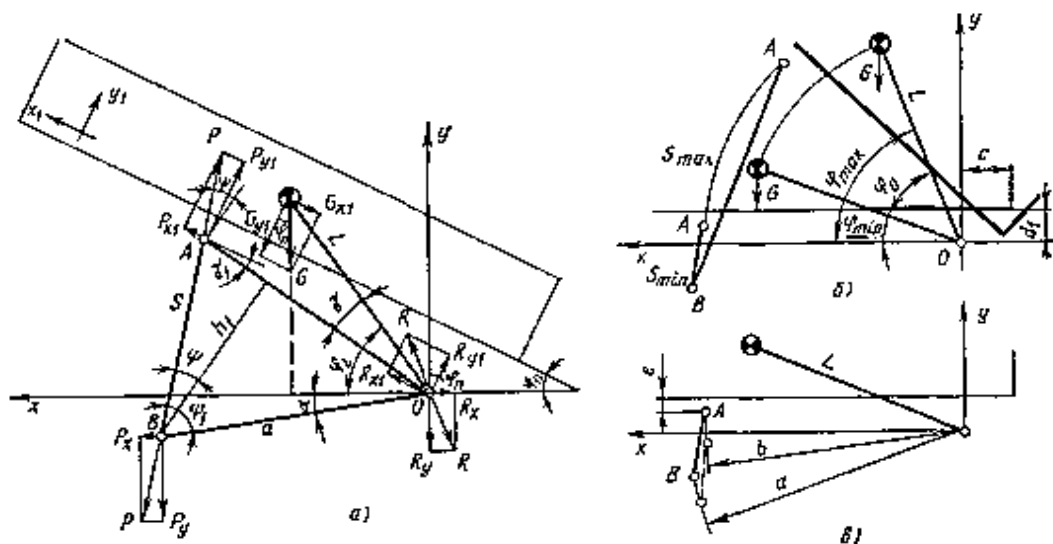
площадках с уклоном относительно продольной оси самосвала не более $10 - 15^\circ$, относительно поперечной оси – не более $5 - 8^\circ$ особенно в зимний период при отрицательных температурах воздуха, когда возможны случаи примерзания грунта к стенкам грузовой платформы [12].

4.2 Методика расчета основных показателей гидроцилиндра самосвала

При проектировании подъемного механизма необходимо обеспечить определенный угол наклона платформы при минимальной массе конструкции. Основным агрегатом подъемного механизма является гидроцилиндр, масса которого составляет значительную часть массы всего опрокидывающего устройства [17]. Можно предположить, что металлоемкость гидроцилиндра будет тем меньше, чем меньше развиваемое им усилие. При подъеме платформы с грузом заданной массы для уменьшения усилия гидроцилиндра его рациональнее располагать дальше от поворотного шарнира, т.е. у переднего борта платформы. Однако в этом случае для обеспечения заданного угла наклона платформы необходимо увеличить ход гидроцилиндра, т.е. общую длину цилиндров, а значит повышать его металлоемкость. Однозначно определить оптимальное место размещения гидроподъемника без проведения всестороннего анализа не представляется возможным. В настоящее время при проектировании в основном учитываются конструктивно-технологические и функциональные факторы.

Определение оптимальных кинематических и силовых параметров подъемного механизма на ЭВМ. Кинематика подъемных механизмов самосвалов достаточно проста. Проектирование механизма, который может обеспечить заданный угол наклона платформы, развивая при этом минимальное пиковое усилие гидроцилиндра, относится к числу задач на «минимум» [15]. На рисунке 4.3 представлена кинематическая схема подъемного механизма.

Для проектирования подъемного механизма должны быть заданы значения G , L , $\varphi_{\min}$, $\varphi_{\max}$, $S_{\min}$, $S_{\max}$ (рисунок 4.3, б). Положение центра тяжести платформы определяется компоновкой. Для определения длины стрелы L подъема груза нужно задаться положением O поворотного шарнира. Как правило, стремятся уменьшить заданный свес e платформы с целью уменьшения растягивающих динамических нагрузок, действующих на гидроцилиндр в конце разгрузки [17]. Размер d_1 определяется положением поворотного шарнира в надрамнике. При изменении размеров s и d_1 варьируется длина стрелы L подъема груза и угол $\varphi_{\min}$, определяющий положение стрелы подъема груза при максимальном угле подъема платформы: $\varphi_{\max} = \varphi_{\min} + \varphi_0$ (φ_0 – заданный угол подъема платформы). Значения $S_{\min}$ и $S_{\max}$ определяются конструкцией испытываемого подъемника.



а – положение для определения кинематических и силовых зависимостей; б – кинематическая предельных положений подъемного механизма; в – положение возможных положений гидроцилиндра

Рисунок 4.3 – Схемы подъемного механизма автомобиля-самосвала

Усилие гидроподъемника P зависит от угла φ_L (рисунок 4.3, а). Из условия равновесия платформы ($\sum M_0 = 0$) получим $Pbc\cos\psi = GL\cos\varphi_L$ или

$$P = LG\cos\varphi_L/(bc\cos\psi), \quad (4.3)$$

где $\cos\psi = h_1/S$; $h_1 = a\sin(\varphi_L + \alpha - \gamma)$.

Приняв $\alpha - \gamma = \beta$, получим $\cos\psi = a\sin(\varphi_L + \beta)/S$. Тогда выражение (4.3) примет вид:

$$P = LSG\cos\varphi_L/[absin(\varphi_L + \beta)], \quad (4.4)$$

где a , b и β – проектные параметры подъемного механизма (рисунок 4.3,а).

Значение S в выражении (4.4) по теореме косинусов может быть также определено через эти параметры:

$$S^2 = K_2 - K_1\cos(\varphi_L + \beta), \quad (4.5)$$

где $K_1 = 2ab$; $K_2 = a^2 + b^2$.

Усилия, развиваемые гидроцилиндром автомобиля-самосвала нужно определить в момент начала выдвижения каждого из пяти плунжеров гидроцилиндра и в конце подъема при $G = 65$ кН. Из компоновки известны следующие величины: $a = 1374$ мм; $b = 1178$ мм; $L = 1454$ кН; $\gamma = 11,8^\circ$; $\alpha =$

$7,3^\circ$; $\beta = \alpha - \gamma = -4,5^\circ$; $\varphi_{\min} = 21,8^\circ$. Известны значения S в момент начала выдвижения каждого плунжера и в конце подъема.

По формуле (5) находим значения φ_L , соответствующие заданным S , а затем по формуле $\varphi_{\Pi} = \varphi_L - \varphi_{\min}$ определяют углы наклона платформы в моменты начала выдвижения плунжеров и в конце подъема. По формуле (4.4) определяют усилия гидроподъемника, которые приведены в таблице 4.1 ниже.

Таблица 4.1 – Результаты вычислений усилия гидроподъемника

S , мм	428	622	822	1034	1255	1483
φ_L , °	21,8	31,3	41,1	51,5	62,8	75,1
φ_{Π} , °	0	9,5	19,3	29,7	41,0	53,3
P , кН	78,0	68,8	60,7	51,4	39,4	23,6

Зная усилия гидроподъёмника механизма, которые необходимо приложить при конкретных углах опрокидывания платформы можно создать математическую модель автомобиля-самосвала и конкретно гидроподъёмника и вычислить какие напряжения он будет испытывать.

Для этого в программном комплексе САПР SolidWorks построим математическую модель автомобиля-самосвала и гидроцилиндра (рисунок 4.4 и 4.5).

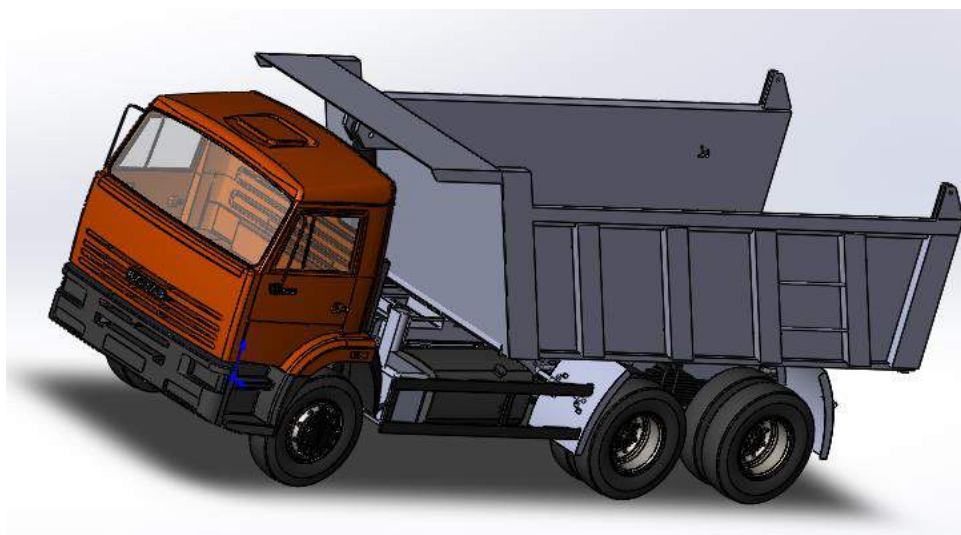


Рисунок 4.4 – Модель автомобиля-самосвала, созданная в SolidWorks



Рисунок 4.5 – Модель гидроцилиндра, созданная в SolidWorks

На гидроцилиндре было произведено статическое исследование. На рисунке 4.6 представлена графа, по которой можно отследить как изменяется напряжение, когда к детали прикладывают усилия, рассчитанные и приведенные в таблице 4.1. Наименьшее напряжение = $2,639\text{e Н/мм}^2$ ($7,26 \text{ Н/мм}^2$); наибольшее напряжение = $4,868\text{e Н/мм}^2$ ($13,24 \text{ Н/мм}^2$); предел текучести составляет $2,25\text{e}$ ($6,12$).

На рисунке 4.7 представлена графа, по которой можно отследить как изменяется перемещение в гидроцилиндре в результате усилий, прикладываемых к нему. Наибольшее перемещение = $1,113\text{e мм}$ ($3,027 \text{ мм}$); наименьшее перемещение = $1,0\text{e мм}$ ($2,72 \text{ мм}$).

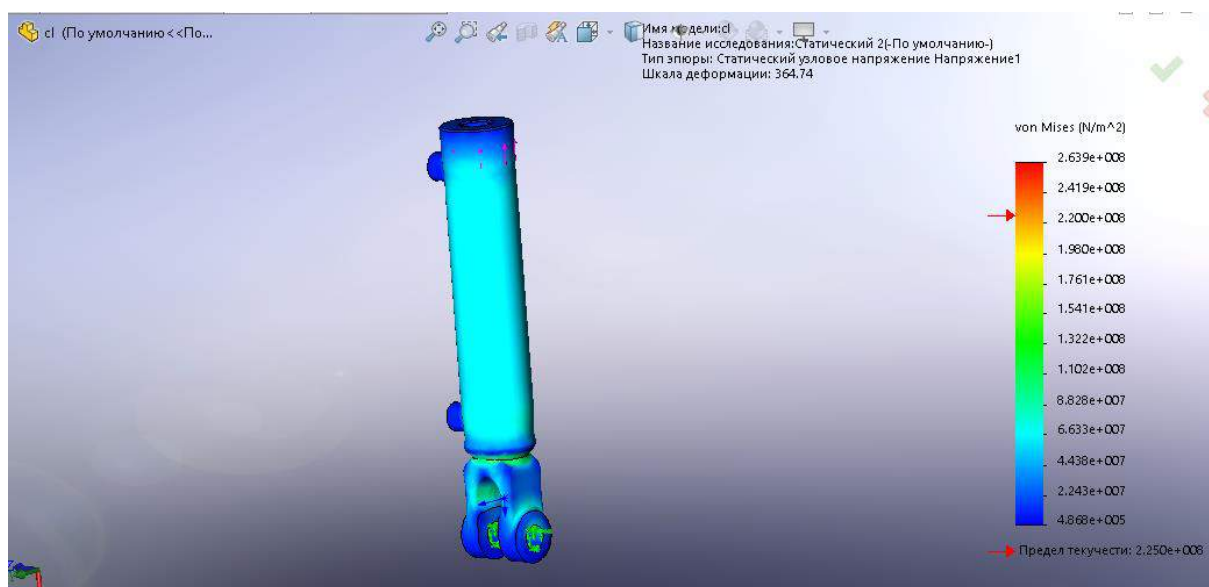


Рисунок 4.6 – Статическое напряжение гидроцилиндра

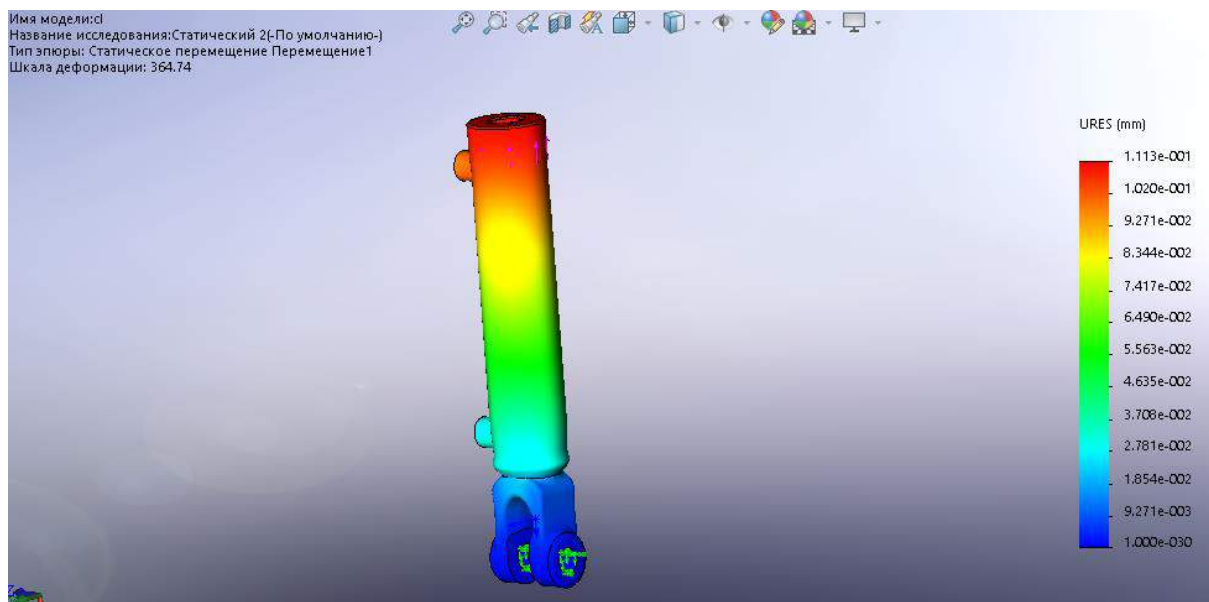


Рисунок 4.7 – Статическое перемещение гидроцилиндра

Подводя итог проделанной работы, приходим к выводу, что использование данного гидроцилиндра под углами и усилиям, рассчитанными ранее допустимо, так как гидроцилиндр будет испытывать допустимые напряжения, не позволяющие ему разрушиться, то есть механизм будет работать исправно.

Таким образом, обобщая весь пройденный процесс – была разработана методика, которая по итогу покажет допустимые напряжения механизмов производящих опрокидывание кузова самосвала.

Общие положения методики:

1. Расчет весовых характеристик автомобиля-самосвала
2. Расчет допустимого угла опрокидывания кузова
3. Определение оптимальных кинематических и силовых параметров подъемного механизма
4. Создание математической модели автомобиля и гидроцилиндра в программном комплексе САПР SolidWorks
5. Запуск исследования – статический расчет
6. Анализ результатов исследования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований дано решение актуальной задаче по самосвальным опрокидывающим механизмам,.

С целью достижения поставленных задачи был проведен патентный поиск и конструктивный анализ по автомобилям-самосвалам, используемым в настоящее время, произведен расчет оптимального угла опрокидывания кузова, разработана математическая модель гидравлического цилиндра и усилий, которые он испытывает в момент разгрузки.

Выявлены напряженное состояние конструкции гидроцилиндра, выполнено 3D моделирование автомобиля-самосвала и гидроцилиндра опрокидывающего механизма, получены карты напряжений, показывающие максимальное напряжение в конструкции.

По итогу магистерской диссертации разработана методика расчета оптимальных параметров гидроцилиндра опрокидывающего устройства. Появилась возможность уменьшить проблему опрокидывания автомобиля-самосвала при разгрузке, благодаря уменьшению угла опрокидывания кузова и использованию более прочного, то есть имеющего параметры, выдерживающие высокое статическое напряжение, гидроцилиндра.

Полученные расчеты с обоснованием параметров гидроцилиндра могут служить методической базой при разработке и проектировании опрокидывающего механизма автомобиля-самосвала новой конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гришкевич А.И., Высоцкий, М. С. Автомобили: Специализированный подвижной состав : учебное пособие - Минск : Высшая школа, 1989.- 240с -Б.ц.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т. Т. 1-2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 559 с., ил.
- 3 Белокуров В.Н, Гладков О.В. Автомобили-самосвалы: М.: Машиностроение, 1987.–216 с.: ил.
- 4 Филиппов Б. И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин: Учебник для студентов вузов по спец. «Строительные и дорожные машины». — 3-е изд., перераб. и доп.— М. Высш. Шк., 1984.– 247 с., ил.
- 5 Охрана труда на предприятиях строительной индустрии. А.Ф. Бицаев, Ю.Н. Посяда, А.А. Чуканов, В.В. Сафонов. Киев, «Будівельник», 1976, стр. 144.
- 6 Литвинов А.с. Управляемость и устойчивость автомобиля, М., «Машиностроение», 1971, 416 стр.
- 7 Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. М «Высшая школа» 1999.
- 8 П.А. Руденко, Ю.А. Харламов. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев “Высшая школа”. 1991г.
- 9 Карноп Д. [Karnopp D.] Стабильность транспортного средства/ Карноп Д. – Нью-Йорк, США: Библиотека Конгресса, 2004. – 315 стр.
- 10 Высоцкий, М. С. Грузовые автомобили: проектирование и основы конструирования / М. С. Высоцкий. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
- 11 Проектирование полноприводных колесных машин: в 2 т. / сост.: Б. А. Афанасьев [и др.]; под общ ред А. А. Полунгяна. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – Т. 1. – 488 с.
- 12 Мохов С.П. Экспериментальная оценка показателей устойчивости самосвала повышенной грузоподъемности с задней разгрузкой//Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Труды БГТУ. 2012. №2
- 13 Барышников Ю.Н. Устойчивость самосвала при разгрузке//Машины и Установки: проектирование, разработка и эксплуатация. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. Журн. 2015 № 03. С.61-61. <http://maplantsjournal.ru/doc/783168.html>. DIO:10.7463/adlts.0315.0783168
- 14 Кравец В.Н. Теория автомобиля. Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. 413 с.
- 15 Белокуров В.Н., Гладков О.В., Захаров А.А., Мелик-Саркисянц А.С. Автомобили-самосвалы / под ред. А.С. Мелик-Саркисянца. М.: Машиностроение, 1987. 216 с.
- 16 Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке. СПб.: Наука, 2006. 387с.

17 Дронг В.И., Дубинин В.В., Ильин М.М., Колесников К.С., Космодемьянский В.А., Назаренко Б.П., Панкратов А.А., Русанов П.Г., Саратов Ю.С., Степанчук Ю.М., Тушева Г.М., Шкапов П.М. Курс теоретической механики / под ред. К.С. Колесникова, В.В. Дубинина. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 758 с.

18 Испытание на устойчивость самосвальных кузовов и шасси // Грузовик.ру. 2008. 18 июля. Режим доступа: http://www.gruzovik.ru/magazine/test_truck/dump_test/ (дата обращения 01.05.2015).

19 Карасёв А. Легкость от Schmitz Cargobul // Автотрак. 2010. № 5. Режим доступа: <http://www.autotruck-press.ru/archive/number93/article863> (дата обращения 01.05.2015).

20 <http://kazpatent.kz>

21 <http://ru.espacenet.com>

22 <http://scholar.google.ru>

23 <http://www.freepatentsonline.com>

Краткий отчет



Университет:	Satbayev University
Название:	Диссертация Муратова антиплагиат.docx
Автор:	Муратова Диана Муратовна
Координатор:	Нурбол Камзанов
Дата отчета:	2019-05-15 07:12:24
Коэффициент подобия № 1:	7,8%
Коэффициент подобия № 2:	0,8%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	10 756
Число знаков:	82 607
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	45



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.
Количество выделенных слов 30

>>

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

№	Название, имя автора или адрес гиперссылки (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов
1	URL_ http://www.findpatent.ru/patent/201/2017634.html		56
2	URL_ https://maplants.elpub.ru/jour/article/viewFile/13/7		30
3	Проектирование автомобиля-самосвала грузоподъемностью 20 тонн с разработкой подъемного механизма кузова Satbayev University (И_П_И)	Итібаев Бекназар Есімбекұлы	20
4	Проектирование автомобиля-самосвала грузоподъемностью 20 тонн с разработкой подъемного механизма кузова Satbayev University (И_П_И)	Итібаев Бекназар Есімбекұлы	18
5	URL_ http://kk.convdocs.org/docs/index-14478.html?page=9		18
6	Проектирование автомобиля-самосвала грузоподъемностью 20 тонн с разработкой подъемного механизма кузова Satbayev University (И_П_И)	Итібаев Бекназар Есімбекұлы	16

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)

Муратова Диана Муратовна
(Ф.И.О. обучающегося)

6М071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии»
(шифр и наименование специальности)

На тему: Обоснование эффективности применения опрокидывающего устройства самосвала новой конструкции

Выполнено:

а) пояснительная записка на 70 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Диссертационная работа Муратовой Д.М. посвящена исследованию эффективности работы опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала новой конструкции.

В работе произведен расчет угла опрокидывания самосвального кузова, позволяющий автомобилю сохранять устойчивость и стабильное состояние. Разработана математическая модель гидравлического цилиндра и произведен расчет его прочностных характеристик. Получены карты напряжений, показывающие максимальное напряжение в конструкции.

На основе всего вышеперечисленного создана методика расчета прочностных характеристик, которые испытывает гидравлический цилиндр.

Диссертационную работу можно отнести к числу актуальных и имеющих практическое значение, так как устойчивость является одним из главнейших эксплуатационных свойств автомобилей-самосвалов, от которых во многом зависит безопасность эксплуатации при выполнении транспортных и разгрузочных операций.

Оценка работы

90 баллов (А-) (отлично)
Достоинство присвоения академической степени
магистра технических наук по спец. 6М071300 -
«Транспорт, транспортная техника и технологии»

Рецензент

заведующий кафедрой «АДТС»
КазАТК им. М. Тынышпаева,
доктор технических наук, профессор
(должность, уч. степень, звание)
М. С. Кульгильдинов
(подпись, ФИО)

« » 2019 г.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОУП

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию

(наименование вида работы)

Муратова Диана Муратовна

(Ф.И.О. обучающегося)

6M071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии

(шифр и наименование специальности)

Тема: Обоснование эффективности применения опрокидывающего устройства самосвала новой конструкции

Магистерская диссертация Муратовой Д.М. посвящена актуальной проблеме опрокидывания самосвального кузова при разгрузке. В ходе работы магистрант выполнила все поставленные перед ней задачи, а именно разработала математическую модель гидравлического цилиндра и усилий, которые он оказывает в момент разгрузки, а также разработала методику расчета оптимальных условий для разгрузки кузова без опрокидывания.

В процессе выполнения работы Муратова Д.М. проявила отличную теоретическую подготовку, показала умение применять знания, полученные в процессе обучения.

По объему и содержанию работа отвечает предъявляемым требованиям. Муратова Д.М. полно и точно раскрыла тему работы. Магистерская диссертация получает положительный отзыв и допускается к защите.

Научный руководитель

кандидат технических наук

(должность, уч. степень, звание)

Азели Ш. Д. Ахметова

(подпись)

«31» мая 2019 г.