

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Транспортная техника»

Елемес Гүлсім Есболатқызы

Модернизация легкого двухосного автогрейдера

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии


Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Транспортная техника»

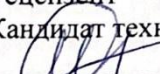
ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
транспортной техники  
доктор технических наук  
 Машеков С.А.  
« 20 » 05 2019г.


ДИПЛОМНАЯ РАБОТА


На тему: «Модернизация легкого двухосного автогрейдера»  
по специальности: 5В071300 - Транспорт, транспортная техника и технологии

Выполнил

Елемес Г.Е.

Рецензент  
Кандидат технических наук  
 Кекилбаев А.М.

Научный руководитель  
Кандидат технических наук  
 Кульгильдинов Б.М.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ  
Начальник ОУП  
 2019г.

« 17 » 05 2019г.



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет  
имени К.И.Сатпаева


Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Транспортная техника»

5B071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
транспортной техники  
доктор технических наук

 Машеков С.А.

«23» 11 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Елемес Гүлсім Есболатқызы

Тема: Модернизация легкого двухосного автогрейдера

Утверждена приказом Ректора Университета № 1452-б от «06» ноября 2018г.

Срок сдачи законченной работы «17» мая 2019г.

Исходные данные к дипломной работе: Существующая конструкция легкого двухосного автогрейдера

Краткое содержание дипломной работы:

- а) аналитический обзор по теме работы
- б) литературно - патентный анализ
- в) выбор и обоснование проектно-конструкторских решений, принятых в работе
- г) описание конструкции, предлагаемой в работе




Перечень графического материала: автогрейдер легкий двухосный – 1 лист формата А1, патентный лист – 1 лист формата А1, рабочее оборудование – 1 лист формата А1, гидросхема автогрейдера – 1 лист формата А1, детализовка - 1 лист формата А1, отвал – 1 лист формата А1.


Рекомендуемая основная литература: из 20 наименований

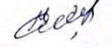
**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Общая часть	Январь-Февраль	
Специальная часть	Март-Апрель	

**Подписи**  
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу  
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общая часть	Б.М. Кульгильдинов, к.т.н	14.03.18	
Специальная часть	Б.М. Кульгильдинов, к.т.н	18.04.18	
Нормоконтролер	Р.А. Козбагаров, к.т.н., доцент	18.04.18	

Научный руководитель \_\_\_\_\_  Кульгильдинов Б.М.

Задание принял к исполнению обучающийся \_\_\_\_\_  Елемес Г.Е.

Дата

" 17 " ноября 2018 г.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрена модернизация легкого двухосного автогрейдера. Работа проведена на основе расчетов и литературно – патентного анализа. В мероприятия по модернизации были включены следующие работы:

- проведен обзор Казахстанского парка автогрейдеров;
- осуществлен литературно-патентный анализ;
- определены основные параметры проектно-конструкторских решений, принятых в работе;
- проведен расчет нагрузок на основную раму автогрейдера;
- даны характеристики производительности автогрейдера;
- описаны конструкции рабочего оборудования автогрейдера.

Пояснительная записка содержит:

страниц	48	
таблиц	1	
рисунков	14	
чертежей формата А1	6	
библиография	20	наименований

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста жеңіл екі білікті автогрейдерді жаңғырту қарастырылған. Жұмыс есептеу және әдеби – патенттік талдау негізінде жүргізілді. Жаңғырту бойынша іс-шараларға келесі жұмыстар енгізілді:

- Қазақстандық автогрейдерлер паркіне шолу жасалды;
- әдеби-патенттік талдау жүзеге асырылды;
- жұмыста қабылданған жобалық-конструкторлық шешімдердің негізгі параметрлері анықталды;
- автогрейдердің негізгі рамасына жүктемелердің есебі жүргізілді;
- автогрейдер өнімділігінің сипаттамалары берілген ;
- автогрейдердің жұмыс жабдығының конструкциясы сипатталған.

Түсіндірме жазба мыналарды қамтиды:

бет	48	
кесте	1	
сурет	14	
сызбалар А1 форматты	6	
библиография	20	атаулар

## ANNOTATION

In this diploma work reviewed the modernization of a light two-axle grader. The work was carried out on the basis of calculations and literature-patent analysis.

The following activities were included in the modernization activities:

- a review of the Kazakhstan motor graders park was conducted;
- carried out literary-patent analysis;
- the main parameters of the design decisions made in the work were determined;
- calculation of loads on the main frame of the motor grader;
- given the performance characteristics of the grader;
- describes the design of the working equipment of the motor grader.

Explanatory note contains:

pages	48	
tables	1	
illustrations	14	
drawings of format A1	6	
bibliography	20	denominations

# СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение.....	9
1 Аналитический обзор по теме работы .....	12
1.1 Общие сведения по автогрейдерам .....	12
1.2 Обзор Казахстанского парка автогрейдеров. Обоснование темы работы.....	15
1.3 Литературно-патентный анализ.....	16
2 Выбор и обоснование проектно-конструкторских решений, принятых в работе.....	27
2.1 Определение основных параметров .....	27
2.2 Расчет нагрузок на основную раму автогрейдера .....	28
2.3 Расчет нагрузок на основную раму, когда отвал встречает препятствие при планировке .....	32
2.4 Расчет тяговой рамы .....	35
2.5 Производительность автогрейдера.....	38
3 Описание конструкции, предлагаемой в работе .....	40
Заключение .....	43
Список использованной литературы.....	44
Приложения .....	45



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время строительное производство Республики Казахстан немислимо без его механизации, т.е. без применения специальных машин. Огромный размах строительства в СНГ, и в том числе и в Казахстане, повлек за собой и рост производства таких машин. В результате появилась совершенно новая отрасль машиностроения, которая за короткий срок, начиная с тридцатых годов прошлого века, сделал огромные успехи.

К параметрам машины относятся основные элементы ее характеристики – масса, габариты, рабочие и транспортные скорости и т.п. Большое значение имеют принципиальная конструктивная схема машины, а также конструкция и размеры ее рабочих органов.

Дорожные машины работают в тяжелых условиях, которые характеризуются большим диапазоном изменений температуры воздуха, постоянной возможностью подвергнуться воздействию осадков, передвижением в условиях бездорожья, работой на влажных, а иногда на сильно пылеватых грунтах и т.п. При этом нужно учесть, что строительные объекты часто имеют значительную протяженность, поэтому места работы машин отдалены от ремонтных баз. Все это должно учитываться при проектировании машин.

Дорожные машины должны быть просты по конструкции и обладать высокой надежностью в работе и необходимой долговечностью.

Под надежностью понимается свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя в заданных пределах свои эксплуатационные показатели в течение заданного времени или же требуемой наработки. Надежность характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

Долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Предельное состояние определяется невозможностью дальнейшей эксплуатации машины из-за снижения ее эксплуатационных свойств или соображений безопасности. Долговечность характеризуется временем работы машины до капитального ремонта или списания.

Простота выполнения ремонтных операций, экономичность работы и снижение стоимости изготовления самой машины зависят от того, насколько полно проведена унификация машин. Под унификацией понимается приведение машин к единой системе. Унификация достигается проектированием машин с максимальным использованием одних и тех же или, в крайнем случае, подобных агрегатов, узлов и механизмов. Парк унифицированных машин легче снабжать запасными частями и на базе готовых агрегатов проще организовать их ремонт. Кроме того, изготовление однотипных агрегатов обходится значительно дешевле, чем разнотипных. Поэтому унификация является сейчас главной задачей дорожного машиностроения.

В настоящее время совершается переход от проектирования отдельных машин к проектированию и внедрению комплекса машин. Это позволит наиболее широко унифицировать машины и упорядочить их выпуск и применение в строительстве. Комплексное проектирование производится на базе типажа машин. Типаж разрабатывается для каждого вида оборудования. Им предусматриваются ряды машин каждого вида, которые могут полностью удовлетворить запросы строительного производства. Типажом оговаривается значение тех главных параметров машин, от которых зависят основные показатели их работы. Так, главными параметрами экскаваторов и скреперов являются емкость ковша, автогрейдеров – длина ножей, бульдозеров – тяговые усилия и т.д.

При проектировании и внедрении новых машин необходимо оценить их эксплуатационные качества. Главным показателем является производительность машин. Под производительностью понимается продукция, выдаваемая машиной за 1 ч работы. Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность.

Теоретическая (расчетная) производительность представляет собой максимально возможную производительность машины при условии непрерывной ее работы. При этом не учитываются потери времени, а также те потери, которые имеют место ввиду различия действительных и расчетных параметров машины, например скоростей движения. Кроме того, не учитываются и возможные потери перемещаемого машиной материала, например грунта, при передаче его с одного рабочего органа на другой. Теоретическая производительность  $P_r$  определяется применительно к каждому виду машин с учетом специфики технологического процесса и в реальных условиях работы машины никогда не может быть достигнута.

Техническая производительность представляет собой максимально возможную производительность, которая возможна в данных конкретных условиях работы в течение часа. При расчете технической производительности учитываются физико-механические свойства обрабатываемых материалов, а также изменения этих свойств. Так, например, при определении технической производительности землеройных машин следует учитывать разрыхление грунта при наполнении ковша, снижение фактических скоростей по сравнению с расчетными и т.п.

Огромные масштабы строительства в настоящее время невозможны без соответствующей материально-технической базы. Отрасль строительного и дорожного машиностроения вносит значительный вклад в повышение эффективного строительства. Предприятия отрасли выпускают для народного хозяйства около двух тысяч наименований машин и различного оборудования, в том числе одноковшовые универсальные экскаваторы, самоходные стреловые краны, погрузчики, различные землеройно-транспортные и дорожные машины, дробильно-сортировочное и бетоносмесительное оборудование, коммунальные машины, механизированный инструмент и многое другое.

Значительно повысилось качество машин и их надежность. Если ресурс до первого капитального ремонта составлял в среднем 3000...4000 ч, то в настоящее время он доведен до 6000...8000 ч, а по некоторым машинам до 10000...12000 ч.

Развитие дорожно-строительного машиностроения направлено на постоянное повышение технического уровня и в первую очередь на увеличение эффективности машин, их единичной мощности, качества и надежности, внедрение средств автоматизации и робототехники, и контроля за качеством работы, повышение мобильности, улучшение условий обслуживания, конкурентоспособности дорожно-строительных машин на внешнем рынке. Значительное внимание уделяется выпуску высокопроизводительных, энерго- и металлосберегающих машин, с применением которых обеспечивается выполнение работ в строительстве новыми, прогрессивными и экономичными методами.

# 1 Аналитический обзор по теме работы

## 1.1 Общие сведения по автогрейдерам

Автогрейдеры представляют собой самоходные планировочно-профилировочные машины, основным рабочим органом которых служит полноповоротный грейдерный отвал с ножами, установленный под углом к продольной оси автогрейдера и размещенный между передним и задним мостами пневмоколесного ходового оборудования. При движении автогрейдера ножи срезают грунт, и отвал сдвигает его в сторону: [3, С. 358]

Автогрейдеры применяют для планировочных и профилировочных работ при строительстве дорог, для сооружения невысоких насыпей и профильных выемок, отрывки дорожного корыта и распределения в нем каменных материалов, зачистки дна котлованов, планировки территорий, засыпки траншей, рвов, канав и ям, а также для очистки дорог, строительных площадок, городских магистралей и площадей от снега в зимнее время. Автогрейдеры используют на грунтах I...IV категорий. Процесс работы автогрейдера состоит из последовательных проходов, при которых осуществляется резание грунта, его перемещение, разравнивание и планировка поверхности сооружения.

Автогрейдеры классифицируют по мощности установленного двигателя, конструкции рабочего органа, колесной схеме и типу трансмиссии.

По мощности двигателя отечественные автогрейдеры разделяют на классы: класс 100 – мощность двигателя 45...75 кВт, класс 140 – мощность 80...110 кВт; класс 160 – мощность 120... 140 кВт; класс 180 – мощность 145...160 кВт; класс 250 – мощность 170...220 кВт.

Автогрейдеры класса 100 относят к легкому типу, классов 140 и 160 – к среднему типу, класса 180 – к полутяжелому типу, класса 250 – к тяжелому типу.

По конструкции рабочего органа различают автогрейдеры с неполноповоротным в плане грейдерным отвалом (угол поворота отвала в плане составляет  $\pm 32^\circ \dots 45^\circ$  относительно продольной оси машины) и автогрейдеры с полноповоротным грейдерным отвалом, угол поворота которого в плане не ограничен.

Кроме основного рабочего органа автогрейдеры могут быть оснащены дополнительными сменными рабочими органами – бульдозерным отвалом для разравнивания грунта, засыпки траншей, распределения строительных материалов, удлинителем грейдерного отвала для увеличения ширины захвата, откосниками (укрепляемыми на отвале) для планирования откосов насыпей (выемок) и очистки канав, кирковщиком для взламывания дорожных покрытий и рыхления плотных фунтов. Бульдозерные отвалы навешиваются спереди машины. Кирковщики могут навешиваться как спереди, так и сзади машины, а также непосредственно на грейдерный отвал. Управление бульдозерным отвалом и кирковщиком осуществляется гидроцилиндрами двойного действия.

Большинство современных моделей отечественных автогрейдеров имеют шарнирно-сочлененную раму, которая состоит из передней и задней полурам, соединенных с помощью вертикального шарнира, расположенного вблизи оси балансирной тележки. Шарнирно-сочлененная рама обеспечивает хорошую маневренность автогрейдера при транспортных операциях. При небольших углах складывания (до  $\pm 25^\circ$ ) шарнирно-сочлененная рама позволяет в 1,5...2 раза уменьшить радиус поворота машины (рисунок 1,б) и смещать колею передних колес автогрейдера относительно колес балансирной тележки (рисунок 1,в) до 2 м (движение «крабом») для повышения устойчивости машины при формировании откосов дорожного полотна [1, 2, 3].

Колесная схема автогрейдеров определяется формулой  $A \times B \times B$ , где  $A$  – число осей с управляемыми колесами;  $B$  – число осей с ведущими колесами и  $B$  – общее число осей.

По колесной схеме различают автогрейдеры легкого типа  $1 \times 2 \times 2$ , легкого и среднего типов  $1 \times 2 \times 3$  и автогрейдеры тяжелого типа  $1 \times 3 \times 3$ .

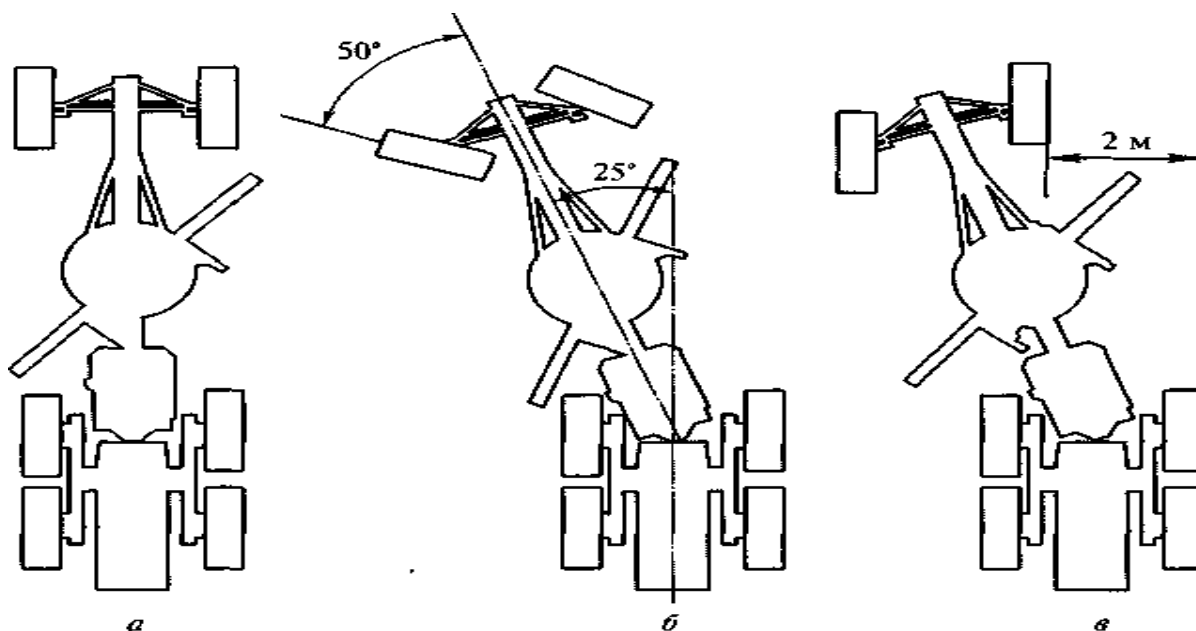
По типу трансмиссии различают автогрейдеры с механической и гидромеханической трансмиссиями. Гидромеханическая трансмиссия обеспечивает автоматическое и плавное изменения скорости движения автогрейдера, механическая – ступенчатое. Бортовые передачи бывают двух типов – в виде бортовых редукторов (у легких и средних автогрейдеров) и отдельных ведущих мостов (у тяжелых автогрейдеров).

Все узлы и агрегаты автогрейдера, в том числе двигатель с трансмиссией, кабина водителя, основное и дополнительное рабочее оборудование автогрейдера, смонтированы на основной раме коробчатого сечения, которая одним концом опирается на передний мост с управляемыми пневмоколесами, а другим – на задний четырехколесный мост с продольно-балансирной подвеской парных колес. Передние колеса автогрейдера можно устанавливать с боковым наклоном в обе стороны для повышения устойчивости движения машины при работе на уклонах и уменьшения радиуса поворота.

У автогрейдеров всех классов угол бокового наклона колес составляет  $\pm 20^\circ$ .

Основное рабочее оборудование автогрейдера состоит из тяговой рамы, поворотного круга и отвала со сменными двухлезвийными ножами.

Полноповоротный в плане отвал обеспечивает работу автогрейдера при прямом и обратном ходах машины. Поворот отвала в плане осуществляется гидромотором через редуктор. Передняя часть тяговой рамы шарнирно соединена с рамой машины, а задняя часть подвешена на двух гидроцилиндрах, с помощью которых грейдерный отвал устанавливают в различные положения: транспортное (поднятое) и рабочее (опущенное). В рабочем положении отвал внедряется в грунт ножами и при движении срезает слой грунта и перемещает его в направлении, определяемом установкой отвала в плане под углом к продольной оси машины.



а – прямолинейное; б – с поворотом управляемых колес и рамы в одну сторону; в – с поворотом управляемых колес и рамы в разные стороны (движение «крабом»);

Рисунок 1 - Схема движения автогрейдера с шарнирно-сочлененной рамой

Угол резания отвала в зависимости от категории грунта регулируется гидроцилиндром. Вынос тяговой рамы в обе стороны от продольной оси машины обеспечивается также гидроцилиндром. Дополнительное рабочее оборудование автогрейдера включает удлинитель отвала, кирковщик, управляемый гидроцилиндром, и бульдозерный отвал, также управляемый гидроцилиндром.

Гидравлическая система управления рабочим оборудованием автогрейдеров обеспечивает подъем–опускание тяговой рамы вместе с поворотным кругом и отвалом, поворот отвала вместе с поворотным кругом в плане на  $360^\circ$ , боковой вынос отвала в обе стороны от продольной оси машины, установку отвала под углом в вертикальной плоскости, боковой вынос отвала для планировки откосов под углом, а также совмещение различных установок отвала: [8]

Отдельные автогрейдеры могут оснащаться автоматической системой управления отвалом типа «Профиль», предназначенной для автоматической стабилизации отвала в поперечном и продольном направлениях, что позволяет существенно повысить производительность машины и точность обработки поверхности.

Отечественные автогрейдеры изготавливают в соответствии с ГОСТ 11030–93 «Автогрейдеры. Общие технические условия». Промышленность выпускает базовые модели автогрейдеров: класса 100 – ДЗ-201, ГС-10.01; класса 140 – ГС-14.02.02, ДЗ-122Б, ДЗ-180А; класса 180 – А-120.1, ДЗ-198, ГС-18.03; класса 250 – ДЗ-98В.

## 1.2 Обзор Казахстанского парка автогрейдеров. Обоснование темы работы

Все сказанное ранее относится, в основном, к Российскому автогрейдеростроению. В Республике Казахстан ситуация совершенно другая. Так как в Казахстане нет собственного производства автогрейдеров, то данную технику приходится закупать в ближнем и дальнем зарубежье.

Автогрейдеры, которые были произведены еще в СССР, уже морально устарели и не пригодны к эксплуатации, и их необходимо заменять. Но не каждая организация может себе позволить закупить машины ведущих мировых фирм, поэтому все больше и больше появляются дешевых китайских автогрейдеров.

По данным аналитиков в 2009 году процентная доля машин производства фирм и заводов СНГ в Казахстане составила 25,7%, а автогрейдеров китайского производства – 60% [4].

Среди исследованного парка автогрейдеров выявилась тенденция преобладания машин среднего и полутяжелого классов, в то время как легкий класс (класс 100) почти полностью отсутствует. А это означает, что многие автогрейдеры работают не в полную меру, что снижает производительность труда.

Для выполнения землеройно-профилактических работ в дорожном и коммунальном хозяйстве при строительстве и ремонте автомобильных дорог, улиц, площадей, а также для производства бульдозерных, снегоуборочных и других работ по-летнему и зимнему содержанию объектов городов и населенных пунктов применяются, в основном, легкие автогрейдеры.

Как уже было сказано выше, проект посвящен разработке конструкции легкого мобильного автогрейдера с укороченной базой.

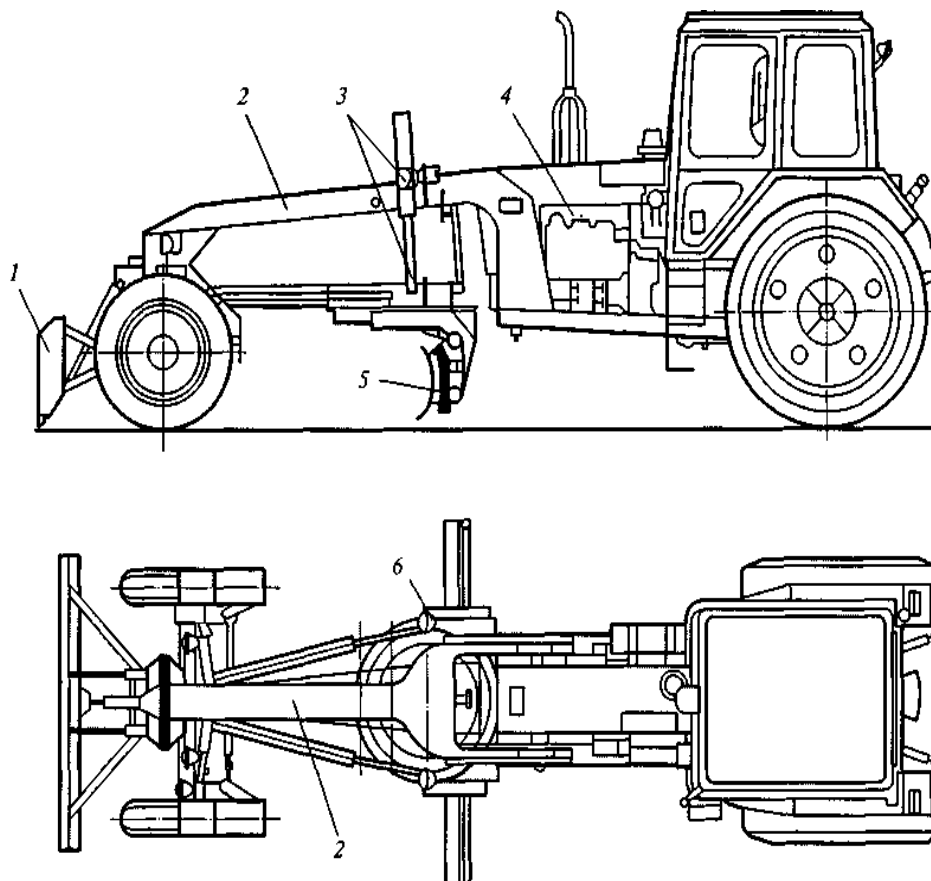
Такая постановка вопроса накладывает ряд ограничений, а именно:

- 1 для большей мобильности машины необходимо отказаться от колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$ , свойственной для большинства легких автогрейдеров, и заменить ее формулой  $1 \times 2 \times 2$ ;
- 2 база автогрейдера напрямую зависит от конструкции и габаритных размеров отвала, поэтому выполнение отвала неполноповоротным может уменьшить базу машины.

Из всего вышесказанного вытекает, что целью настоящего проекта является разработка легкого двухосного автогрейдера класса 100 с неполноповоротным грейдерным отвалом, выполненного с использованием базовых тракторных модулей и узлов серийных колесных тракторов тягового класса 1,4 (например, МТЗ-80/82).

Проектируемый автогрейдер может быть создан на базе колесного трактора МТЗ-80/82 с дизелем мощностью 58,7 кВт и состоит (рисунок 2 и плакат 1) из тракторного модуля с задним мостом, трансмиссии и рабочего оборудования. В комплект рабочего оборудования входят: грейдерный отвал (2500×500 мм) с ножами из профильного проката, поворотный круг и гидроцилиндры управления рабочими движениями отвала. Поворотный круг

обеспечивает реверсивный поворот отвала в плане гидроцилиндрами на угол до  $\pm 34^\circ$ . Поворотный круг с отвалом смонтирован на жесткой тяговой А-образной раме коробчатого сечения. К передней части рамы шарнирно крепится передний мост с управляемыми колесами. Спереди машины навешен бульдозерный отвал (2000×500 мм), управляемый гидроцилиндром.



1 – бульдозерный отвал; 2 – рама; 3 – механизм подвески; 4 – базовый тракторный модуль; 5 – грейдерный отвал; 6 – поворотный круг;

Рисунок 2 - Разрабатываемый автогрейдер



### 1.3 Литературно-патентный анализ

Данное изобретение относится к землеройно-транспортным машинам, в частности к автогрейдерам: [10]

Известен автогрейдер, включающей хребтовую балку, тяговую раму, шарнирно прикрепленную к переднему концу хребтовой балки, и отвал с режущей кромкой и поворотным кругом, прикрепленный к тяговой раме. Гидроцилиндр выноса тяговой рамы шарнирно прикреплен к тяговой раме и хребтовой балке и установлен вертикально. Гидроцилиндры подъема и опускания отвала шарнирно прикреплены к хребтовой балке и тяговой раме, и их оси скрещены.

Однако в этом автогрейdere оси гидроцилиндров подъема и опускания отвала скрещены, поэтому появляется дополнительный изгибающий момент в плоскости тяговой рамы при действии этих гидроцилиндров. Так как оси гидроцилиндров подъема и опускания отвала не направлены в режущую кромку, то действие этих гидроцилиндров при подъеме и опускании отвала вызывает увеличение изгибающего момента в вертикальной плоскости, действующего на тяговую раму. Все это снижает надежность автогрейдера.

Известен также автогрейдер, включающий колесный движитель с установленными на нем хребтовой балкой и подмоторной рамой с двигательной частью, прикрепленную к переднему концу хребтовой балки тяговую раму, прикрепленный к тяговой раме отвал с режущей кромкой и с поворотным кругом и механизмом изменения угла резания отвала, шарнирно прикрепленный к тяговой раме и хребтовой балке и установленный под углом к опорной поверхности автогрейдера гидроцилиндр выноса тяговой рамы, шарнирно прикрепленные к хребтовой балке и тяговой раме гидроцилиндры подъема и опускания отвала, установленные по обе стороны хребтовой балки. Плоскость, образованная продольными осями гидроцилиндров подъема и опускания отвала, проходит мимо режущей кромки отвала.

Недостатком такого автогрейдера является то, что плоскость, образованная продольными осями гидроцилиндров подъема и опускания отвала, проходит мимо режущей кромки отвала. Это вызывает увеличение изгибающего момента от вертикальной силы на режущей кромке в вертикальной плоскости тяговой рамы, что ведет к снижению надежности автогрейдера.

Целью изобретения является повышение надежности автогрейдера путем уменьшения изгибающего момента, действующего на тяговую раму в вертикальной плоскости.

Для этого в автогрейdere, включающем колесный движитель с установленными на нем хребтовой балкой и подмоторной рамой с двигательной частью, шарнирно прикрепленную к переднему концу хребтовой балки тяговую раму, прикрепленный к тяговой раме отвал с режущей кромкой, поворотным кругом и механизмом изменения угла резания отвала, шарнирно прикрепленный к тяговой раме и хребтовой балке и установленный под углом к опорной плоскости автогрейдера гидроцилиндр

выноса тяговой рамы и шарнирно прикрепленные к хребтовой балке и тяговой раме гидроцилиндры подъема и опускания отвала, установленные по обе стороны хребтовой балки режущая кромка отвала и продольные оси гидроцилиндров подъема и опускания отвала лежат в одной плоскости, причем вертикальная плоскость, проходящая через режущую кромку отвала, перпендикулярна продольной плоскости автогрейдера.

На рисунке 3 показан автогрейдер, вид сбоку.

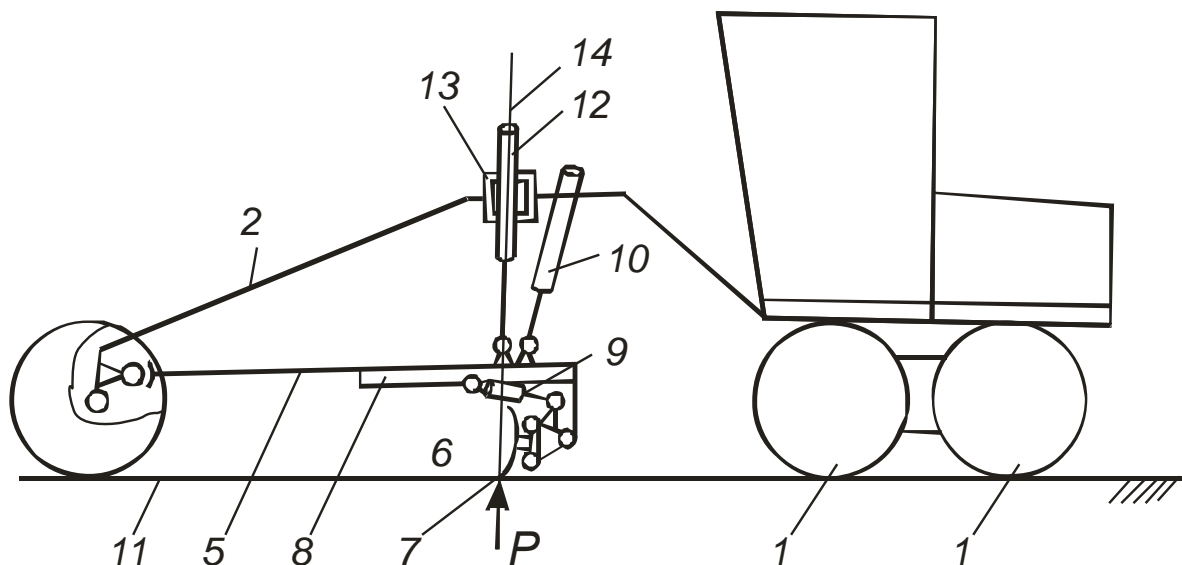


Рисунок 3 - Автогрейдер

Автогрейдер включает колесный движитель *1* с установленными на нем хребтовой балкой *2* и подмоторной рамой *3* с установленной на ней двигательной частью *4*. Тяговая рама *5* шарнирно прикреплена к переднему концу хребтовой балки *4*. Отвал *6* с режущей кромкой *7*, поворотным кругом *8* и механизмом изменения угла резания отвала *6* в виде гидроцилиндра *9* прикреплен к тяговой раме *5*. Гидроцилиндр *10* выноса тяговой рамы *5* шарнирно прикреплен к хребтовой балке *2* и тяговой раме *5* и установлен перпендикулярно к опорной плоскости *11* автогрейдера. Гидроцилиндры *12* шарнирно прикреплены к тяговой раме *5* и хребтовой балке *2* посредством хомута *13*, который имеет возможность поворота вокруг последней. Гидроцилиндры *12* установлены симметрично по обе стороны хребтовой балки *2* и на чертеже один гидроцилиндр закрывает другой. Режущая кромка *7* и продольные оси гидроцилиндров *12* подъема и опускания отвала *6* лежат в одной плоскости *14*. Вертикальная плоскость, проходящая через режущую кромку отвала, перпендикулярна продольной плоскости автогрейдера. Плоскость *14* образована продольными осями гидроцилиндров *12* подъема и опускания отвала *6*. Это замыкает вертикальное усилие *P* на режущей кромке *7* и передает непосредственно на гидроцилиндры *12* подъема и опускания отвала без того, чтобы вызывать изгибающий момент в вертикальной плоскости, действующий на тяговую раму.

Автогрейдер работает следующим образом.

Колесный движитель  $1$  перемещает весь автогрейдер. При этом гидроцилиндры  $12$  подъема и опускания отвала  $б$  заглубляют или выглубляют отвал  $б$  в зависимости от производимой операции. На режущей кромке  $7$  отвала  $б$  от грунта возникает вертикальное усилие  $P$ , направленное вверх (как на чертеже) или вниз. Усилие  $P$  сразу замыкается на гидроцилиндры  $12$  подъема и опускания отвала  $б$ , не вызывая дополнительного изгибающего тяговую раму момента. Поворотный круг  $8$  может вращать отвал  $б$  в плане, а гидроцилиндры  $9$  могут изменять угол резания отвала  $б$  обычным образом.

Внедрение предлагаемого изобретения позволит повысить надежность, снизить изгибающий момент, действующий на тяговую раму, и повысить производительность и качество работ за счет увеличения нагрузки на отвал и отсутствия изгибающего тяговую раму момента, позволяющего повысить жесткость конструкции автогрейдера, а, следовательно, его планировочные возможности.

Формула изобретения.

Автогрейдер, включающий колесный движитель с установленными на нем хребтовой балкой, подмоторной рамой с установленной на ней двигательной частью, шарнирно прикрепленную к переднему концу хребтовой балки тяговую раму, прикрепленный к тяговой раме отвал с режущей кромкой и с поворотным кругом и механизмом изменения угла резания отвала, шарнирно прикрепленный к тяговой раме и хребтовой балке и установленный под углом к опорной плоскости автогрейдера гидроцилиндр выноса тяговой рамы, шарнирно прикрепленные к хребтовой балке и тяговой раме гидроцилиндры подъема и опускания отвала, установленные по обе стороны хребтовой балки, отличающийся тем, что режущая кромка отвала и продольные оси гидроцилиндров подъема и опускания отвала лежат в одной плоскости, причем вертикальная плоскость, проходящая через режущую кромку отвала, перпендикулярна продольной плоскости автогрейдера.

В данной работе известны кронштейн, укрепленный на хребтовой балке рамы автогрейдера, силовые цилиндры подъема, опускания и выноса тяговой рамы с отвалом в сторону: [11]

Однако такие механизмы не обеспечивают возможность выноса отвала в сторону за пределы колес автогрейдера и установки его под небольшими углами к горизонту.

Особенность предлагаемого механизма заключается в том, что силовые цилиндры подъема и опускания тяговой рамы шарнирно прикреплены к рычагам, каждый из которых установлен на кронштейне с возможностью поворота в вертикальной плоскости и фиксирования в требуемом положении, а силовой цилиндр выноса тяговой рамы шарнирно соединен с рычагом, прикрепленным к одному из рычагов подвески цилиндров подъема и опускания тяговой рамы. Рычаг подвески цилиндра выноса тяговой рамы и один из цилиндров подъема и опускания тяговой рамы имеют общую ось поворота.

На рисунке 4 схематически изображен описываемый механизм.

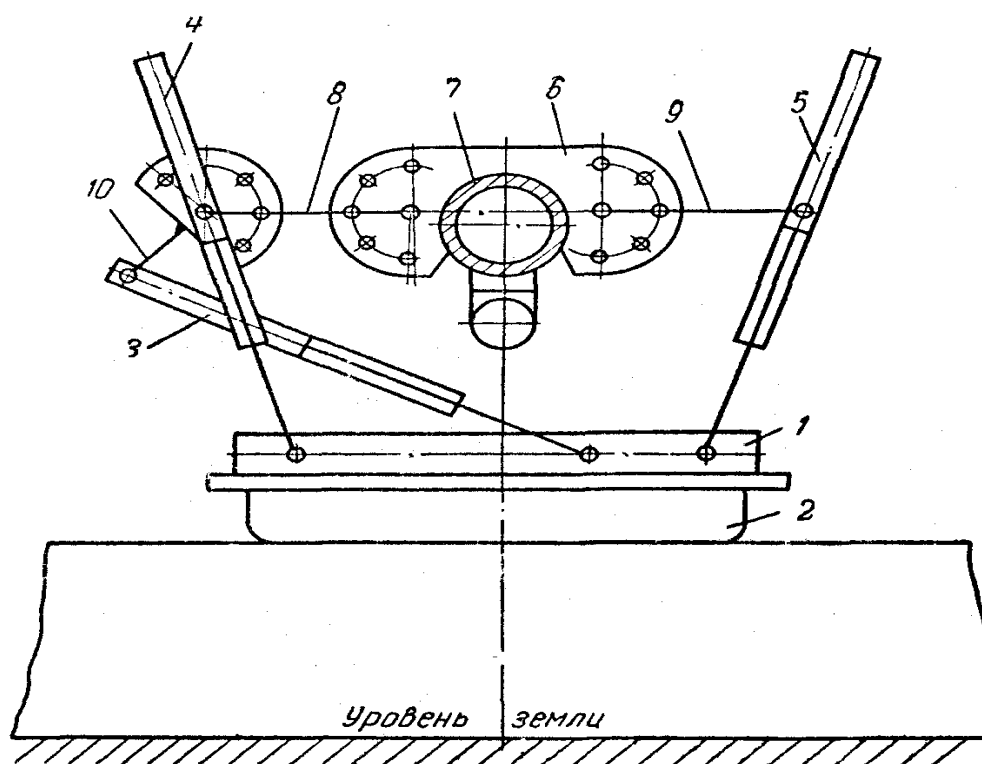


Рисунок 4 - Механизм управления тяговой рамой автогрейдера

Механизм управления включает шарнирно укрепленные на тяговой раме 1 с отвалом 2 силовой цилиндр 3 выноса рамы и силовые цилиндры 4 и 5 подъема и опускания рамы и кронштейн 6, приваренный к хребтовой балке 7 рамы автогрейдера. Силовые цилиндры 4 и 5 шарнирно прикреплены к рычагам 8 и 9 подвески, каждый из которых смонтирован на кронштейне 6 с возможностью поворота в вертикальной плоскости и фиксирования в требуемом положении. Силовой цилиндр 3 шарнирно соединен с рычагом 10, прикрепленным к рычагу 8 подвески силового цилиндра 4 подъема и опускания. Рычаг 10 подвески силового цилиндра 3 и цилиндр 4 имеют общую ось поворота.

Предмет изобретения.

Механизм управления тяговой рамой автогрейдера, включающий кронштейн, укрепленный на хребтовой балке рамы автогрейдера, силовые цилиндры подъема, опускания и выноса тяговой рамы с отвалом, отличающийся тем, что, с целью обеспечения возможности выноса отвала в сторону за пределы колес автогрейдера и установки его под небольшими углами к горизонту, силовые цилиндры подъема и опускания тяговой рамы шарнирно прикреплены к рычагам, каждый из которых установлен на кронштейне с возможностью поворота в вертикальной плоскости и фиксирования в требуемом положении, а силовой цилиндр выноса тяговой рамы шарнирно соединен с рычагом, прикрепленным к одному из рычагов

подвески цилиндров подъема и опускания тяговой рамы, причем рычаг подвески цилиндра выноса тяговой рамы и один из цилиндров подъема и опускания тяговой рамы имеют общую ось поворота.

Данное изобретение относится к области дорожно-строительных машин, а именно к землеройно-транспортным машинам типа автогрейдеров: [12]

Цель изобретения – упрощение конструкции.

Изобретение иллюстрируется рисунком 8.

На рисунке 5,а показаны положения: рабочего органа – 2 и гидроцилиндра изменения наклона 3 при выполнении обычных технологических операций, рабочего органа 2 и гидроцилиндра изменения наклона 3 при резании откосов. В обоих положениях удлинительный механизм 1 зафиксирован относительно рабочего органа для работы автогрейдера в обычных технологических операциях.

На рисунке 5,б положение рабочего органа 2 и гидроцилиндра изменения наклона 3 при выполнении операции резания откосов, удлинительный механизм 1 зафиксирован относительно рабочего органа в положении резания откосов автогрейдером. Причем, положение гидроцилиндров 3 и 3 совпадают, т.е. работают в одинаковых условиях, а гидроцилиндр 3 близок к мертвой точке "А" (значительные перегрузки).

На рисунках 5,в и 5,г показаны варианты установки механизма изменения рабочего положения (непосредственно на рабочем органе рисунок 5,в и на тяговой раме рисунок 5,г). Указанный механизм содержит стойку 4, закрепленную левой частью в шарнире 5, закрепленном на рабочем органе 2. Правая часть стойки 4 шарнирно соединена с гидроцилиндром изменения угла перекоса 3. Стойка 4 имеет шарнирную связь с тягой 6, имеющей ряд отверстий. Тяга 6 расположена в опоре 7, находящейся на рабочем органе 2. Связь тяги 6 с опорой 7 осуществляется пальцем 8.

Работает автогрейдер следующим образом.

Тяга 6 фиксируется с рабочим органом 2 через опору 7 пальцем 8, расположенным в верхнем отверстии тяги 6. Шарнирное соединение гидроцилиндра 3 со стойкой 4 расположено в нижнем положении относительно рабочего органа 2.

Автогрейдер выполняет обычные технологические операции. Для перехода автогрейдера в режим работы планировщика, необходимо, установив рабочий орган 2 на грунт, расфиксировать тягу 6 с опорой 7, убрав из зацепления палец 8.

При втягивании гидроцилиндра 3 происходит проворачивание стойки 4 в шарнире 5 до тех пор, пока нижнее отверстие тяги 6 не совпадает с отверстием опоры 7. Зафиксировав тягу 6 относительно опоры 7 пальцем 8, автогрейдер подготовлен к режиму резания откосов.

Предлагаемая конструкция позволяет использовать отвал в режиме резания откосов без перегрузки цилиндров.

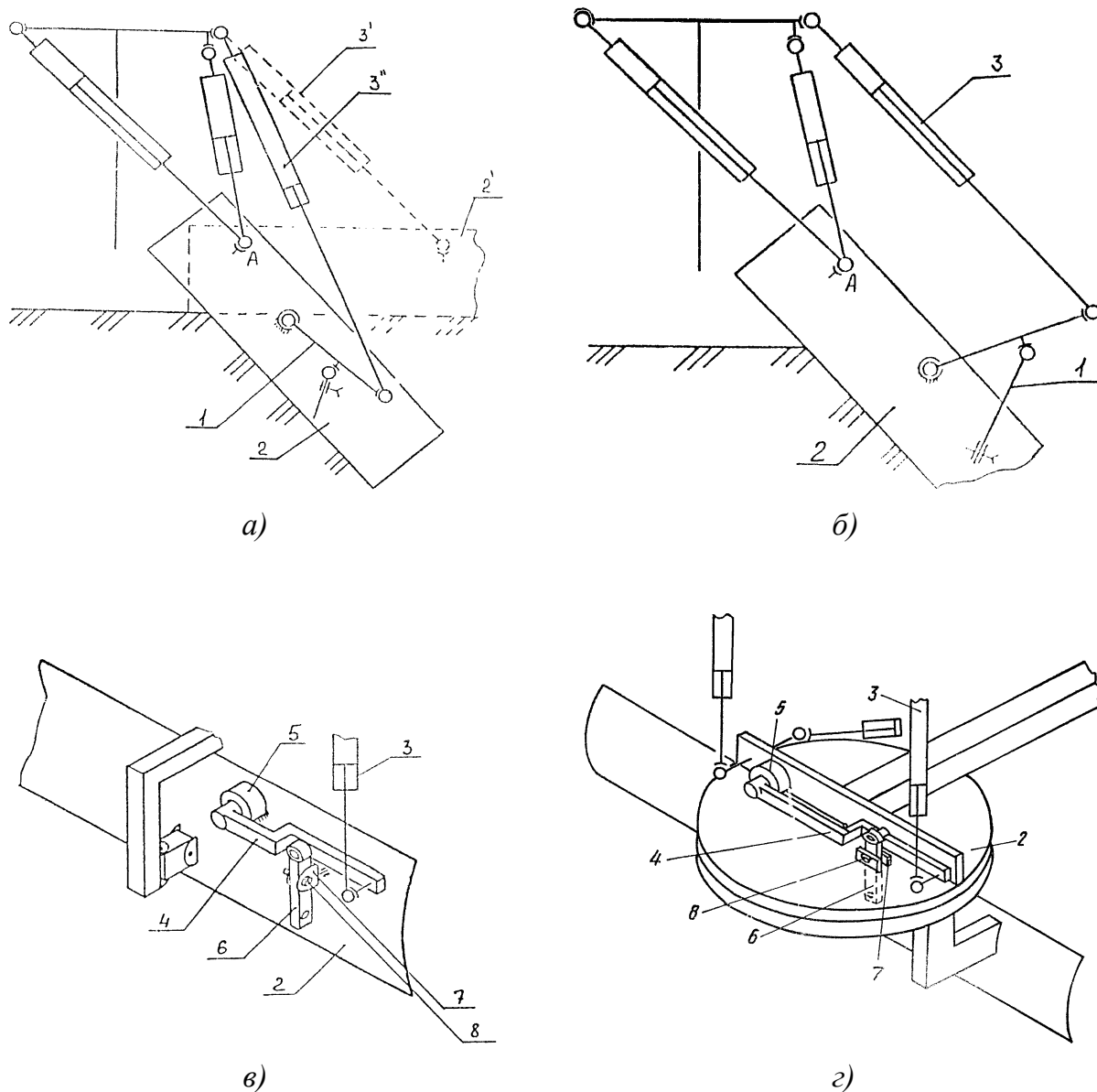


Рисунок 5 - Автогрейдер Соловьянова С.В.

Формула изобретения.

1. Автогрейдер, включающий рабочий орган, гидроцилиндры его подъема-опускания и выноса, механизм изменения рабочего положения рабочего органа, отличающийся тем, что, с целью упрощения конструкции механизм изменения рабочего положения рабочего органа выполнен в виде стойки с механизмом фиксации, при этом один конец стойки шарнирно соединен с рабочим органом, а другой конец шарнирно соединен с одним из гидроцилиндров подъема-опускания.

2. Автогрейдер по п. 1, отличающийся тем, что механизм фиксации выполнен в виде тяги с отверстиями, шарнирно соединенной одним концом со стойкой, а другим концом – с рабочим органом посредством пальца и закрепленной на рабочем органе опорой с отверстием для пальца.

Данное изобретение относится к строительно-дорожным машинам, в частности к землеройно-транспортным машинам типа автогрейдеров: [13]

Цель изобретения – упрощение конструкций.

На рисунке 6,а изображена передняя часть автогрейдера с рабочим оборудованием, изометрия; на рисунке 6,б – то же, аксонометрия, вид сбоку.

Автогрейдер включает раму 1 с оголовком 2, хребтовой балкой 3 и подmotorной частью 4 и соединенный гидроцилиндрами с рамой 1 отвал 5. Середина нижней части отвала 5 через общий шарнир 6 соединена с подmotorной частью 4 рамы 1 непараллельными расположенными гидроцилиндрами 7 и 8. Верхняя часть отвала 5 соединена двумя гидроцилиндрами 9 и 10 с оголовком 2 и двумя гидроцилиндрами 11 и 12 с хребтовой балкой 3 через кронштейны 13. Все соединения гидроцилиндров 7 – 12 с рамой 1 и отвалом 5 выполнены посредством универсальных шарниров.

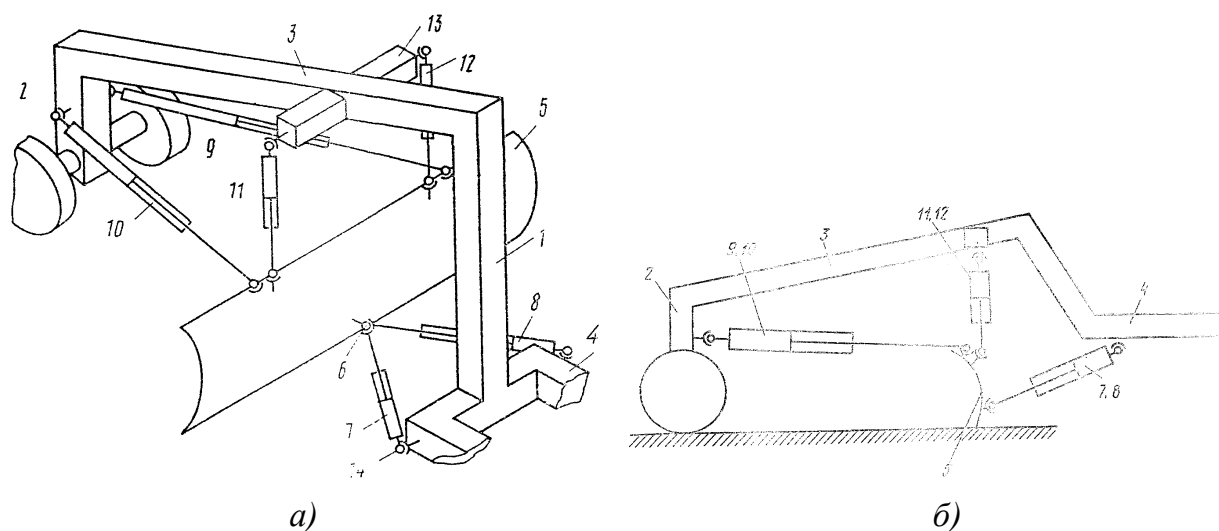


Рисунок 6 – Автогрейдер

Автогрейдер работает следующим образом.

Угловое положение отвала 5 в плане изменяется гидроцилиндрами 9 и 10, при этом шток одного гидроцилиндра выдвигается, а другого вдвигается. Угол резания изменяется гидроцилиндрами 7 и 8. При этом штоки гидроцилиндров вдвигаются или выдвигаются одновременно. Перемещение отвала вверх или вниз осуществляется при помощи гидроцилиндров 11 и 12. Для перемещения отвала вправо или влево выдвигается шток гидроцилиндра 7 и втягивается шток гидроцилиндра 8 или наоборот. Для перемещения отвала 5 вдоль оси машины выдвигаются штоки гидроцилиндров 9 и 10 и втягиваются штоки гидроцилиндров 7 и 8 или наоборот.

Формула изобретения.

Автогрейдер, включающий раму с оголовком, хребтовой балкой и подmotorной частью, отвал и гидроцилиндры управления, соединяющие отвал с рамой, отличающийся тем, что, с целью упрощения конструкции

середина нижней части отвала посредством общего шарнира двумя гидроцилиндрами, расположенными непараллельно друг другу, соединена с подмоторной частью рамы, а верхняя часть отвала соединена двумя гидроцилиндрами с оголовком рамы и двумя гидроцилиндрами с хребтовой балкой, при этом все соединения гидроцилиндров отвалом и рамой выполнены посредством универсальных шарниров.

Данное изобретение относится к дорожно-строительным машинам, в частности к землеройно-транспортным машинам типа автогрейдера: [14]

Цель изобретения – повышение производительности автогрейдера.

Поставленная цель достигается тем, что в автогрейдере, содержащем основной отвал, дополнительный отвал с индивидуальным приводом установлен на раме.

На рисунке 7,а изображена рама автогрейдера с основным и дополнительным отвалами в процессе одновременного производства двух операций: профилирования дороги и нарезания бордюрной канавки; на рисунке 7,б – процесс нарезания бордюрной канавки совмещенными действиями основного и дополнительного отвалов.

Автогрейдер содержит основной отвал 1 и дополнительный отвал 2, установленный на раме 3 посредством индивидуального привода, состоящего из подвески 4 и управляющего гидроцилиндра 5.

Предложенная конструкция автогрейдера работает следующим образом.

При поступательном движении автогрейдера (см. рисунок 7,а) основным отвалом 1 производится планировка профиля дороги. Одновременно с этим дополнительным отвалом 2 осуществляется нарезание бордюрной канавки, глубина которой обеспечивается управляющим гидроцилиндром 5.

При работе автогрейдера на тяжелых грунтах (см. рисунок 7,б) основным отвалом 1 производится предварительное разрыхление грунта, что позволяет снизить энергоемкость процесса нарезания бордюрной канавки и, следовательно, повысить производительность автогрейдера.

Использование предлагаемого автогрейдера позволяет совмещать две операции при строительстве автодорог: планировку профиля дороги и нарезания бордюрной канавки, что исключает необходимость лишних проходов автогрейдера, тем самым, повышая производительность.

При работе автогрейдера на тяжелых грунтах (см. рисунок 7,б) предоставляется возможность предварительного разрыхления грунта основным отвалом 1, что позволяет снизить энергоемкость процесса нарезания бордюрной канавки и, следовательно, повысить производительность автогрейдера.



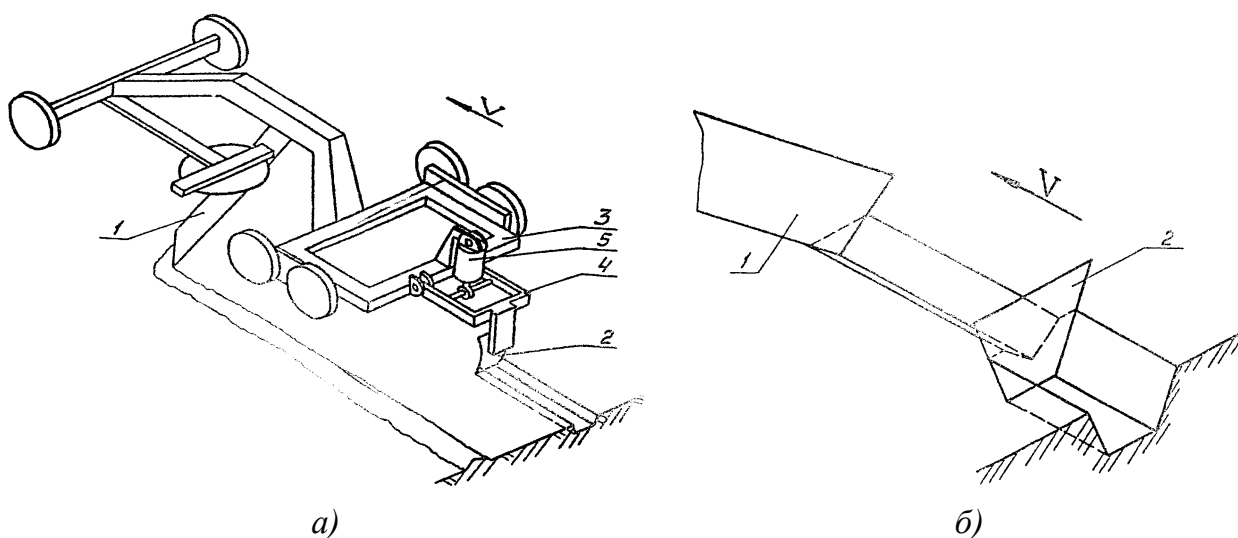


Рисунок 7 - Автогрейдер

Формула изобретения.

Автогрейдер, включающий основной отвал и дополнительный отвал с индивидуальным приводом, отличающийся тем, что с целью повышения производительности, дополнительный отвал с индивидуальным приводом установлен на раме.

Данное изобретение относится к области дорожного машиностроения, в частности к автогрейдерам, имеющим гидрофицированное управление положением рабочего органа: [15]

Цель изобретения – расширение технологических возможностей и повышение производительности.

Поставленная цель достигается тем, что в рабочем оборудовании тяговая рама между точкой закрепления гидроцилиндров и поворотным кругом выполнена телескопической.

Изобретение поясняется рисунком 8, где представлено рабочее оборудование автогрейдера, вид сверху.

Головная часть тяговой рамы 1 с закрепленными на ней гидроцилиндрами 2 может перемещаться поступательно относительно задней части тяговой рамы 3 с установленным на ней поворотным кругом 4.

Устройство работает следующим образом.

При необходимости повернуть отвал для изменения угла захвата оператор выдвигает шток одного гидроцилиндра и втягивает шток другого гидроцилиндра. При этом поворотный круг поворачивается вокруг вертикальной оси, не изменяя своего положения в базе. При необходимости переместить отвал в базе автогрейдера оператор выдвигает или втягивает штоки гидроцилиндров 2, при этом задняя часть тяговой рамы 3 с поворотным кругом 4 перемещается поступательно в базе машины. Передняя часть тяговой рамы 3 постоянно связана с головной частью основной рамы и остается неподвижной.

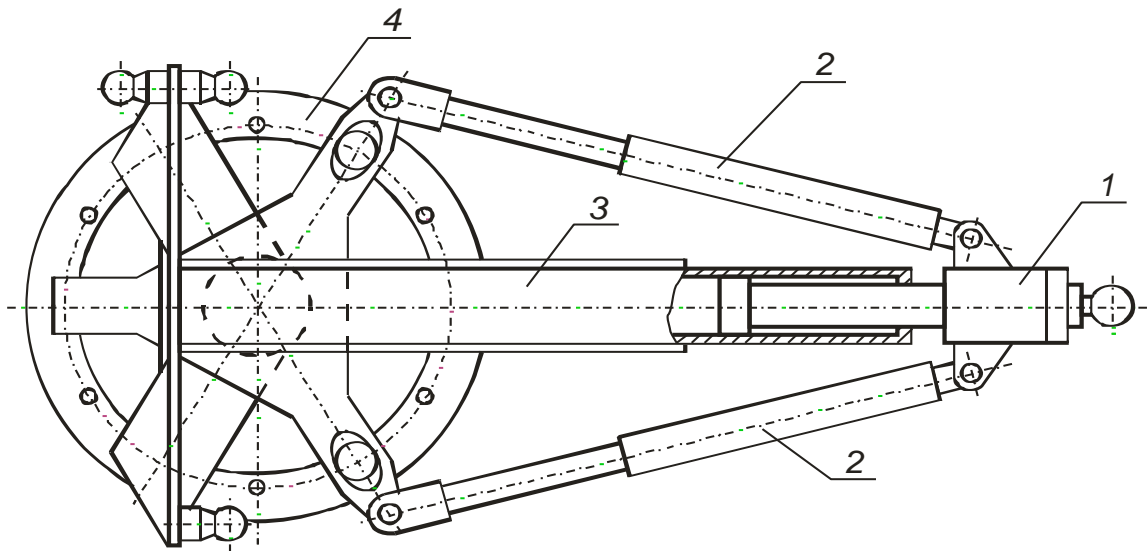


Рисунок 8 - Рабочее оборудование автогрейдера

Использование предлагаемой конструкции позволит расширить технологические возможности и повысить производительность.

Формула изобретения.

Рабочее оборудование, автогрейдера, включающее тяговую раму, поворотный круг с отвалом, прикрепленные к тяговой раме гидроцилиндры управления положением поворотного круга, установленное на поворотном круге с возможностью поворота в горизонтальной плоскости и соединенное с гидроцилиндрами водило, которое связано с поворотным кругом управляемыми фиксаторами, отличающееся тем, что с целью расширения технологических возможностей и повышения производительности тяговая рама между точкой закрепления гидроцилиндров к тяговой раме и поворотным кругом выполнена телескопической.

## 2 Выбор и обоснование проектно-конструкторских решений, принятых в работе

### 2.1 Определение основных параметров

По приведенным выше критериям выбираем автогрейдер ГС-10-05 легкого типа (класса 100), техническая характеристика которого приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики разрабатываемого автогрейдера

ПАРАМЕТР	Разрабатываемый автогрейдер
1	2
Шасси:	ЛТЗ-60АВ
Двигатель:	Д-65М 1Л дизельный
Мощность, кВт (л.с.):	44,1 (60) при 2000 об./мин.
Трансмиссия:	фрикционная однодисковая сухая муфта сцепления, механическая шестискоростная коробка передач с полным реверсом, блокируемый дифференциал, конечная передача
Максимальная тяга, кгс:	2000
Колеса (передние/задние):	8,3х20 / 13,6 R38
Рулевое управление:	гидростатическое, гидроруль НД-Ф-80
Тормоза:	сухие, ленточные
Рабочее оборудование:	тяговая рама А-образная, коробчатого сечения большой прочности, сварная
Поворотный круг:	реверсивный, поворот гидроцилиндрами на $\pm 32^\circ$
Отвал:	штампованная конструкция, гидрофицированное управление выдвиганием на величину $\pm 500$ мм.
Размеры отвала (длина $\times$ ширина $\times$ толщина), мм.:	2500 $\times$ 500 $\times$ 12
База отвала, мм.:	2020
Ножи:	два ножа, изготовленных из профильного проката ГОСТ 28771-90
Размеры ножей, мм.:	1260 $\times$ 180 $\times$ 12
Передний отвал (длина $\times$ ширина $\times$ толщина), мм.:	2000 $\times$ 500 $\times$ 6
– подъем в транспортном положении, мм.:	400
– заглубление, мм.:	50
Управление отвалом:	гидроцилиндрами, из кабины водителя
Масса, т.:	6,25

Продолжение таблицы 1

1	2
Скорость движения, км./час:	мин. рабочая – 3,42, макс. транспортная – до 20
База / Колея, мм.:	5230 / 1620
Радиус поворота, м.:	8
Грейдерный отвал (длина × высота), мм.:	2500 × 500
– боковой вынос, мм.:	30 (1800)
– опускание ниже опорной поверхности, мм.:	100
– угол резания, град.:	30...70
– угол поворота, град.:	±34
Бульдозерный отвал (длина × высота), мм.:	2000 × 500

На листе 1 показан общий вид проектируемого автогрейдера, габаритные размеры и основные параметры которого определены выше. Спецификация приведена в приложении.

## 2.2 Расчет нагрузок на основную раму автогрейдера

На раму автогрейдера действуют максимальные нагрузки, возникающие в условиях нормальной эксплуатации. Такие условия имеют место в конце зарезания, когда передний мост вывешен и упирается в край кювета; задние колеса буксуют на месте, отвал режет одним краем, а автогрейдер наклонен под некоторым углом к горизонту  $\beta = 12...16^\circ$  (рисунок 9): [17]

Силы и реакции, действующие на автогрейдер, сосредоточены в следующих точках:

– Точка  $O$  (условный универсальный шарнир) – конец режущей кромки ножа отвала. Действуют горизонтальное усилие  $R_x$ , боковое  $R_y$  и вертикальное  $R_z$ .

– Точки  $O_1$  и  $O_2$  – проекции середин балансиров на опорную поверхность. Действующие реакции и силы (условно): вертикальные реакции  $Z_1$  и  $Z_2$ , силы тяги  $X_1$  и  $X_2$ , боковые реакции  $Y_1$  и  $Y_2$ .

– Точка  $O_3$  – касание переднего колеса края кювета, соответствующие нижнему концу вертикального диаметра нижних колес. Действует боковая реакция  $Y_3$ .

– Сила тяжести  $G_2$  сосредоточена в центре тяжести автогрейдера, определяемом координатами  $H$  и  $l_2$ . Часть силы тяжести, равная  $G_2 \cdot \cos \beta$ ,

– действует по нормали к опорной поверхности, другая часть, равная  $G_2 \cdot \sin \beta$ , действует параллельно опорной поверхности.

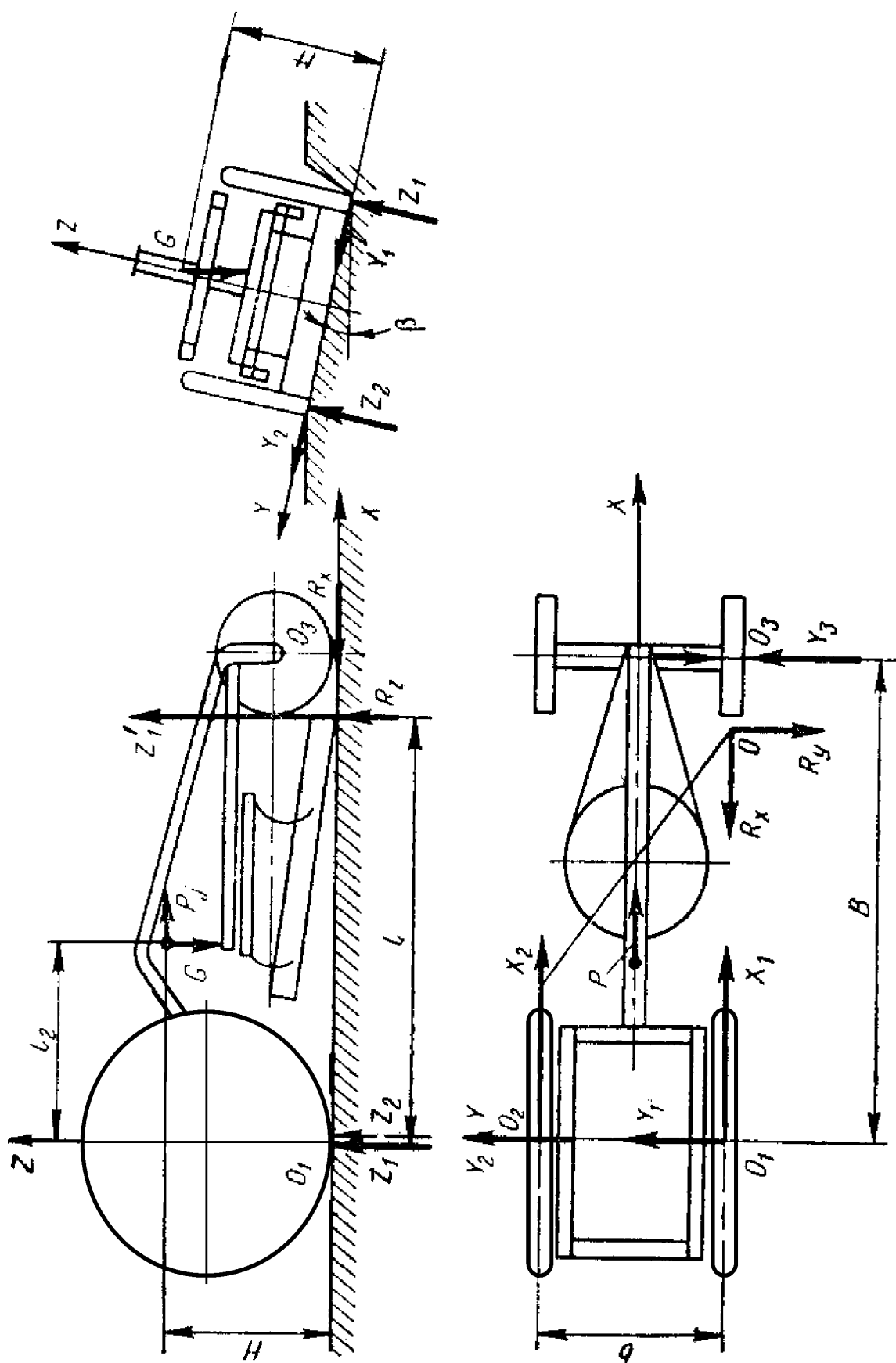


Рисунок 9 - Схема сил, действующих на автогрейдер

1. Определяем положение центра тяжести автогрейдера:

$$H = r_c + 0,5,$$

$$l_2 = (0,25 \dots 0,3) \cdot B,$$

где  $r_c$  – статический радиус колес ( $r_c = 0,64$  м);  $B$  – база автогрейдера.

$$H = 0,64 + 0,5 = 1,14 \approx 1,2 \text{ м},$$

$$l_2 = 0,25 \cdot 5,2 = 1,3 \text{ м}.$$

2. Определяем силу инерции:

$$P_j = (k_\delta - 1) \cdot \varphi_{\max} \cdot G_{z2},$$

где  $k_\delta$  – коэффициент динамичности ( $k_\delta = 1,15 \dots 1,2$ );  $\varphi_{\max}$  – максимальный коэффициент использования сцепного веса ( $\varphi_{\max} = 0,85$ );  $G_{z2}$  – вес автогрейдера, приходящийся на задний мост:

$$G_{z2} = G_z \cdot \frac{l_1}{B} = 95157 \cdot \frac{3040}{5200} = 55630 \text{ Н}.$$

$$\text{Принимая } k_\delta = 1,2 \text{ получим: } P_j = (1,2 - 1) \cdot 0,85 \cdot 55360 = 9457,1 \text{ Н}.$$

3. Находим  $Z_2$  по формуле:

$$Z_2 = \left( \frac{1}{2} \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \frac{H}{b} \right) \cdot G_z = 95157 \cdot \left( 0,5 \cdot 0,965 - 0,25 \cdot \frac{1,2}{1,85} \right) = 30450$$

Н,

где  $H$  – положение центра тяжести автогрейдера, м;  $b$  – колея автогрейдера, м;  $G_z$  – сила тяжести автогрейдера, Н.

4. Вычисляем  $X_2$  по формуле:

$$X_2 = \left( \frac{1}{2} \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \frac{H}{b} \right) \cdot G_z \cdot \varphi_{\max} = 30450 \cdot 0,85 = 25882,5 \text{ Н}.$$

5. Находим  $Y_1$  по формуле:

$$Y_1 = Y_2 = 0,5 \cdot G_z \cdot \sin \beta = 0,5 \cdot 55630 \cdot 0,25 = 6953,75 \text{ Н}.$$

6. Определяем  $Y_3$  по формуле:

$$Y_3 = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot l^3 + X_2 \cdot b + P_j \cdot b_1 - G_z \cdot \sin \beta \cdot (l - l_2)}{B - l} = \frac{42233882}{0,47} = 89859,32 \text{ Н},$$

где  $l = 0,7 \cdot B = 0,7 \cdot 5,2 = 4,73$  м;

$$b_1 = \frac{b}{2} \cdot 0,7 = 1,075 \text{ м.}$$

7. Находим  $R_z$  по формуле:

$$\begin{aligned} R_z &= \frac{G_2}{l} \cdot [l_2 \cdot \cos \beta - (k_\delta - 1) \cdot \psi \cdot \varphi_{\max} \cdot H] = \\ &= \frac{95157}{4,33} \cdot [1,3 \cdot 0,965 - 0,2 \cdot 0,58 \cdot 0,85 \cdot 1,14] = \\ &= 20117 \cdot [1,25 - 0,112] = 22975,5 \text{ Н,} \end{aligned}$$

$$\text{где } \psi = \frac{G_{22}}{G_2} = \frac{55630}{95157} = 0,58.$$

8. Вычисляем  $Z_1$  по формуле:

$$Z_1 = G_2 \cdot \cos \beta - Z_2 - R_z = 95157 \cdot 0,965 - 30450 - 22975,5 = 38401 \text{ Н.}$$

9. Определяем  $X_1$  по формуле:

$$X_1 = (G_2 \cdot \cos \beta - Z_2 - R_z) \cdot \varphi_{\max} = (95157 \cdot 0,965 - 30450 - 22975,5) \cdot 0,85 = 32640,8 \text{ Н.}$$

10. Подсчитываем величину  $R_x$  по формуле:

$$R_x = X_1 + X_2 + P_j = 32640,8 + 25882,5 + 9457,1 = 67980,4 \text{ Н.}$$

11. Находим значение  $R_y$  по формуле:

$$\begin{aligned} R_y &= Y_1 + Y_2 + Y_3 - G_2 \cdot \sin \beta = 2 \cdot 6953,75 + 89859,32 - 95157 \cdot 0,965 = \\ &= 11940,31 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Усилия в переднем шаровом шарнире (точка  $O_4$  на рисунке 10).

12. Определяем усилие в шаровом шарнире:

$$X_4 \approx R_x = 67980,4 \text{ Н.}$$

13. Вычисляем  $Y_4$  по формуле:

$$Y_4 = \frac{R_x \cdot \frac{b}{2} + R_y \cdot m}{n} = \frac{67980,4 \cdot \frac{1,85}{2} + 11940,32 \cdot 1,075}{2,06} = 36756,17 \text{ Н.}$$

где  $m = 1,075$  м;

$n = 2,06$  м;

$c = 0,605$  м.

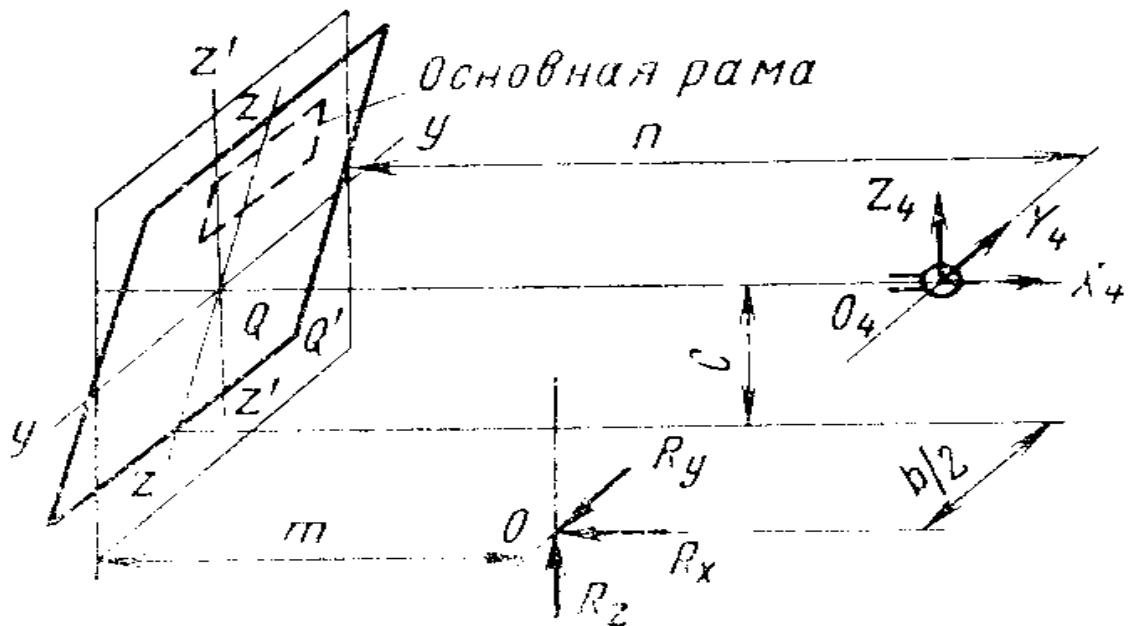


Рисунок 10 - Схема сил, действующих на передний шаровый шарнир.

14. Находим  $Z_4$  по формуле:

$$Z_4 = \frac{R_x \cdot c + R_z \cdot m}{n} = \frac{67980,4 \cdot 0,605 + 11940,32 \cdot 1,075}{2,06} = 7975,5 \text{ Н.}$$

### 2.3 Расчет нагрузок на основную раму, когда отвал встречает препятствие при планировке

Этот случай соответствует действию нагрузок, возникающих при встрече автогрейдера с труднопреодолимыми препятствиями. На величину нагрузок основное влияние оказывают массы машины и препятствия и скорость в момент столкновения.

Примем, что жесткость и масса препятствия во много раз больше жесткости и массы автогрейдера. Тогда величина нагрузки на основную раму автогрейдера зависит только от его жесткости, массы и скорости столкновения.



Для определения динамических нагрузок представим автогрейдер в виде жесткой рамы с массой, расположенной в центре тяжести (рисунок 11). Податливость металлоконструкции сосредоточим в точке  $O$  (место контакта отвала с препятствием) в виде пружины с жесткостью  $c_1$ , соответствующей жесткости металлоконструкции автогрейдера: [18]

Шины заменим пружинами с жесткостью  $c_2$ , расположенными на осях.

Жесткость  $c_1$  металлоконструкции в направлении оси  $X$  зависит от сцепного веса автогрейдера и для нашего случая  $c_1 = 1650$  кН.

Суммарная жесткость:

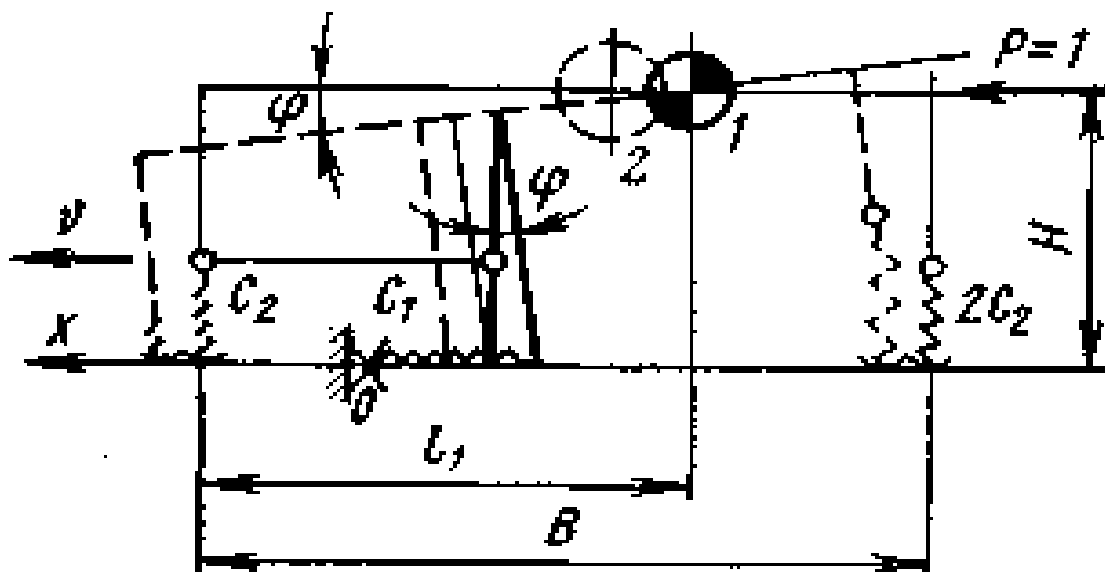


Рисунок 11 - Схема сил, действующих на автогрейдер

$$c = \frac{c_1 \cdot c_2}{c_2 + \frac{1,5 \cdot H^2}{B^2} \cdot c_1} \quad \text{кН/м.}$$

Динамическая жесткость шин  $c_{ш}$  определяется в зависимости от размера шин и нагрузки (в нашем случае  $c_{ш} = 550$  кН). Суммарная жесткость передних колес  $c_2 = 2c_{ш} = 1100$  кН. Суммарная жесткость задних колес  $2c_2 = 4c_{ш} = 2200$  кН.

$$c = \frac{1650 \cdot 1100}{1100 + \frac{1,5 \cdot 1,4400}{27,04} \cdot 1650} = 1473 \text{ кН/м.}$$

Дополнительная динамическая нагрузка

$$P_j = 9\sqrt{c \cdot m} \text{ Н,}$$

где  $m$  – масса автогрейдера;  $\vartheta$  – скорость автогрейдера в момент встречи ножа с препятствием;  $c$  – суммарная жесткость.

Скорость автогрейдера на 2-й передаче составляет 9,2 км/ч или 2,6 м/с, следовательно, сила инерции составит

$$P_j = \vartheta_2 \cdot \sqrt{\frac{c \cdot G_2}{9,81}} = 2,6 \cdot \sqrt{\frac{1473 \cdot 9515}{9,81}} = 31077,8 \text{ Н.}$$

Наибольших значений динамические нагрузки достигают при планировочных работах, так как в этом случае автогрейдер работает на повышенных скоростях при малом буксовании ведущих колес.

На рисунке 12 показаны положение автогрейдера при наезде выступающим краем отвала на препятствие и действующие силы.

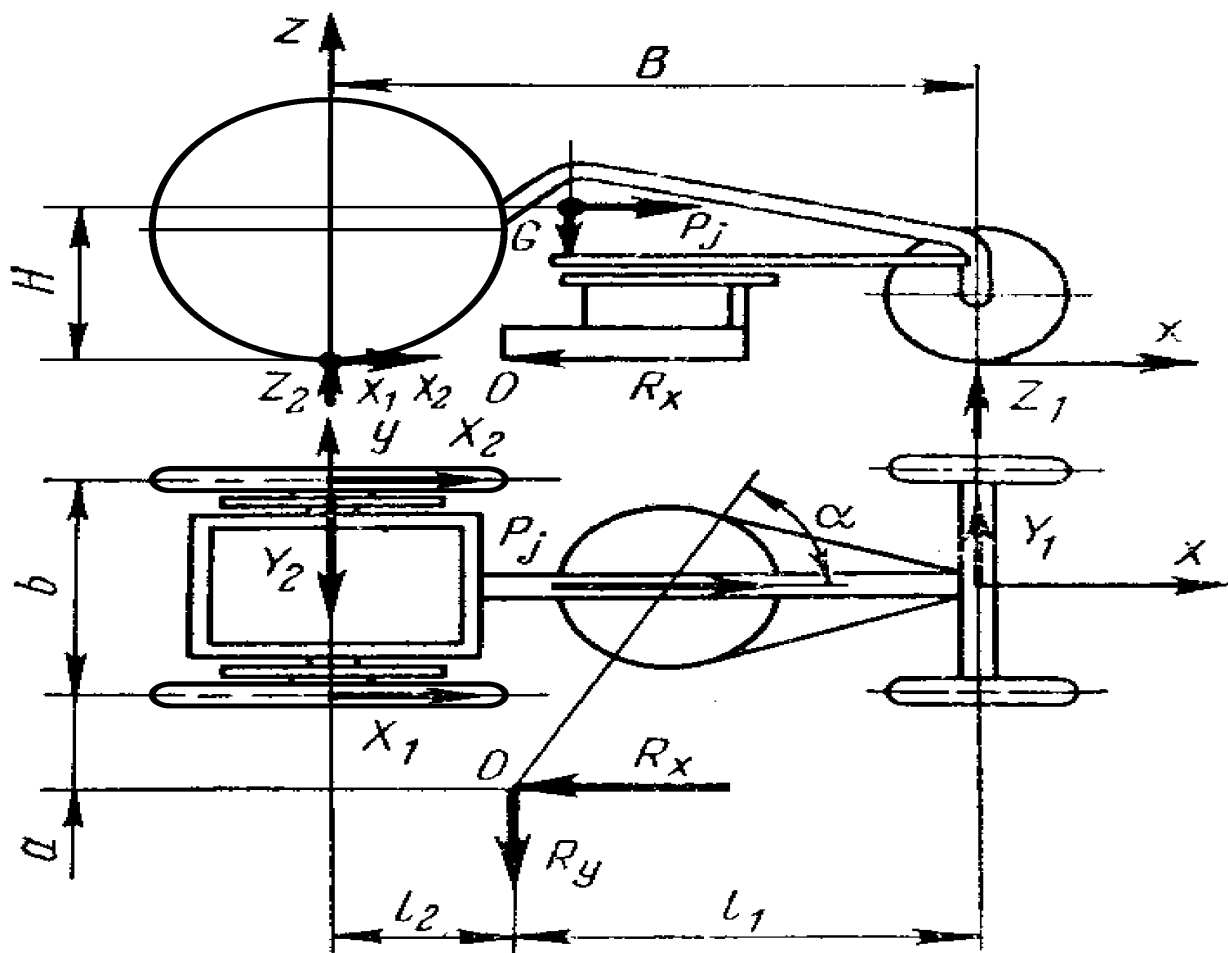


Рисунок 12 - Схема сил для расчета тяговой рамы

В точке O (точка контакта с препятствие), действуют силы  $R_x$  и  $R_y$ .

В центре тяжести машины действуют вес  $G$  и дополнительное динамическое усилие  $P_j$ .

При внезапной встрече с жестким препятствием ведущие колеса за счёт инерции вращающихся частей пробуксовывают.

Определяем силы, действующие на автогрейдер.  
Находим реакции  $Z_1$  и  $Z_2$  по формулам:

$$Z_1 = G_{z1} + P_j \cdot \frac{H}{B} = 39527 + 31077,8 \cdot \frac{1,2}{5,2} = 46698,8 \text{ Н.}$$

$$Z_2 = G_{z2} - P_j \cdot \frac{H}{B} = 55630 - 31077,8 \cdot \frac{1,2}{5,2} = 48458,2 \text{ Н.}$$

Определяем величины  $T$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y_1$ ,  $Y_2$  по формулам:

$$T = Z_2 \cdot \varphi_{\max} = 48458,2 \cdot 0,85 = 41189,3 \text{ Н,}$$

$$X_1 = X_2 = \frac{T}{2} = \frac{41189,3}{2} = 12941 \text{ Н,}$$

$$Y_1 = Z_1 \cdot \varphi_{\max} = 46698,8 \cdot 0,85 = 39693,98 \text{ Н.}$$

Зная, что  $l_1 = \frac{2}{3} \cdot B = \frac{2}{3} \cdot 5,2 = 3,466 \text{ м;}$   $l_2 = \frac{1}{3} \cdot B = \frac{1}{3} \cdot 5,2 = 1,734 \text{ м;}$

$$a = b_1 - \frac{b}{2} = 1,075 - \frac{1,85}{2} = 0,15 \text{ м получим:}$$

$$Y_2 = \frac{X_1 \cdot (b + 2 \cdot a) + P_j \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) - Y_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{12941 \cdot (1,85 + 2 \cdot 0,15) + 31077,8 \cdot \left(0,15 + \frac{1,85}{2}\right) - 39693,98 \cdot 3,466}{1,733} =$$

$$= \frac{224330165}{1,733} = 129424 \text{ Н.}$$

Определяем силы  $R_x$  и  $R_y$  по формулам:

$$R_x = Z_2 \cdot \varphi_{\max} + P_j = 48458,2 \cdot 0,85 + 31077,8 = 350514 \text{ Н,}$$

$$R_y = Y_1 - Y_2 = 39693,98 - 129424 = -89730,02 \text{ Н.}$$

Знак (-) означает, что сила  $R_y$  направлена в противоположную сторону.  
Определяем усилие в шаровом шарнире по формулам:

$$Y_4 = \frac{R_x \cdot \frac{b}{2} + R_y \cdot m}{n} = \frac{355014 \cdot \frac{1,85}{2} - 89730,02 \cdot 1,075}{2,06} = 110566 \text{ Н,}$$

$$X_4 \approx R_x = 355014 \text{ Н,}$$

$$Z_4 = \frac{R_x \cdot c - R_z \cdot m}{n} = \frac{355014 \cdot 1,473 - 22975,5 \cdot 1,075}{2,06} = 238644,8 \text{ Н.}$$

## 2.4 Расчет тяговой рамы

При работе автогрейдера даже в обычных условиях часто приходится разрабатывать грунт, плотность которого в верхних слоях выше, чем в нижних. При этом реакция грунта на площадку затупления  $P_n$  меньше, чем вертикальная составляющая  $R'_z$  от силы  $R'$ , действующей по нормали к ножу. Поэтому суммарная сила  $R'_z$  действует вниз, что вызывает самозатягивание отвала (рисунок 13).

Определяем усилия, действующие на автогрейдер. Так как сила  $R'_z$  может иметь значительную величину, то ее необходимо учитывать при расчетах на прочность. Величину силы  $R'_z = R_z$  (см. рисунок 13) мы определяем по следующей зависимости:

$$R_z = \frac{P_{01} \cdot \cos \delta}{\sin \delta + f \cdot \cos \delta} \text{ Н,}$$

Принимаем  $P_{01} = T_\delta$ ;  $\delta = 30^\circ$ ;  $f = 0,5$ .

$$T_\delta = 716,20 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \eta_{mp} \cdot i \text{ Н,}$$

где  $N$  – мощность двигателя автогрейдера ( $N = 66$  кВт);  $n$  – частота вращения ( $n = 1750$  об/мин);  $\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии ( $\eta_{mp} = 0,85$ );  $i = 100$ .

$$T_\delta = 716,20 \cdot \frac{66}{1750} \cdot \frac{1}{0,645} \cdot 0,85 \cdot 100 = 3553,51 \text{ Н,}$$

$$R_z = \frac{3553,51 \cdot \cos 30^\circ}{\sin 30^\circ + 0,5 \cdot \cos 30^\circ} = 3303,85 \text{ Н,}$$

$$R_x = T_\delta + P_j = 3559,51 + 9457,1 = 13016,61 \text{ Н.}$$

$$Z_1 = \frac{G_{z2}}{2} + P_j \cdot \frac{H}{2B} + R_z \cdot \frac{B-l}{B} = \frac{55630}{2} + 9457,1 \cdot \frac{1,2}{2 \cdot 5,2} + 3303,89 \cdot \frac{5,2 - 4,730}{5,2}$$

$$= 2920482 \text{ Н,}$$

$$Z_2 = \frac{G_{z2}}{2} - P_j \cdot \frac{H}{2B} = \frac{55630}{2} - 9457,1 \cdot \frac{1,2}{2 \cdot 5,2} = 26723,8 \text{ Н,}$$

$$Z_3 = \frac{G_{z1}}{2} + P_j \cdot \frac{H}{2B} + R_z \cdot \frac{l}{B} = \frac{39527}{2} + 9457,1 \cdot \frac{1,2}{2 \cdot 5,2} + 3303,89 \cdot \frac{4,730}{5,2}$$

$$= 2385996 \text{ Н,}$$

$$Z_4 = \frac{G_{z1}}{2} + P_j \cdot \frac{H}{2B} = \frac{39527}{2} + 9457,1 \cdot \frac{1,2}{2 \cdot 5,2} = 20854,7 \text{ Н.}$$

Для автогрейдера с колесной формулой 1×2×2 наиболее опасными являются условия, когда грейдер работает таким образом, что боковые реакции на задний мост возникают в результате упора боковой поверхности колес в грунт, а передние воспринимают боковую силу  $Y_1$ , ограничиваемую их скольжением по грунту вбок.

Тогда величина  $Y_1$  определится по формуле:

$$Y_1 = \left( G_{z1} + \frac{l}{B} \cdot R_z + P_j \cdot \frac{H}{B} \right) \cdot \xi_{\max}, \text{ Н,}$$

где  $\xi_{\max}$  – максимальный коэффициент бокового сдвига, равный  $\xi_{\max} = \varphi_{\max} + f_2$ ,  $f_2$  – коэффициент сопротивления трению грунта ( $f_2 = 0,42$ ).

$$\xi_{\max} = 0,85 + 0,42 = 1,27,$$

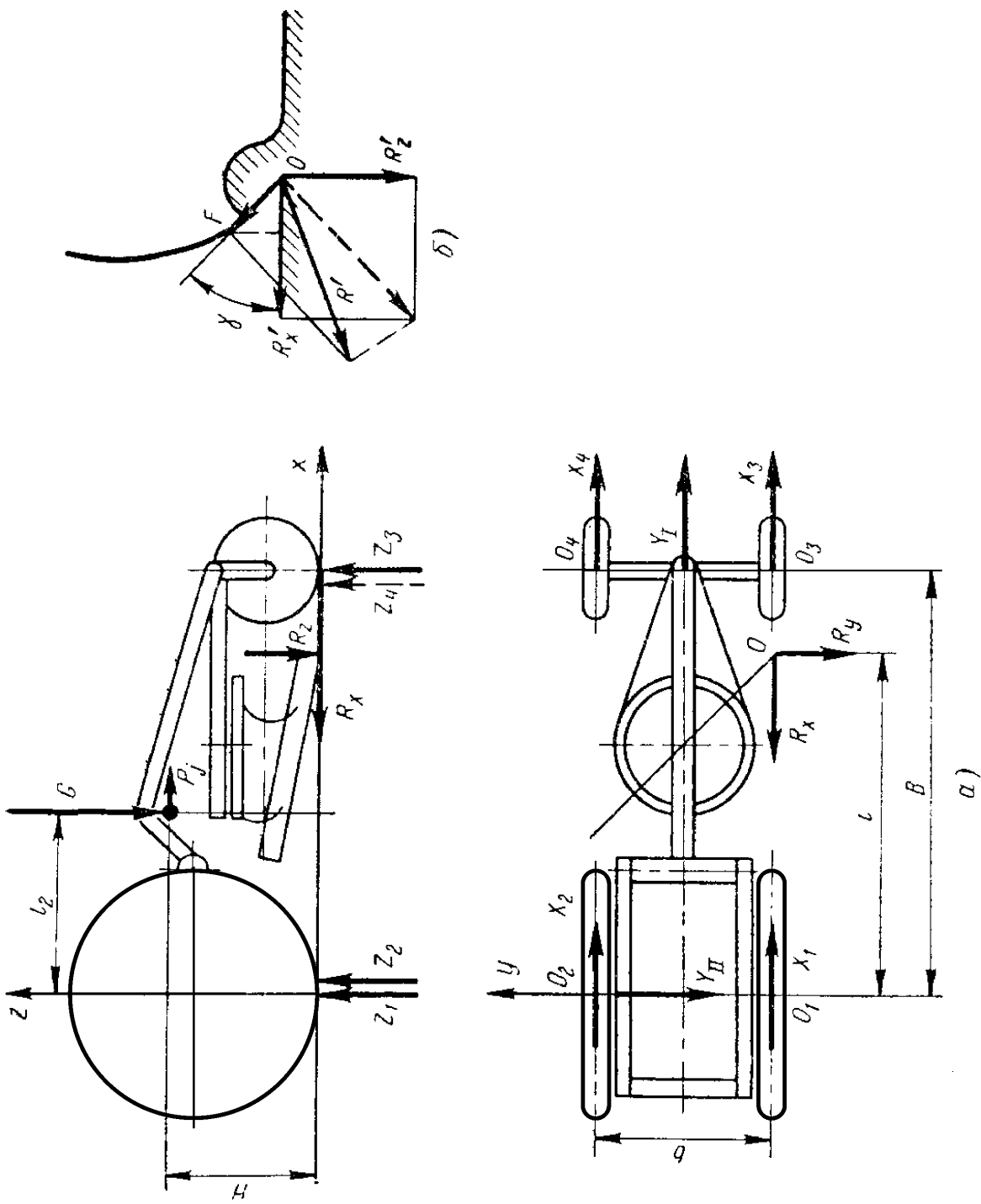
$$Y_1 = \left( 39527 + \frac{4,73}{5,2} \cdot 22975,5 + 9457,1 \cdot \frac{1,2}{5,2} \right) \cdot 1,27 = 62609,47 \text{ Н.}$$

## 2.5 Производительность автогрейдера

Производительность работы автогрейдера характеризуется величиной спланированной площадки или длиной полотна железнодорожной земляной насыпи, пройденного в единицу времени.

Вспомогательный параметром для определения этих показателей является объем вырезанного автогрейдером грунта. Но так как подсчитывать производительность по планируемой площади или длине профилируемого полотна довольно сложно из-за различных условий работы, то обычно считают производительность по объему грунта, вырезанного и перемещенного автогрейдером.

По усредненным коэффициентам, характеризующим количество единиц объема грунта на квадратный метр спланированной площади (или единицы длины земляного полотна), можно определить производительность, выраженную в единицах длины земляного полотна или единицах площади планировки.



а) — общая схема сил; б) — схема сил, действующих на отвал.

Рисунок 13 - Схема сил, действующих при встрече края отвала с препятствием

Если производительность определяется по объему разработанного грунта, то ее можно определить по зависимости:

$$P = \frac{60 \cdot V}{t \cdot k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\text{или } P_{см} = P \cdot k_в \cdot t_{см}, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $t$  – продолжительность цикла, мин;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта в призме ( $k_p = 1,75$ );

$t_{см}$  – время работы автогрейдера в течении смены, ч ( $t_{см} = 8,2$  ч);

$k_в$  – коэффициент использования автогрейдера по времени ( $k_в = 0,85$ ).

В этом случае продолжительность цикла в минутах:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6,$$

где  $t_1$  – время на перемещение грунта отвалом; оно зависит от длины пути перемещения грунта  $L$  и скорости движения автогрейдера при выполнении той или иной операции; так, при зарезании обычно работают на первой передаче, при перемещении и разравнивании уже вырезанного грунта – на второй и третьей ( $t_1 = 16,1$  мин при пути перемещения 1 км);

$t_2$  – время на обратный (холостой) ход ( $t_2 = 1,6$  мин);

$t_3$  и  $t_4$  – время на подъем отвала в транспортное положение и на опускание отвала ( $t_3 = t_4 = 0,033$  мин);

$t_5$  и  $t_6$  – время на переключение передач и повороты в конце рабочего хода и в конце обратного хода ( $t_5 = 0,0839$  мин,  $t_6 = 0,33$  мин).

Объем призмы грунта, перемещаемого отвалом:

$$V = \frac{L \cdot (H - c)^2}{2 \operatorname{tg} \varphi} = \frac{3,04 \cdot (0,5 - 0,2)^2}{2 \cdot 0,7} = 0,19 \text{ м}^3.$$

Следовательно:

$$P = \frac{60 \cdot 0,19}{(16,1 + 1,6 + 0,033 + 0,033 + 0,0839 + 0,33) \cdot 1,75} = 21,5, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$P_{см} = 21,5 \cdot 0,85 \cdot 8,2 = 149,87, \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Если производительность определяется по профилированной длине земляного полотна, то ее можно подсчитать по формуле:

$$P = \frac{60 \cdot L}{t}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\text{или } P_{см} = P \cdot k_в \cdot t_{см}, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где  $L$  – длина профилируемого участка земляного полотна ( $L = 1$  км).

Скорость автогрейдера на первой, второй и третьей передачах с учетом буксования колес равна  $\mathcal{V}_1 = 4,1$  км/ч,  $\mathcal{V}_2 = 9,2$  км/ч,  $\mathcal{V}_3 = 38,1$  км/ч.

Число проходов, выполняемых на первой, второй и третьей передачах, соответственно равно  $n_1 = 5$ ;  $n_2 = 6$ ;  $n_3 = 5$ .

Время на поворот машины  $t_1 = 1$  мин, тогда:

$$П = \frac{60 \cdot 1000}{2 \cdot \left[ 1000 \cdot \left( \frac{5}{4,1} + \frac{6}{9,2} + \frac{5}{38,1} \right) + 2 \cdot 16,1 \right]} = 537,4 \text{ м/ч,}$$

$$П_{см} = 537,4 \cdot 0,85 \cdot 8,2 = 4038,2, \text{ м/смену.}$$

Если работа производится без разворотов на концах (челночным образом), то продолжительность цикла  $t$  подсчитывается по формуле:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где  $t_1$  – время на рабочий ход ( $t_1 = 16,1$  мин);

$t_2$  – время на обратный ход ( $t_2 = 1,6$  мин);

$t_3$  – время на поворот отвала на  $180^\circ$  ( $t_3 = 0,07$  мин);

$t_4$  – время на переключение передач в конце переднего и заднего хода ( $t_4 = 0,0839$  мин);

$$П = \frac{60 \cdot 0,19}{(16,1 + 1,6 + 0,07 + 0,0839) \cdot 1,75} = 38,3 \text{ м}^3/\text{ч,}$$

$$П_{см} = 38,3 \cdot 0,85 \cdot 8,2 = 267, \text{ м}^3/\text{смену.}$$



### 3 Описание конструкции, предлагаемой в работе

#### Рабочее оборудование автогрейдера

Изобретение относится к землеройно-транспортному машиностроению, в частности к автогрейдерам, имеющим гидрофицированное управление положением рабочего органа.

Известно рабочее оборудование автогрейдера, содержащее тяговую раму, поворотный круг с отвалом, водило, которое посредством управляемых фиксаторов связано с поворотным кругом [1]. Недостатками известного рабочего оборудования автогрейдера являются: ограниченный угол поворота водила, т.к. оно размещается между опорами поворотного круга, которых должно быть не менее трех, при его повороте относительно поворотного круга, оно фиксируется в определенных точках, что требует от оператора дополнительного времени на его установку, фиксатор соединяет водило с кругом жестко без возможности пробуксовки при перегрузках.

Цель изобретения расширение технологических возможностей и увеличение надежности автогрейдера.

Достигается это тем, что в рабочем оборудовании автогрейдера водило выполнено в виде упругого кольца, охватывающего поворотный круг, а фиксатор в виде натяжного устройства.

На рисунке 14,*а* дан рабочий орган автогрейдера, вид сверху; на рисунке 14,*б* – узел I на рисунке 14,*а* (механизм натяжения водила); на рисунке 14,*в* – узел II на рисунке 14,*а* (механизм регулировки силы натяжения водила).

Рабочий орган автогрейдера содержит тяговую раму 1, два гидроцилиндра 2, поворотный круг 3, упругое водило 4, механизм натяжения водила 5 и механизм регулировки силы натяжения 6. Механизм натяжения водила 5 (см. рисунок 14,*б*) состоит из корпуса 7 с встроенным гидроцилиндром и поршнем 8, двух вкладышей 9, соединенных с корпусом 7 четырьмя планками 10 с помощью осей 11. Механизм регулировки натяжения состоит из ползуна 12, в котором установлен вкладыш 13, через него проходит водило 4, на которое навинчивается регулировочная гайка 14.

Предлагаемая конструкция рабочего органа работает следующим образом. Сперва установив натяжное устройство в исходное положение (изображено на рисунке 14,*б*) гайкой 14 регулируют натяжение водила таким образом, чтобы водило при нормальной работе автогрейдера удерживалось на круге от поворота силами трения и проворачивалось при перегрузках (удар краем отвала о непреодолимое препятствие).

При дальнейшей работе автогрейдера регулировка не требуется. При необходимости изменить угол установки отвала оператор поворачивает отвал с помощью двух гидроцилиндров 2. При этом угол поворота без переустановки водила может быть значительно больше, чем в известной конструкции, так как водило располагается снаружи и никогда не пересекается с опорами поворотного круга.

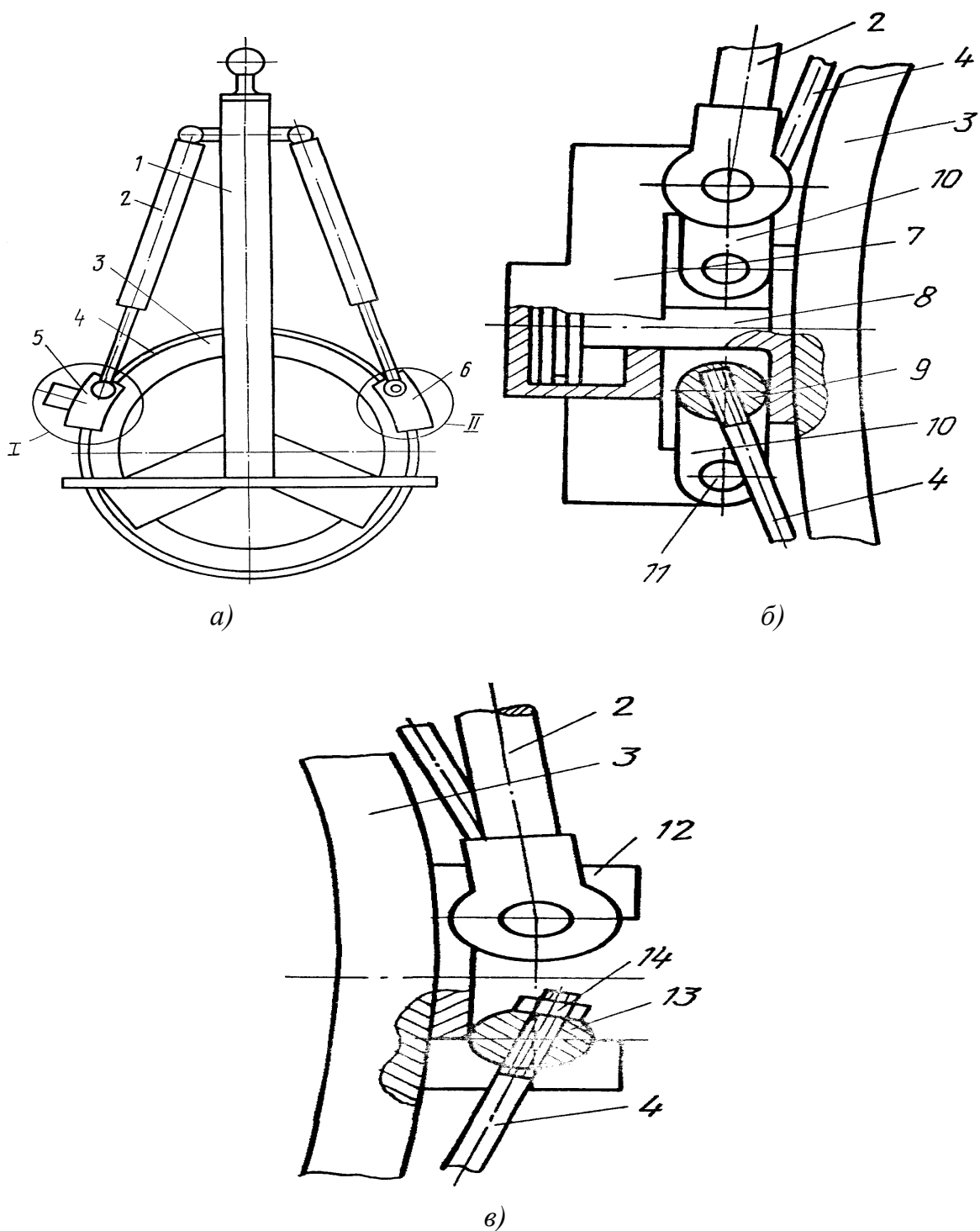


Рисунок 14 - Рабочее оборудование автогрейдера

Это облегчает управление отвалом и повышает производительность труда.

В том случае, когда необходимо повернуть отвал на угол больший, чем обеспечивают гидроцилиндры 2, оператор включает гидроцилиндр натяжного устройства, шток 8 выдвигается, планки 10 поворачиваются, расстояние между вкладышами 9 увеличивается и натяжение водила уменьшается. Сила трения между водилом 4 и поворотным кругом 3 уменьшается и, включив гидроцилиндры 2, оператор поворачивает водило относительно поворотного

круга на любой произвольный угол. Установив водило под нужным углом, оператор включает гидроцилиндр натяжного устройства, поршень  $\delta$  вытягивается и водило плотно притягивается к поворотному кругу, восстанавливая первоначальную затяжку.

При ударе о непреодолимое препятствие краем отвала нагрузка на водило резко возрастает и становится больше силы трения между водилом и поворотным кругом. Поворотный круг проворачивается относительно водила, что защищает поворотный круг и другие детали автогрейдера от поломок. Надежность автогрейдера повышается.

Формула изобретения

Рабочее оборудование автогрейдера, содержащее тяговую раму, поворотный круг с отвалом, водило с фиксаторами, отличающееся тем, что водило выполнено в виде упругого кольца, охватывающего поворотный круг, а фиксатор выполнен в виде натяжного устройства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на современном этапе является ускорение разработки и производство новых поколений высокоэффективной техники. Несмотря на экономические трудности в машиностроительных комплексах создаются и разрабатываются строительно-дорожные машины, в частности, автогрейдеры мобильных конструкций, примером которых является данный проект.

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. Из анализа состояния парка автогрейдеров в Республике Казахстан следует, что легким автогрейдерам класса 100 отводится недопустимо малая роль (в рассмотренном парке их почти нет).

2. В настоящее время возникает необходимость в создании более мобильных автогрейдеров с укороченной базой.

3. Мобильность автогрейдеров можно повысить заменой трехосных конструкций машин на двухосные, а базу сократить за счет выполнения отвала неполноповоротным.

4. В работе предлагается проект одного из вариантов мобильного автогрейдера с неполноповоротным отвалом, разработанного на базе трактора МТЗ-80, а также одна из конструкций механизма поворота отвала.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Строительные машины и оборудование: Справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 2006 – 445 с.
- 2 Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высшая школа, 2003 – 575 с.
- 3 Бандаков Б.Ф. Автогрейдеры. – М.: Транспорт, 1988. – 358 с.
- 4 Казахстан в цифрах. Аналитический сборник, № 2, 2010 г.
- 5 Бородачев И.П. Справочник конструктора дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 563 с.
- 6 Горлова Н.Г. Машины для земляных работ. – М.: Машиностроение, 1982. – 458 с.
- 7 Общетехнический справочник / Под ред. Е.А. Скороходова – М.: Машиностроение, 1982.
- 8 Шмаков А.Т. Бульдозеры, скреперы и грейдеры в дорожном строительстве: Учебное пособие для подготовки машинистов дорожных машин. – М.: Транспорт, 1991.
- 9 Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин. – М.: Высшая школа, 1981, – 344 с.
- 10 Патент РФ № 2036277  
Авт. св. СССР № 1170064, кл. Е 02 F 3/76, 1984.
- 11 Авторское свидетельство № 191424  
Дорожные машины. Каталог-справочник. ЦНИИТЭ-строймаш, 1987, с. 506, рис. 18 на с. 179.
- 12 Авторское свидетельство № 1808925
- 13 Авторское свидетельство № 1701837
- 14 Патент СССР № 1838513
- 15 Патент № 1801163
- 16 Смирнов В.К. Руководство для обучения токаря-расточника: Учебное пособие для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1990.
- 17 Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования. / Госкомтруд СССР. – М.: Машиностроение, 1988.
- 18 Методические указания к курсовому проектированию по технологии машиностроения и ремонту машин. – М.: МАДИ, 1990.
- 19 Зайцев Б.Г., Шевченко А.С. Справочник молодого токаря. – М.: Высшая школа, 1979, – 367 с.
- 20 Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высшая школа, 1985, – 304 с.

Инв. № подл.	Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Инв. № д/дл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
														Документация		
										A1			ДР.ПТМ.15.24.00.000 В0	Общий вид	1	
														Сборочные единицы		
											1		ДР.ПТМ.15.24.01.000 СБ	Отвал бульдозерный	1	
											2		ДР.ПТМ.15.24.02.000 СБ	Рама основная	1	
											3		ДР.ПТМ.15.24.03.000 СБ	Механизм подвески	2	
											4		ДР.ПТМ.15.24.04.000 СБ	Базовый тракторный модуль	1	
											5		ДР.ПТМ.15.24.05.000 СБ	Мост передний	1	
											6		ДР.ПТМ.15.24.06.000 СБ	Рабочее оборудование	1	
											7		ДР.ПТМ.15.24.07.000 СБ	Мост задний	1	
													ДР.ПТМ.15.24.00.000			
													Общий вид			
													Лит.	Лист	Листов	
													а		1	
													КазНИТУ им.К.Сатпаева Кафедра ТТ			

Копировал

Формат А4

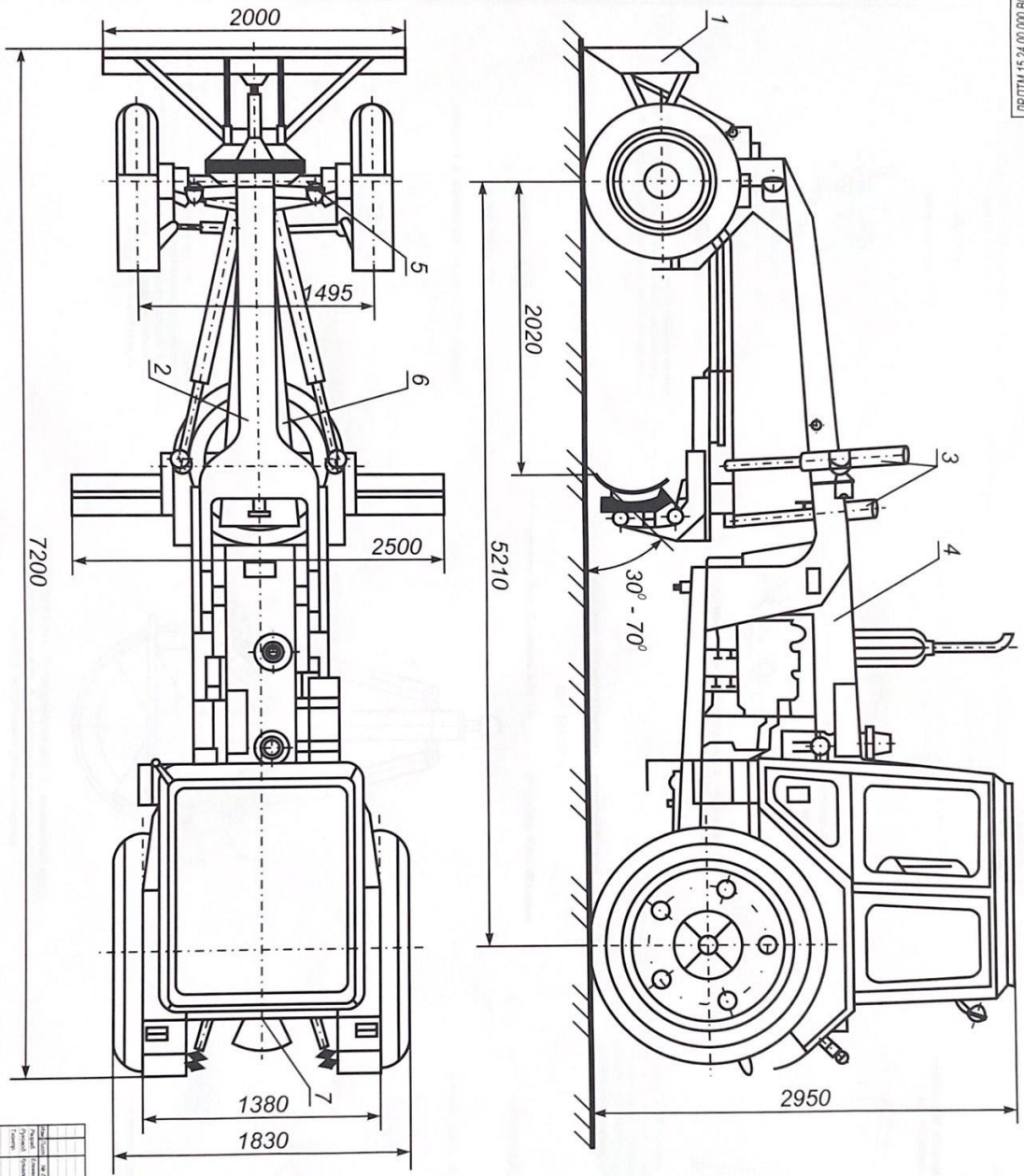
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			ДР.ПТМ.15.24.06.00.000 СБ	Сборочный чертеж	1		
						Сборочные единицы			
Справ. №				1	ДР.ПТМ.15.24.06.01.000 СБ	Отвал	1		
				2	ДР.ПТМ.15.24.06.02.000 СБ	Кронштейн крепления отвала	2		
				3	ДР.ПТМ.15.24.06.03.000 СБ	Поворотный круг	1		
				4	ДР.ПТМ.15.24.06.04.000 СБ	Водило упругое	1		
				5	ДР.ПТМ.15.24.06.05.000 СБ	Рама тяговая	1		
				6	ДР.ПТМ.15.24.06.06.000 СБ	Направляющая поворотного круга	3		
				7	ДР.ПТМ.15.24.06.07.000 СБ	Гидроцилиндр поворота отвала	2		
				8	ДР.ПТМ.15.24.06.08.000 СБ	Цапфа шаровая	1		
						Детали			
Взам. инв. №	Инд. № дудл.				9 ДР.ПТМ.15.24.06.001	Нож	2		
					10 ДР.ПТМ.15.24.06.002	Корпус	1		
					11 ДР.ПТМ.15.24.06.003	Поршень	1		
					12 ДР.ПТМ.15.24.06.004	Втулка	2		
					13 ДР.ПТМ.15.24.06.005	Планка	4		
					14 ДР.ПТМ.15.24.06.006	Вкладыш	2		
					15 ДР.ПТМ.15.24.06.007	Кронштейн	2		
					ДР.ПТМ.15.24.06.00.000				
Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.		Елемес Г.Е.	Елемес	16.05			
		Проб.		Кульзильдинов Б.М.	Кульзильдинов	16.05			
		Н.контр.		Казбагаров Р.А.	Казбагаров	17.05			
		Утв.		Машеков С.А.	Машеков	17.05			
						Сборочный чертеж	Лит.	Лист	Листов
							а		1
						КазНИТУ им.К.Сатпаева Кафедра ТТ			

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
<u>Документация</u>								
A1			ДР.ПТМ.15.24.06.01.000 СБ	Сборочный чертеж	1			
<u>Детали</u>								
		1	ДР.ПТМ.15.24.06.01.001	Кронштейн	8			
		2	ДР.ПТМ.15.24.06.01.002	Нож К-образный	2			
		3	ДР.ПТМ.15.24.06.01.003	Нож шестигранный	12			
		4	ДР.ПТМ.15.24.06.01.004	Нож треугольный	10			
		5	ДР.ПТМ.15.24.06.01.005	Коробка жесткости	1			
		6	ДР.ПТМ.15.24.06.01.006	Втулка	4			
		7	ДР.ПТМ.15.24.06.01.007	Направляющая	2			
		8	ДР.ПТМ.15.24.06.01.008	Лист лобовой	1			
<u>Стандартные изделия</u>								
		9		Болт М8 х 1-6д х 40.109.30ХГСА ГОСТ 7805-70	84			
		10		Гайка М8 х 1-6Н.04 ГОСТ 11860-85	84			
		11		Шайба А. 8.31 ГОСТ 11371-78	84			
ДР.ПТМ.15.24.06.01.000								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Елемес Г.Е.	14.05					
	Проб.	Кульгильдинов Б.М.	17.08					
	Н.контр.	Козбагаров Р.А.						
Утв.	Машеков С.А.							
Отвал								
Копировал								
Формат А4								

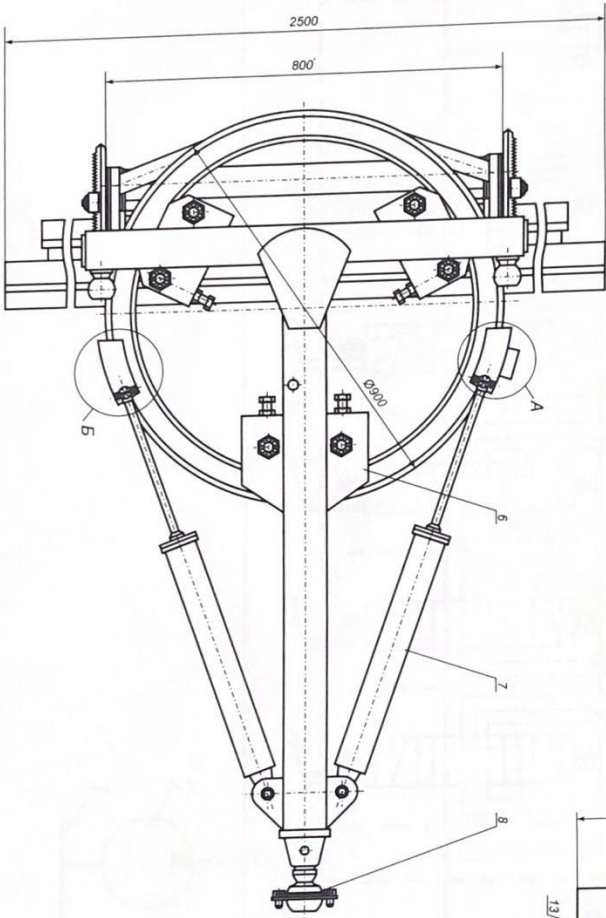
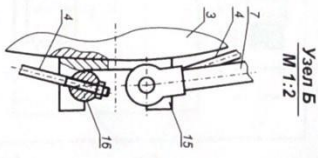
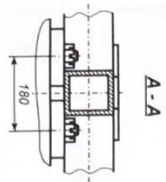
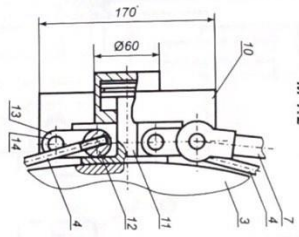
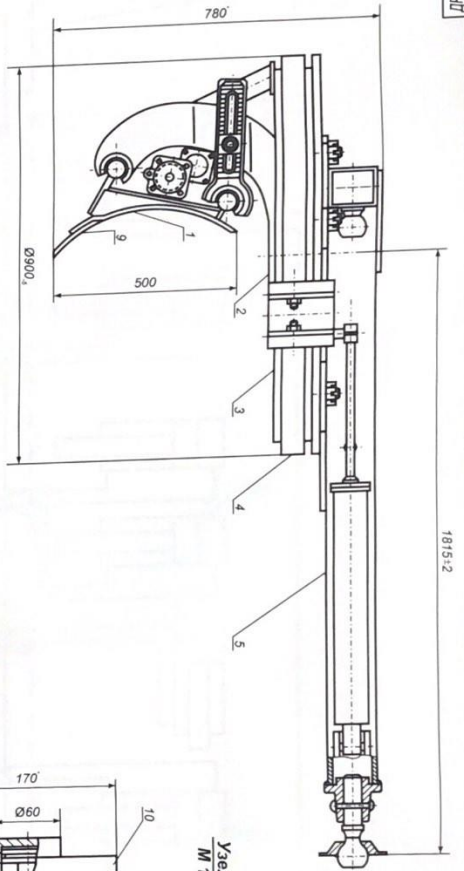




**ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА**

Мощность двигателя, кВт	44,1
Радиус поворота, мм	8000
Максимальная скорость передвижения, км/ч	20
Толщина вес, кг	6250
Высота отвала, мм	500
Толщина отвала, мм	12
Наибольшее заглубление, мм	100
Высота подъема отвала, мм	400
Боковой вынос, мм	500
Угол поворота отвала, град.	±34

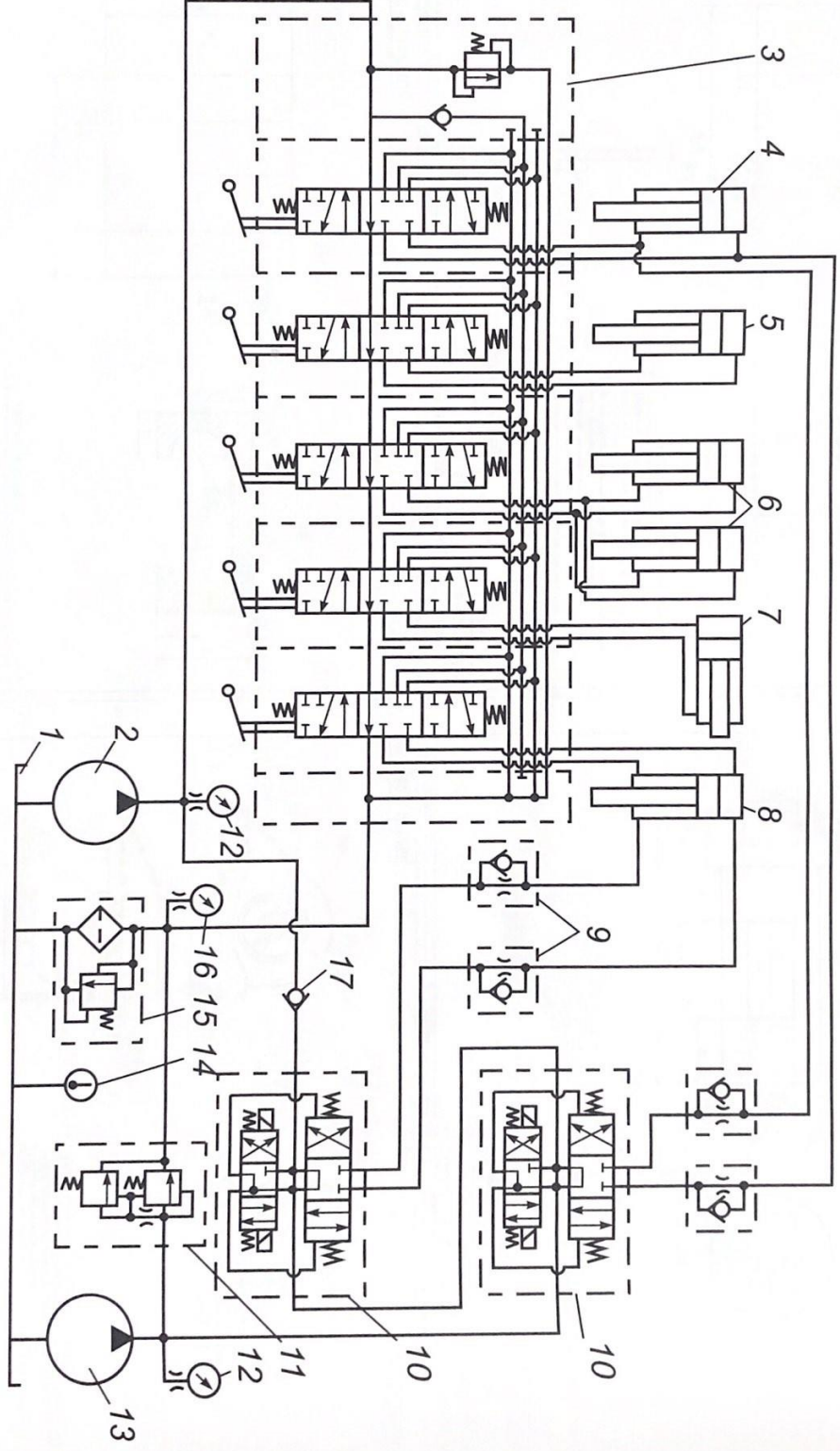
ДРПТМ.15.24.00.000.В0	
Автомобиль пневмоподвеской	
Код	6250 I : 10
Код	Корпуса ТТ



**Технические требования**

1. Размеры для справок.
2. Поверхный круг после обработки должен свободно без заеданий вращаться по направлению.
3. Грубые поверхности смазывать, подшипники заложить смазкой.
4. Покрытие - ПФ-115, краска, ГОСТ 6465-95.

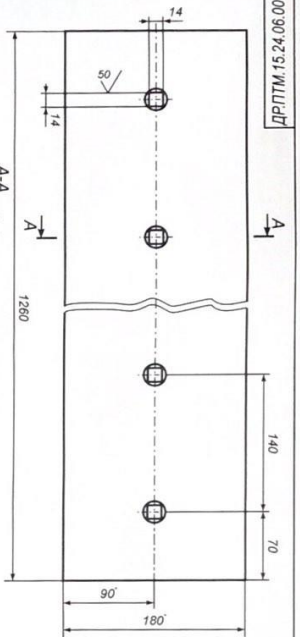
ДРПТМ 15.24.06.000 СБ		Рабочее	
оборудование		И	
2050		1:5	
Копия для К.Литвина		Копия для К.Литвина	
Коробка ТТ		Коробка ТТ	



ДРПТТМ.15.24.00.000.1

Исполнитель	Проверено	Согласовано
Составитель	Составитель	Составитель
Инженер	Инженер	Инженер
М.П.	М.П.	М.П.
Гидравлика	Гидравлика	Гидравлика
автоматизация	автоматизация	автоматизация
Составитель	Составитель	Составитель
Инженер	Инженер	Инженер
М.П.	М.П.	М.П.

100 90 72 51 ШИШД



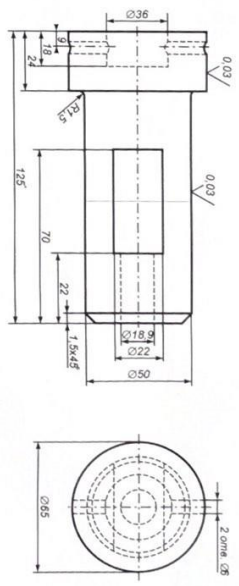
12.5 / (M)

1. Термост, излазаная поверхность не менее НРС45
2. Ососы кромок не более 4 мм
3. Покрытия эмали Пд-115 черная
4. Оснастка механическая пробования и методы испытаний по ГОСТ 25-1285-83
5. Материал: сталь 15Х4С2 для поставки в заготовке чистил. Допускается марганцовый наплавить только на верхний носок в рамке
6. Размеры для справок
7. Невказанные предельные отклонения Н14, Н14, А1Т142

ДРПТМ.15.24.06.001	
Нож	
Сталь: БСГ	ГОСТ 1090-74
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Материал: 15Х4С2	Материал: 15Х4С2
Технические условия: ГОСТ 1090-74	Технические условия: ГОСТ 1090-74
Спецификация: 15Х4С2	Спецификация: 15Х4С2
Состав: БСГ	Состав: БСГ
Марка: БСГ	Марка: БСГ
Сорт: БСГ	Сорт: БСГ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ

12.5 / (M)

800 90 72 51 ШИШД



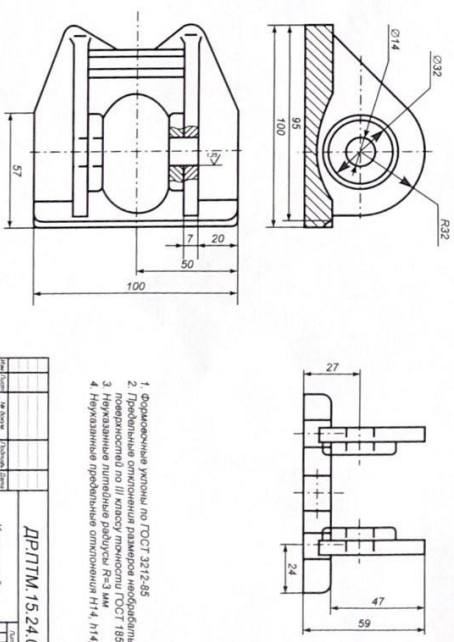
6.5 / (M)

1. Размеры для справок
2. Невказанные предельные отклонения Н14, Н14, А1Т142

ДРПТМ.15.24.06.008	
Выходил	
Сталь: 20	ГОСТ 1090-74
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Материал: 20	Материал: 20
Технические условия: ГОСТ 1090-74	Технические условия: ГОСТ 1090-74
Спецификация: 20	Спецификация: 20
Состав: 20	Состав: 20
Марка: 20	Марка: 20
Сорт: 20	Сорт: 20
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ

12.5 / (M)

600 90 72 51 ШИШД

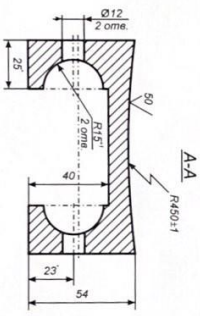
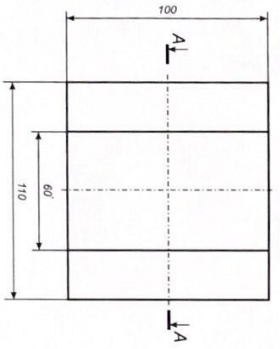


1. Формовочные машины по ГОСТ 3212-85
2. Предельные отклонения размеры необозначены
3. Невказанные предельные отклонения Н14, Н14, А1Т142
4. Невказанные предельные отклонения Н14, Н14, А1Т142

ДРПТМ.15.24.06.009	
Крышки	
Сталь: 20	ГОСТ 1090-74
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Материал: 20	Материал: 20
Технические условия: ГОСТ 1090-74	Технические условия: ГОСТ 1090-74
Спецификация: 20	Спецификация: 20
Состав: 20	Состав: 20
Марка: 20	Марка: 20
Сорт: 20	Сорт: 20
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ

12.5 / (M)

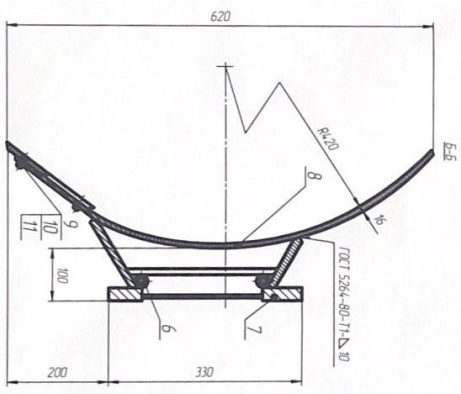
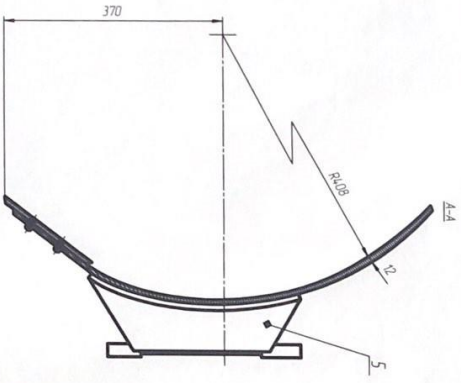
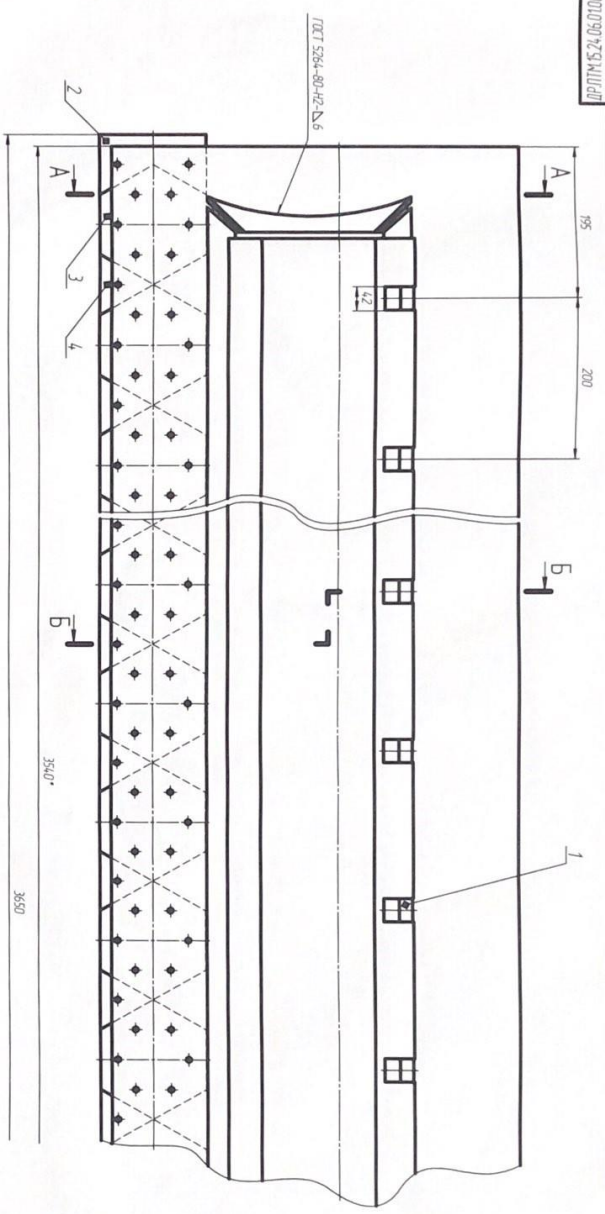
100 90 72 51 ШИШД



1. Размеры для справок
2. Невказанные предельные отклонения Н14, Н14, А1Т142

ДРПТМ.15.24.06.007	
Лопух	
Сталь: БСГ	ГОСТ 1090-74
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Материал: БСГ	Материал: БСГ
Технические условия: ГОСТ 1090-74	Технические условия: ГОСТ 1090-74
Спецификация: БСГ	Спецификация: БСГ
Состав: БСГ	Состав: БСГ
Марка: БСГ	Марка: БСГ
Сорт: БСГ	Сорт: БСГ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ
Классификация: КДРПТМ	Классификация: КДРПТМ

12.5 / (M)



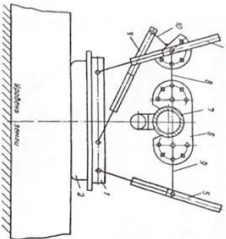
- 1 Размеры для справок.
- 2 Нецелые значения металлоконструкций должны использоваться из стали марки 08Х2 по ГОСТ 9281-73 и ГОСТ 9282-73.
- 3 Болтовые соединения должны использоваться из стали марки ВК-5 по ГОСТ 985-71.
- 4 Для опор в зоне пролетах или прогонов применять камень или из 10%.
- 5 Для опор использовать не менее 4 шт. от стержней иди и не менее 4 шт. от стержней.

ДП.ПТМ.15.24.06.01.000.СБ	
Исполнитель	Омьдан
Проверенный	(подпись)
Утвержденный	(подпись)
Дата	15
Масштаб	1:3000
Лист	15
Кол-во листов	15
Итого листов	15

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВОЙ РАМОЙ  
АВТОГРЕЙДЕРА

SU 191424

Автор: В.А. Курьянов

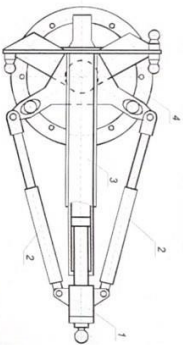


1 - тяговая рама; 2 - опора; 3 - шаровой цапный выносок рамы; 4 и 5 - опорные подшипники подпятника и шарнира; 6 - кронштейн; 7 - хребтовая балка рамы; 8, 9 и 10 - рычаги.

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОГРЕЙДЕРА

SU 180163

Автор: В.Ф. Иванов, А.М. Попов, С.В. Соколов, Ю.П. Шаламов, Д.Г. Петрищев

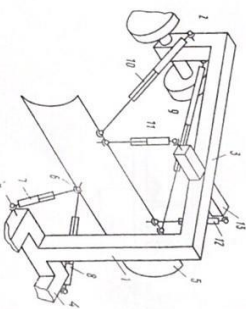


1 - головная часть тяговой рамы; 2 - гидродвигатель; 3 - задняя часть тяговой рамы; 4 - поворотный круг.

АВТОГРЕЙДЕР

SU 1701837

Автор: В.Ф. Иванов, Д.Г. Петрищев, С.В. Соколов, А.А. Маслов, А.М. Попов, Ю.П. Шаламов

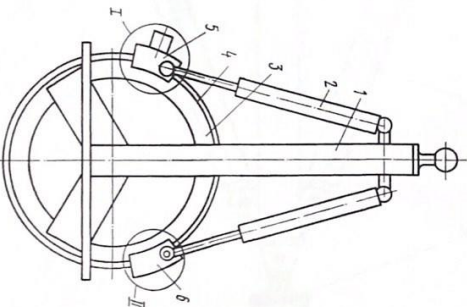


1 - рама; 2 - отстойник; 3 - хребтовая балка; 4 - подпоясочная часть; 5 - отвал; 6 - общий шарнир; 7 и 8 - гидродвигатели изменения угла резания; 9 и 10 - гидродвигатели изменения углового положения отвала; 11 и 12 - гидродвигатели подъема и опускания отвала; 13 - кронштейн; 14 - универсальный шарнир.

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОГРЕЙДЕРА

RU 2052028

Автор: В.Ф. Иванов, А.М. Попов, Д.Г. Петрищев, Ю.П. Шаламов

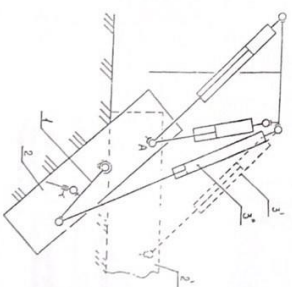


1 - тяговая рама; 2 - гидродвигатель; 3 - поворотный круг; 4 - упругое подпятло; 5 - механизм натяжения подпятла; 6 - механизм регулирования силы натяжения.

АВТОГРЕЙДЕР СОЛОВЬЯНОВА С.В.

SU 1808925

Автор: С.В. Соловьянов, Д.Г. Петрищев, В.Ф. Иванов



1 - удлинительный механизм; 2 - рычаги опоры; 3 - гидродвигатель изменения наклона.

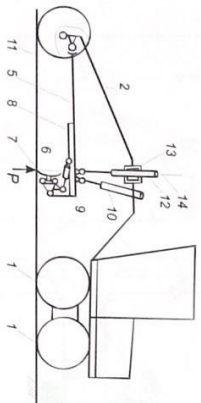
Дипломная работа  
Модернизация легкого двухосного  
автомобилей

Автор: Е.А. Еремеев  
58071300 ТТ-15-1Р  
Кафедра Транспортной механики

АВТОГРЕЙДЕР

RU 2036277

Автор: Г.А. Жуков, А.Г. Савельев, Е.М. Хрошин



1 - колесные движители; 2 - хребтовая балка; 3 - подпоясочная рама; 4 - двигательная часть; 5 - тяговая рама; 6 - отвал; 7 - режущая кромка; 8 - поворотный круг; 9 - гидродвигатель механизма изменения угла резания отвала; 10 - гидродвигатель выноса тяговой рамы; 11 - опорная плоскость автогрейдера; 12 - гидродвигатель подъема и опускания отвала; 13 - хомут; 14 - плоскость образования провалымашины осами гидродвигателей подпятка и опускания отвала.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВУНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу  
(наименование вида работы)  
Елемес Гүлсім Есболатқызы  
(Ф.И.О. обучающегося)  
5B071300- Транспорт, транспортная техника и технологии  
(шифр и наименование специальности)

На тему: Модернизация легкого двухосного автогрейдера

Выполнено:

- а) графическая часть на 6 листах  
б) пояснительная записка на 48 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По рецензируемой работе имеются следующие замечания:

1. Не все таблицы имеют нумерацию и заголовки.  
2. Графическая часть должна быть оформлена по ГОСТу.

Оценка работы

Несмотря на замечание, полагаю, что дипломная работа заслуживает  
оценки «отлично» (90 баллов), а ее автор, Елемес Гүлсім Есболатқызы,  
заслуживает присвоения квалификации бакалавра по специальности  
5B071300-«Транспорт, транспортная техника и технологии»

Рецензент

К.т.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

А.М. Кекильбаев  
(подпись) Ф.И.О.

подпись 17 мая 2019 г.  
Начальник ОУП

Ф КазНИТУ 704-22. Рецензия



**Отзыв научного руководителя**

*Дипломная работа*

(вид работы)

*Елемес Гүлсім Есболатқызы*

(ф.и.о. студента)

*5B071300-Транспорт, транспортная техника и технологии*

(шифр и наименование специальности)

**Тема:** *Модернизация легкого двухосного автогрейдера*

*Елемес Гүлсім Есболатқызы, в процессе выполнения дипломной работы в полной мере использовала знания, полученные в университете. Работа выполнена в соответствии с заданием кафедры.*

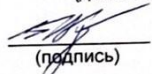
*В работе необходимые расчеты были выполнены в полном объеме, все чертежи выполнены в соответствии с требованиями ГОСТа. Кроме того, были проведены и обследованы патентные поиски легкого двухосного автогрейдера. Предлагаемая конструкция повысит эффективность работы. Были сделаны все необходимые расчеты.*

*Представленная на защиту дипломная работа показывает уровень подготовки автора Г.Е. Елемес. В связи с этим Елемес Г.Е. заслуживает присвоение академической степени «бакалавр» по специальности 5B071300-«Транспорт, транспортная техника и технологии» и ее работу можно рекомендовать к публичной защите.*

**Научный руководитель**

Кандидат технических наук, сениор-лектор

(должность, научная степень)



(подпись)

Б.М. Кульгильдинов

Ф. И.О.

«16» мая 2019г.



## Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	Елемес Г.docx
Автор:	Елемес Гүлсім Есболатқызы
Координатор:	Бахтияр Кульгильдинов
Дата отчета:	2019-05-08 07:14:42
Коэффициент подобия № 1: ?	<b>0,1%</b>
Коэффициент подобия № 2: ?	<b>0,0%</b>
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	7 454
Число знаков:	57 836
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	1



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 625

- Самые длинные фрагменты, определены, как подобные
- Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

## Детали отчета подобия

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены красным цветом.  
Фрагменты, найденные в интернете отмечены в зеленый .