

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

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

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Транспортная техника»

Ешпанов Арман Маратбекович

Разработка конструкции навесного уплотняющего органа

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5B071300 – 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
«21» 05 2019г. Машеков С.А.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработка конструкции навесного уплотняющего органа»

по специальности: 5В071300 - Транспорт, транспортная техника и технологии

Выполнил

Ешпанов А.М.

Рецензент

Кандидат технических наук
«21» 05 2019г. Кекилбаев А.М.

Научный руководитель

Кандидат технических наук
«17» 05 2019г. Кульгильдинов Б.М.

«21» 05 2019г.
ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОУП



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

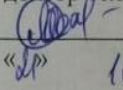
Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И.Сатпаева

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.
«11» 11 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Ешпанову Арману Маратбековичу

Тема: Разработка конструкции навесного уплотняющего органа

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

Срок сдачи законченной работы «17» мая 2019г.

Исходные данные к дипломной работе: Существующая конструкция навесного уплотняющего органа

Краткое содержание дипломной работы:

- а) обоснование темы дипломного проекта
- б) патентно-технический обзор и анализ уплотняющего оборудования
- в) описание конструкции
- г) разработка и расчет навесного уплотняющего оборудования

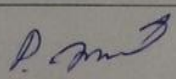
Перечень графического материала: навесное уплотняющее рабочее оборудование – 1 лист формата А1, погрузчик с навесным уплотняющим рабочим оборудованием – 1 лист формата А1, валец полиуретановый – 1 лист формата А1, детализовка – 1 лист формата А1, редуктор – 1 лист формата А1, патентный лист -1 лист формата А1.

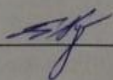
Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований

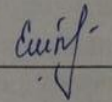
ГРАФИК
подготовки дипломной работы

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	17.05.19	
Специальная часть	Б.М. Кульгильдинов, к.т.н	17.05.19	
Нормоконтролер	Р.А. Козбагаров, к.т.н., доцент	20.05.19г	

Научный руководитель  Кульгильдинов Б.М.

Задание принял к исполнению обучающийся  Ешпанов А.М.

Дата

" 17 " ноября 2018 г.

АННОТАЦИЯ

В создании материально-технической базы значительная роль отводится подъемно-транспортному и строительно-дорожному машиностроению, перед которым поставлена задача широкого внедрения во всех областях промышленности комплексной механизации и автоматизации рабочих процессов, ликвидации ручных погрузочно-разгрузочных работ исключения тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных производственных процессов.

Основой технического прогресса в дорожном строительстве является завершение комплексной механизации всех работ, переход от комплексной механизации отдельных видов работ к комплексной механизации процессов сооружения объекта, к автоматизации работы машины

Машины непрерывно совершенствуются. Освоен и внедряется новый вид машин – с автоматическим регулированием рабочего органа, обеспечивающих значительное увеличение производительности при высоком качестве труда на этих машинах.

Эффективное использование средств механизации в дорожном строительстве в значительной мере зависит от технической подготовленности персонала, обслуживающих машины и оборудование. Под эффективным использованием средств механизации, в первую очередь, понимается достижение максимальной производительности при высоких экономических показателях и высоком качестве работ. Достижение высоких показателей может быть обеспечено организационными и техническими мероприятиями: целесообразным подбором машин и оборудования для выполнения конкретных работ, выбором рациональных схем работы машины и оборудования, применением вспомогательных устройств и приспособлений. Дипломная работа состоит из расчетно-пояснительной записки, выполненной на формате А4 в количестве 65 страниц; графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

АНДАТПА

Материалдық-техникалық базаны құруда көтерме-көліктік және құрылыс-жол машина жасауына елеулі рөл беріледі, оның алдына өнеркәсіптің барлық салаларында кешенді механикаландыруды және жұмыс процестерін автоматтандыруды кеңінен енгізу, қол тиеу-түсіру жұмыстарын жою Негізгі және қосалқы өндірістік процестерді орындау кезінде ауыр қол еңбегін алып тастау міндеті қойылған.

Жол құрылысындағы техникалық прогрестің негізі барлық жұмыстарды кешенді механикаландыруды аяқтау, жекелеген жұмыс түрлерін кешенді механикаландырудан объектіні салу процестерін кешенді механикаландыруға, машина жұмысын автоматтандыруға көшу болып табылады.

Машиналар үздіксіз жетілдіріледі. Осы машиналарда жоғары еңбек сапасы кезінде өнімділіктің едәуір ұлғаюын қамтамасыз ететін жұмыс органын автоматты реттей отырып, машиналардың жаңа түрі игеріліп, енгізілуде.

Жол құрылысында механикаландыру құралдарын тиімді пайдалану едәуір дәрежеде машиналар мен жабдықтарға қызмет көрсететін персоналдың техникалық дайындығына байланысты. Механизация құралдарын тиімді пайдалану деп, бірінші кезекте, жоғары экономикалық көрсеткіштер мен жұмыстың жоғары сапасы кезінде ең жоғары өнімділікке қол жеткізу түсініледі. Жоғары көрсеткіштерге қол жеткізу ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралармен қамтамасыз етілуі мүмкін: нақты жұмыстарды орындау үшін машиналар мен жабдықтарды орынды таңдау, машиналар мен жабдықтар жұмысының ұтымды сызбаларын таңдау, қосалқы құрылғылар мен құрылғыларды қолдану. Дипломдық жұмыс А4 форматында 65 беттен, А1 форматындағы 6 парақтарда орындалған графикалық бөлімнен тұрады.

ANNOTATION

In the creation of the material and technical base, a significant role is given to lifting and transport and construction and road engineering, which is tasked with the widespread introduction in all areas of industry of complex mechanization and automation of working processes, the elimination of manual loading and unloading of the exclusion of heavy manual labor in the performance of basic and auxiliary production processes.

The basis of technical progress in road construction is the completion of complex mechanization of all works, the transition from complex mechanization of certain types of work to complex mechanization of the processes of construction of the object, to the automation of the machine

The machine is constantly being developed. A new type of machines has been mastered and introduced – with automatic control of the working body, providing a significant increase in productivity with high quality of work on these machines.

The effective use of mechanization in road construction largely depends on the technical training of personnel servicing machinery and equipment. Effective use of mechanization means, first of all, means achievement of the maximum productivity at high economic indicators and high quality of works. The achievement of high performance can be provided by organizational and technical measures: the appropriate selection of machinery and equipment for specific work, the choice of rational schemes of operation of machinery and equipment, the use of auxiliary devices and devices. The thesis consists of a settlement and explanatory note made on A4 format in the amount of 65 pages; graphic part made on 6 sheets of A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Обоснование темы дипломного проекта	11
1.1 Современные способы, техника и технологии процесса уплотнения	11
1.2 Патентно-технический обзор и анализ уплотняющего оборудования	20
2 Описание конструкции	40
2.1 Описание конструкции уплотняющего рабочего оборудования	40
2.2 Техническая характеристика уплотняющего рабочего оборудования	40
2.3 Описание и техническая характеристика базовой машины	41
3. Разработка и расчет навесного уплотняющего оборудования	43
3.1 Расчет параметров уплотняющего рабочего оборудования	43
3.2 Расчет редуктора	50
3.3 Расчет стрелы погрузчика	52
3.4 Расчет гидроцилиндров стрелы	55
3.5 Тяговый расчет	57
3.6 Расчет производительности	58
Заключение	59
Список использованной литературы	60
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ

Нет особой нужды доказывать техническую и экономическую важность и потребность высококачественного уплотнения дорожно-строительных материалов при строительстве, реконструкции или ремонте покрытий автомобильных дорог и высокоскоростных магистралей, технические требования к которым очень высоки.

Обязательное уплотнение грунта, щебня и асфальтобетона в дорожной отрасли является не только составной частью технологического процесса устройства земляного полотна, основания и покрытия, но и служит фактически главной операцией по обеспечению их прочности, устойчивости и долговечности.

Одними из важнейших условий строительства дорог является долговечность покрытия и сохранение его несущих свойств на протяжении длительного срока.

Соблюдение этих условий строительным организациям можно достичь благодаря применению современной, высокоэффективной техники, которая обеспечивает качественное строительство дорожного полотна и его уплотнение.

Уплотнение является завершающей операцией по строительству дорожного полотна, и качество ее проведения будет впоследствии определять безубыточность строительства.

Современная техника становится не только дороже из года в год, но и больше по массе и габаритам, так как предприятия ее выпускающие, для того, чтобы успеть за темпами строительства дорог, не изменяя технологию процесса уплотнения, просто увеличивают размеры и массу уплотняющего оборудования, чтобы оно давало большую производительность. Это становится крайне невыгодно строительным организациям, так как происходит увеличение финансовых затрат на транспортирование, содержание и эксплуатацию такой техники. Поэтому одной из основных проблем является создание оборудования, которое, не взвинчивая финансовые вложения позволит обеспечить решение задач по созданию высококачественного уплотненного дорожного полотна при нарастающих запросах строительства и ремонта дорог. Именно в направлении увеличения прочности и долговечности дорог работают все фирмы и предприятия, которые пытаются зарекомендовать себя, применяя дорогостоящие материалы и усложняя технологию уплотнения. Однако все эти методы, по-прежнему, оказываются слабо эффективными в области качества, не

обеспечивая требуемой степени уплотнения. Для проведения работ по уплотнению на стройплощадках приходится формировать целый отряд уплотняющей техники, состоящий из нескольких типоразмеров катков, в то время как уплотняющее оборудование можно выполнить навесным на технику, работающую круглый год на строительстве дорог и строительных площадок.

Одним из вариантов такого оборудования является навесное сменное уплотняющее оборудование с изменяющимся воздействием на материал, которое позволит уплотнять дорожно-строительные материалы уже имеющейся техникой, без приобретения дополнительных машин.

Существующий парк уплотняющих машин – это тяжелая, энергоемкая техника, требующая огромных затрат на свое содержание. При этом принципы ее работы в процессе уплотнения остаются такими же, как и в 70-80 годы XX века. Основную номенклатуру машин для уплотнения грунтов составляют одно- и двухвальцовые вибрационные самоходные катки, применяемые при сменном объеме работ более 1500 м² и толщине уплотняемого слоя более 0,3 м.

Все производители «грунтовых» вибрационных катков, которые конкурируют на мировом рынке строительной и дорожной техники, активно используют появляющиеся достижения и новинки, позволяющие достичь максимальной степени уплотнения дорожно-строительных материалов.

Проблема уплотнения весьма разносторонняя и связана с решением комплекса важных вопросов: эксплуатационная надежность и долговечность покрытий, совершенствование существующих и разработка перспективных конструкций уплотняющего оборудования, организация и технология строительства покрытий, эффективность использования уплотняющего оборудования.

Затраты на производство работ по уплотнению составляют всего 0,8-1,3% от стоимости строительства, однако даже небольшие отклонения от требуемого качества приводят к существенному снижению всех эксплуатационных показателей, главным образом срока службы. Именно в процессе уплотнения материалы и асфальтобетонные смеси приобретают заданные свойства, определяющие срок службы покрытия. Сохранение качества процесса уплотнения при измененных условиях уплотнения является обязательным условием работы создаваемого уплотняющего оборудования.

Представленная дипломная работа направлена на создание сменного навесного уплотняющего оборудования, которое можно навешивать на различные дорожно-строительные машины и обеспечить снижение как материальных, так и энергетических затрат в технологии и в рабочем процессе уплотнения.

1 Обоснование темы дипломного проекта

1.1 Современные способы, техника и технологии процесса уплотнения

В мире существует несколько традиционных способов воздействия на материал, с целью его уплотнения. Это укатка, являющаяся самым распространенным и простым способом уплотнения, трамбование, применяемое в основном для уплотнения асфальтобетонных и цементобетонных покрытий, вибрация, нашедшая широкое использование не только в дорожном строительстве, но и при устройстве взлетно-посадочных полос и в ручных механизированных работах по ремонту покрытий, а также комплексное воздействие, то есть сочетание вышеперечисленных, обычно двух методов уплотнения. Классифицируя уплотнение по силовому воздействию на материал его можно разделить на статическое и динамическое.

Укатка заключается в перекатывании цилиндрических рабочих органов определенной формы и массы, в частности вальцов или колес, по уплотняемой поверхности. В результате перекатывания в зоне контакта создается давление рабочего органа на поверхность под действием силы тяжести машины и соответствующее ему пятно контакта с уплотняемым материалом. Давление вызывает напряжения в уплотняемом материале, которое приводит к его деформации. При этом окончательная, необратимая деформация и порождает собой необходимый эффект уплотнения. Дальнейшее увеличение плотности материала может быть достигнуто лишь увеличением нагрузки на валец с увеличением размеров самого вальца. Однако такой простой метод в условиях современности требует машин огромных размеров для уплотнения более глубоких слоев и увеличенной

ширины полосы уплотнения, большего числа проходов по одному следу для небольших машин, в результате ни первое, ни второе условия становятся не выгодными организациям - строителям, прежде всего, с финансовой стороны.

Это не выгодно и эксплуатирующим организациям, так как происходит увеличение времени на производство работ. Наиболее распространенными машинами, в основе которых лежит принцип укатки, как один из способов уплотнения, являются гладковальцовые катки, катки с решетчатыми, кулачковыми и ребристыми вальцами, и пневмошинные катки.

Катки статического действия (рисунок 1.1) благодаря их простоте составляют основу парка уплотняющих машин (60%), и завершение процесса уплотнения чаще всего производится именно такими катками.

К существенным недостаткам гладковальцовых катков относится небольшая глубина проработки материала, ограниченная весом машины и опорной площадью вальца. Для преодоления остаточных деформаций и увеличения степени уплотнения удельное давление на материал приходится постепенно увеличивать, применяя каток большей массы, то есть применять несколько типоразмеров катков в бригадном комплекте. Типоразмер катка увеличивают постепенно, так как резкое увеличение давления на уплотняемый материал вызывает образование волны перед вальцом, что отрицательно сказывается на качестве уплотнения.



а)



б)

Рисунок 1.1- Статический гладковальцовый каток фирмы Dynapac и каток ДУ47ДМ фирмы «Раскат»

За счет применения различных катков увеличивается время, необходимое для уплотнения асфальтобетонных смесей, в течение которого смесь остывает и теряет свою деформируемость.

Таким образом, переводя технические недостатки в экономическую область, катки статического действия обладают невысокой производительностью при высокой надежности.

Пневмошинные катки (рисунки 1.2 и 1.3) практически лишены таких недостатков, но их применяют при уплотнении материалов с малым сопротивлением. При этом время воздействия такого рабочего оборудования на материал следует немного увеличить. Продолжительность воздействия у пневмошинных катков больше из-за проявления шиной усадочных свойств, что позволяет повысить скорость укатки и снизить число проходов по одному следу.

Возможность регулировки давления шины в таких уплотняющих машинах позволяет изменять контактное воздействие на материал от прохода к проходу. К недостаткам пневмошинных катков следует отнести невысокую ровность поверхности после укатки, которую обычно устраняют, применяя регулируемое воздействие на материал в процессе уплотнения. В результате пневмошинные катки являются первой машиной с возможностью регулирования силового воздействия на материал в ходе уплотнения. Это качество пневмошинных катков следует учесть в дальнейших исследованиях уплотняющего рабочего оборудования. Однако такое воздействие заключается лишь в автоматическом увеличении давления в шинах в зависимости от числа проходов катка по одному следу и толщины укатываемого слоя.

Решетчатые, перфорированные (рисунок 1.4), кулачковые (рисунки 1.5, 1.6, 1.7 и 1.8) и ребристые (рисунок 1.9) уплотняющие рабочие органы применяются для уплотнения на больших слоях покрытий, поэтому их можно встретить на работах по уплотнению гравийных, скальных и грубоскальных настилов для прокладывания автомобильных дорог.



а)



б)

Рисунок 1.2 - Единственный в мире пневмошинный вибрационный каток GW750 фирмы «Sakai» (а) и каток ДУ-100 фирмы «Раскат» (б)

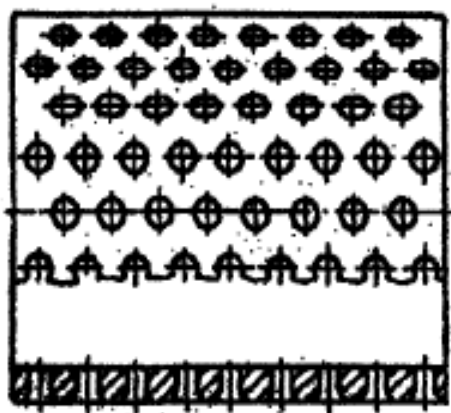


а)



б)

Рисунок 1.3 - Пневмошинные катки фирм Дунарас (а) и Vibromax (б)



а)



б)

Рисунок 1.4- Перфорированный валец (а) и прицепной решетчатый каток весом 25 т (б)

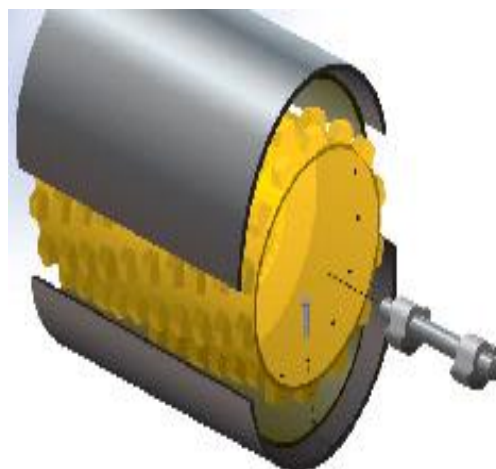


Рисунок 1.5 - Самоходный дорожный каток с вариантами трансформации гладковальцового катка в кулачковый и наоборот

Кулачковые катки могут иметь кулачковые вальцы вместо ведущих колес (рисунок 1.6), иметь цельный валец-барабан, на котором монтируются кулачки различной формы и рисунка их расположения (рисунок 1.7), а могут иметь уплотняющий валец, собранный из кулачковых дисков-сегментов (рисунок 1.8).

При уплотнении таким вальцом сегменты позволяют накапливаться материалу внутри вальца и затем распределяться по укатываемой поверхности при проникновении сегмента глубоко в грунт, тогда как обыкновенный кулачковый каток может проникать в грунт только на высоту

кулачка до барабана (рисунок 1.8,б). Благодаря такой уникальной особенности уплотнения исключается возможность образования неуплотненных участков (провалов, пустот), что существенно повышает качество в процессе эксплуатации построенных дорог.



Рисунок 1.6 - Ведущий кулачковый валец дорожного катка



а)



б)

Рисунок 1.7 - Самоходный каток с кулачковым вибровальцем фирмы "Dresser" (а) и кулачковый каток фирмы «Ingersoll-Rand» (б), (США)



Рисунок 1.8 - Кулачковый сегментный каток TEREX CM1 3-35C

Конструкторская мысль ведущих мировых машиностроительных компаний движется навстречу самым разным и постоянно растущим запросам потребителя. Фирма Bomag (Германия) создала оригинальный крупный ребристый виброкаток BW225 D-3 BVC с многогранной поверхностью вальца (рисунок 1.9). Валец имеет три сваренных в единый широкий валец восьмисегментных или восьмигранных кольца, которые смещены (повернуты) относительно друг друга на половину длины одного сегмента. В результате на вальце катка находится 24 ровных (плоских) площадки с гранями. При качении такого вальца статические и динамические воздействия на грунт передаются площадками и гранями.

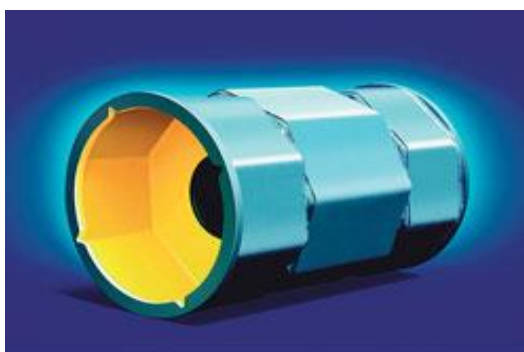


Рисунок 1.9 - Ребристый валец виброкатка BW225 D-3 BVC фирмы Bomag

В связи с новинкой фирмы Bomag полезно вспомнить Российский прицепной каток ДМ-7 ударного действия с некруглыми вальцами (рисунок 1.10), который при перекаtywании с грани на грань опрокидывается на большую плоскую площадку, производя всей своей массой ударное нагружение грунта с хорошим результатом уплотнения. Во время работы, вальцы перекаtywаются через закругленные выступы и ударяют по

уплотняемой поверхности криволинейными сторонами. Энергия удара вальцов такого типа зависит от массы вальцов, перепада высот и скорости движения. Это первый дорожный каток, совмещающий укатку и трамбование.



Рисунок 1.10 - Прицепной ударный каток ДМ-7 с некруглыми вальцами

Важнейшим требованием, обеспечивающим стабильность во времени земляного полотна автомобильных дорог, а значит, и всей дороги, является обеспечение необходимой степени уплотнения грунтов в земляном полотне. Ее величина равна отношению плотности в насыпи к максимальной плотности при стандартном уплотнении. Особо высокие требования плотности грунтов предъявляются к рабочему слою - верхнему уровню земляного полотна. Для уплотнения различных грунтов (песчаных, супесчаных и глинистых) в мировой практике в основном применяют комбинированные вибрационные самоходные катки с одним вибровальцем и двумя пневмоколесами (рисунок 1.11), называемые "грунтовыми" или "вальценцуг".



Рисунок 1.11 - Катки комбинированного действия

Увеличение производительности и глубины проработки материала в таких катках достигается применением различных вибровозбудителей, представляющих собой как простые дебалансы, так и сложные многоамплитудные механизмы (рисунок 1.12).

В простых вибровозбудителях направление вращения и соответственно амплитуда переключаются с рабочего места оператора, а в сложных переключаются вручную с помощью маховика на механизме вибрации, изменяющего угловое положение эксцентриков.

Как правило, для толстых слоев уплотняемого материала используются большие амплитуды с меньшими частотами, для тонких применяются малоамплитудные высокочастотные колебания вальца. К комбинированным каткам относятся и дорожные катки, содержащие одновременно и пневмошинные колеса и гладковальцовый вибровалец (рисунок 1.13). Такие катки применяются, в основном, при уплотнении асфальтобетонных покрытий. В процессе укатки применяются и другие комбинации рабочих органов, но они не отличаются способом уплотнения, а лишь формой движителя (рисунок 1.14).

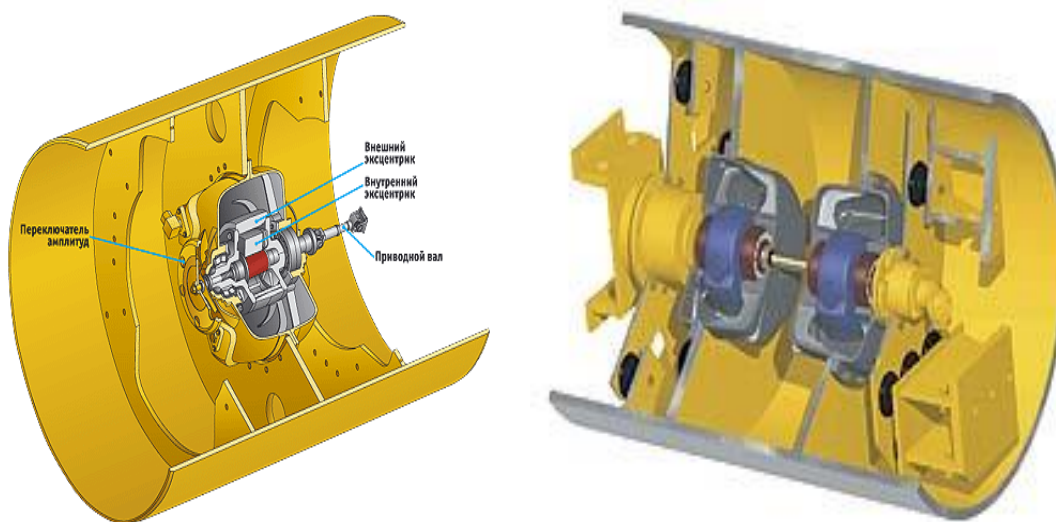


Рисунок 1.12 - Установка многоамплитудных вибровозбудителей фирмы «Caterpillar» внутри вибровальца



Рисунок 1.13 - Комбинированный каток SAKAI TW 502 включающий в себя передний гладковальцовый вибровалец и задние гладкие пневмошины

Семейство виброкатков привлекает внимание не только своими габаритами, внешним видом и весом. Главное их достоинство и особенность состоит в том, что в свои конструкции они впитали прогрессивные идеи и разработки последнего времени в области технологии уплотнения (регулирование уплотняющего воздействия катка, использование низкочастотного и высокочастотного режимов колебаний вальца, дискретная многоамплитудность вибрации, автоматическая настройка частоты колебаний для выбранной амплитуды, увязка рабочей скорости катка с частотой циклов нагружения материала и другое, т.е. все то, что сегодня называют – «умными» или интеллектными катками или вальцами).



Рисунок 1.14 - Самоходный вибрационный каток SAKAI CV550D для уплотнения откосов и других строительных площадок, расположенных под уклоном к горизонту

Следующим способом уплотнения является трамбование, основанное на ударном воздействии рабочего органа на уплотняемый материал. При ударе кинетическая энергия рабочего органа, имеющего определенную скорость, переходит в энергию удара на материал и тем самым вызывает повышение давления в зоне контакта, поэтому здесь важно соблюсти такие параметры рабочего органа, как масса, вес и скорость при ударе, дабы избежать разуплотнения от остаточной энергии в близлежащих зонах. В результате удара частицы смеси сдвигаются и накапливают остаточные деформации. Накопление напряжений в зоне контакта позволяет уплотнять на больших глубинах, однако последующее трамбование, не только из-за массы, веса и скорости рабочего органа, но и из-за превышения максимально допустимого напряжения сжатия, приведет к разупрочнению рядом лежащих участков, в результате о качестве уплотнения и максимальном уплотнении говорить не приходится. Отсутствует регулировка между горизонтальным перемещением машины, площадью трамбуемого штампа и скоростью его воздействия на уплотняемый материал.

Виброуплотнение, то есть воздействие на материал волновой энергии вибрации, применяют преимущественно на несвязных материалах, так как такое воздействие позволяет упорядочить его структуру. Большая доля вибрационного воздействия ложится на вибрационные катки, то есть сочетание вибрации и процесса укатки. Вибрация эффективно влияет на формирование упорядоченной, компактной структуры материала, а сдвигающее усилие и динамическое давление от вальца вызывает необратимые деформации материала. Однако на материалах с низкой сдвиговой прочностью их довольно трудно применять. Кроме этого эффект вибрации вызывает разрушение близ расположенных сооружений, поэтому для вибрационных катков устанавливаются ограничения на дальность их работ от зданий.

Альтернативой вибрационным каткам могут стать виброволновые катки. Виброволновый дорожный каток отличается от вибрационного катка тем, что его рабочий орган не колеблется, а периодически деформируется, что приводит к интенсификации уплотнения дорожно-строительных материалов. В виброволновом вальце вибрация на уплотняемый материал передается через деформируемую поверхность, поэтому он сочетает в себе преимущества вибрационных катков (динамическое воздействие на уплотняемый материал) и пневмоколесных катков (мягкость воздействия на

уплотняемый материал). Это свойство виброволновых катков следует учесть в дальнейших исследованиях.

Оптимального критерия для подбора оборудования, к сожалению, пока не существует, поэтому следует руководствоваться достигаемым эффектом уплотнения, который должен быть приближен к максимальному, и минимальной величиной отношения стоимости проведенных работ к единице уплотненного материала.

Исходя из приведенного обзора существующих методов уплотнения, наиболее перспективным является развитие методов уплотнения, основанных на использовании эффекта комбинации пневмошинных или виброволновых катков и трамбующего оборудования. Это и простота устройства, и экономически выгодная стоимость работ таких устройств, и возможность применения их для уплотнения грунтов и других материалов с различными, изменяющимися в процессе уплотнения характеристиками.

1.2 Патентно-технический обзор и анализ уплотняющего оборудования

Исследование процесса уплотнения с самого начала его развития идет в различных направлениях. Рассмотрим основные из них. Это возможность плавного регулирования величины контактного давления в зоне взаимодействия с материалом от прохода к проходу для приведения его к величине предела прочности уплотняемого материала, что при возможности выполнения этих работ одним катком приведет к сокращению типоразмеров катков в одном отряде. Вторым направлением совершенствования процесса уплотнения является использование сочетания двух методов уплотнения, в частности укатки и трамбования, что позволит увеличить глубину проработки материала и сохранить предполагаемое качество уплотнения, при этом сократив число проходов катка, необходимых для доведения материала до заданной плотности. Третьим вариантом совершенствования процесса уплотнения является создание активного рабочего органа с циклическим ударно-укатывающим действием, который комбинацией многократных воздействий на материал позволяет достичь в уплотняемой среде заданного коэффициента уплотнения. Современной модернизацией всех трех направлений воздействия стало бы установление обратной связи между уплотняемым материалом и рабочим органом, что позволило бы осуществлять контроль процесса уплотнения в ходе изменения параметров уплотняемой среды.

Развитие первого направления вызвано относительно малыми изменениями в конструкциях уже существующей техники, что выгодно для проектировщиков-организаций, занимающихся данным оборудованием. Третий вариант с развитием волновых теорий к концу двухтысячного года

мало учитывал, возникающие в уплотняемом материале при ударно-укатывающем действии напряжения, которые вызывали при одновременном уплотнении одного участка разупрочнение соседних уже уплотненных участков. Поэтому наиболее перспективным осталось направление развития техники, сочетающей в себе два метода уплотнения, в частности укатку и трамбование.

Проведем предметный патентный поиск для выявления аналогов и анализа существующих конструкций комбинированных дорожных катков, сочетающих в себе принцип укатки и трамбования и катков, способных изменять величину контактного давления в зоне соприкосновения с уплотняемым материалом.

Известен каток (а.с. СССР № 1571125), у которого рабочая поверхность вальцов состоит из набора ребер, поперечное сечение которых подобрано таким образом, что позволяет регулировать контактное давление в ходе уплотнения (рисунок 1.15). Основные размеры ребра определяются из следующих условий: в начале процесса уплотнения, когда смесь обладает минимальным реактивным сопротивлением, ребра полностью погружаются в нее всей поверхностью «аедс»; с ростом сопротивления ребра выходят на поверхность, уменьшая при этом опорную площадь контакта. На заключительном этапе она достигает величины «ed». Это позволяет уменьшить опорную поверхность рабочего органа в соответствии с ростом сопротивления в материале. Исходя из таких условий, определяется высота ребра вальца, суммарная ширина ребер на разных этапах уплотнения. Глубина погружения ребер при каждом проходе катка будет зависеть от сопротивления материала деформированию.

Недостатком данного устройства является сложность технического изготовления такого вальца и его позиционирование на начальном этапе уплотнения, а также невозможность теоретического определения рационального расстояния между ребрами и их количество. Данное расстояние можно было определить только методом «экранов», и с использованием полученных данных рассчитывалось количество ребер на вальце.

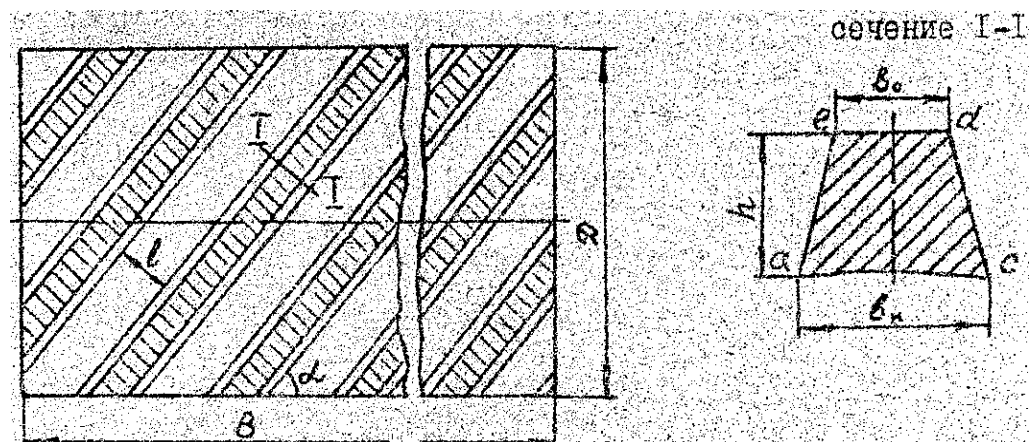


Рисунок 1.15 - Валец (рабочий орган катка) по а.с. СССР № 1571125



Рисунок 1.16 - Каток с ребристым ведомым передним вальцом

Для повышения эффективности работы катков, НИИ «Гидропроект» разработал валец дорожного катка, который состоит из цилиндрической обечайки, покрытой лентой из упругого материала (а.с. СССР № 667625). При необходимости изменения жесткости вальца резиновая лента 2 (рисунок 1.17) сматывается с обечайки 1 (или наматывается) таким образом, что боковые поверхности ее входят друг в друга.

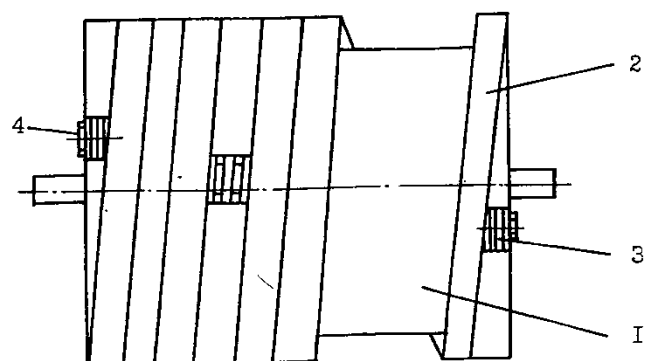


Рисунок 1.17 - Валец по а.с. СССР № 667625

При этом петлевые выпуски 3 закреплены в фиксаторах 4. В результате такого преобразования изменяется жесткость вальца, следовательно, контакт и удельное давление на поверхность уплотняемого материала. Такое выполнение дорожного катка позволяет расширить область его применения для уплотнения различных материалов и сократить число типоразмеров дорожных катков традиционной конструкции. К недостаткам данного устройства можно отнести сложность переналадки с одной величины линейного давления на другую.

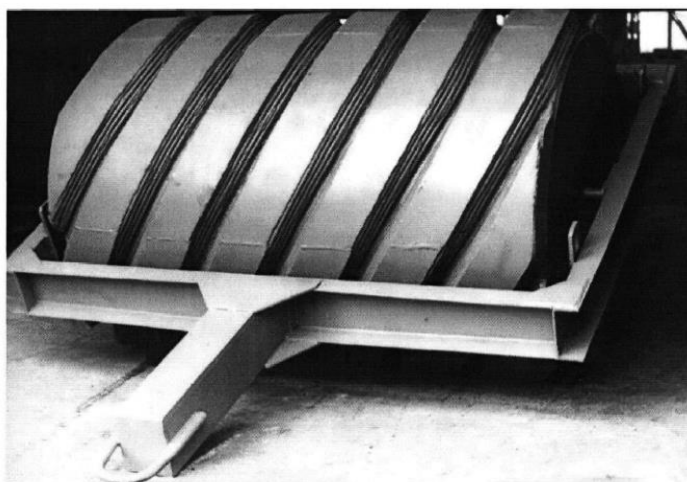


Рисунок 1.18 - Прицепной валец катка покрытый гибкой лентой (металлическим тросом) для изменения жесткости обечайки

Примером быстропереналаживаемого вальца с изменяемой величиной контактного давления за счет изменения радиуса кривизны обечайки является конструкция (а.с. 935569) (рисунок 1.19). Работа вальца осуществляется следующим образом: гидромотор 1 через цепные передачи 2 и 3 приводит во вращение опорные валики 4 и 5, которые, опираясь на внутреннюю поверхность гибкой цилиндрической обечайки 6, катятся по

ней. Вследствие того, что обечайка не проскальзывает по поверхности уплотняемого материала, качение опорных роликов по ее внутренней поверхности сопровождается поступательным перемещением кронштейна 7, а вместе с ним и рамы 8 в целом.

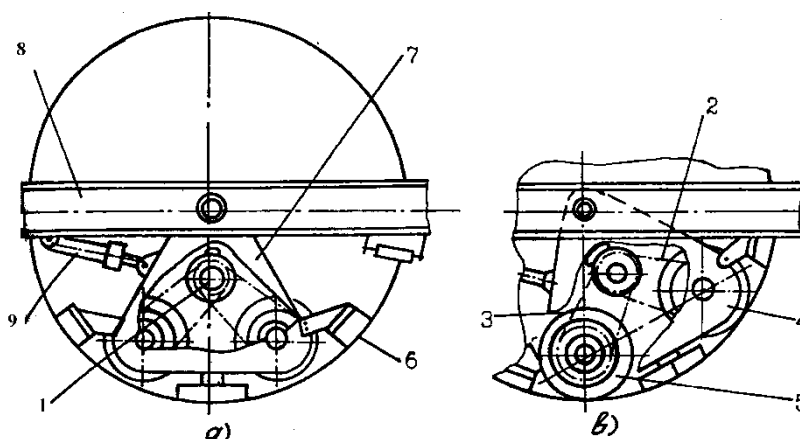


Рисунок 1.19 - Валец по а.с. СССР № 935569

Гидроцилиндр 9, втягиваясь или выдвигаясь, может изменять положение кронштейна 7 относительно поверхности уплотняемого материала, изменяя, таким образом, радиус кривизны обечайки в месте контакта. В положении, когда линия, соединяющая поверхности касания опорных валиков с обечайкой параллельна поверхности уплотняемого материала, контактное давление минимально, а в положении, когда ось одного из валиков расположена на перпендикуляре к поверхности в месте касания – максимально. Начинать уплотнение следует при положении кронштейна (рисунок 1.19,а), а заканчивать – при положении кронштейна (рисунок 1.19,в). Недостатком устройства является нерациональное изменение угла скатывания при переналадке вальца, который должен быть минимальным при работе на рыхлом материале. В рассмотренной конструкции это условие не соблюдается.

Целью изобретения (а.с. СССР №1096330), также является сокращение типоразмеров дорожных катков за счет бесступенчатого изменения величины контактного давления в зависимости от предела прочности обрабатываемого материала. Указанная цель достигается тем, что ведущий валец (рисунок 1.20) имеет обечайку 1 из упругого материала с расположенными в ее полости и контактирующими с внутренней поверхностью опорными роликами 2, оси которых расположены по симметричному замкнутому контуру переменного радиуса кривизны. При работе на рыхлом материале валец установлен как показано на рисунке 1.20, и такому положению соответствует максимальный радиус кривизны, а, следовательно, минимальное давление. Далее, для повышения эффективности уплотнения,

необходимо увеличить давление вальца в зоне контакта – это достигается поворотом его на требуемый угол посредством гидроцилиндра 3.

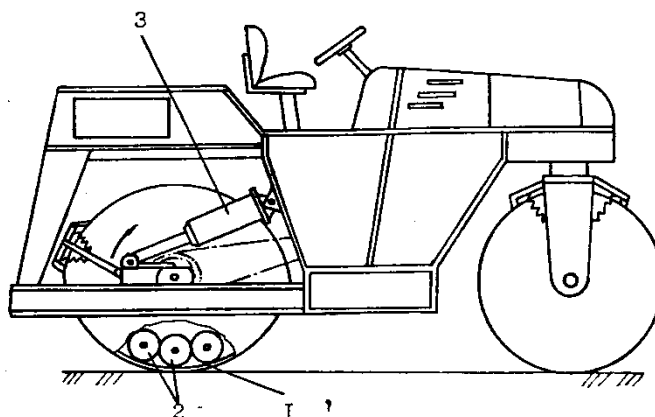


Рисунок 1.20 - Дорожный каток с вальцом переменной радиуса кривизны

Аналогичную цель преследует изобретение (а.с. 723017), в котором изменение контактного давления валцов достигается плавной балластировкой катка, путем перераспределения веса балласта (рисунок 1.21) между тремя вальцами 1,2,3. По мере уплотнения материала возникает необходимость в увеличении удельного давления на вальцах 1 и 2, что осуществляется включением средства 4 для создания вакуума, с помощью которого и создают избыточное давление на шасси и платформу 5.

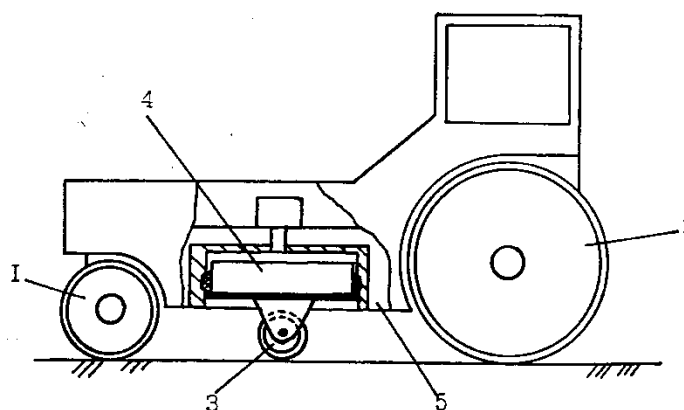


Рисунок 1.21 - Каток с плавной балластировкой

На рисунке 1.22 представлена схема вальца катка с гибкой обечайкой, способной гидроцилиндрами 3 изменять радиус своей кривизны, а, значит, и пятно контакта с уплотняемым материалом (предварительный патент РК

№18131. А.с. на изобретение РК № 51084). Изменение площади контакта вальца с уплотняемым материалом изменяет величину приложенной к нему силы со стороны вальца, зависящую от веса катка, приходящегося на этот валец. Так как масса катка в период уплотнения остается постоянной, то увеличение кривизны обечайки ведет к увеличению пятна контакта и, следовательно, к уменьшению уплотняющего усилия. Уменьшение пятна контакта наоборот, увеличит давление вальца на уплотняемый материал.

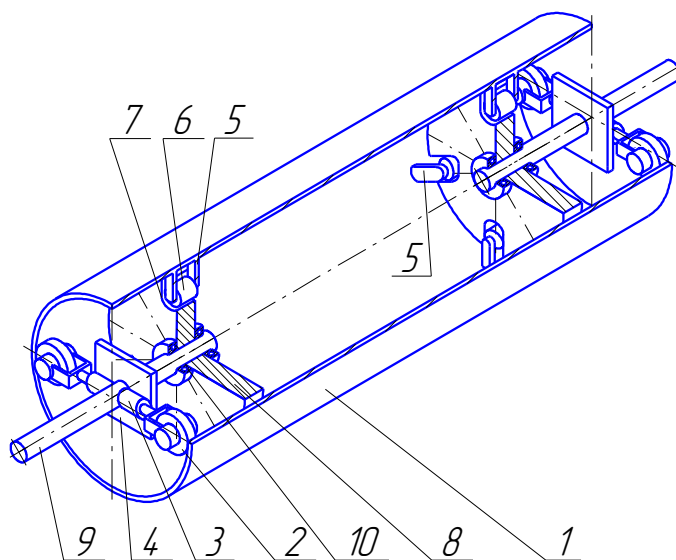


Рисунок 1.22- Схема вальца с гибкой обечайкой по патенту РК № 18131. А.с. на изобретение РК № 51084: 1– обечайка; 2-упорные ролики; 3– гидроцилиндры

Рассмотренные решения позволяют уникальностью своей конструкции сократить номенклатуру дорожных катков, однако при этом они не претендуют на усовершенствование технологии уплотнения дорожно-строительных материалов, мало учитывая изменение свойств уплотняемого материала в процессе уплотнения, не адаптируясь к возможным изменениям в ходе формирования уплотненного слоя. Недостатком данных решений остается большое число проходов по одному следу для достижения заданной плотности.

Одним из путей интенсификации процесса уплотнения при сокращении числа проходов является добавление к статической нагрузке, действующей от вальца на материал, динамической. Динамическая нагрузка имеет, по сравнению со статической, большую энергию и осадка материала под воздействием такой нагрузки резко увеличивается, особенно в начале процесса уплотнения. Одним из решений такого пути является изобретение по патенту США № 4334799, в котором обработка производится как статическим давлением рабочего органа на материал, так и динамическим воздействием. Каток состоит из нескольких дисков 1 (рисунок 1.23), имеющих общую ось 2 и катящихся по уплотняемой поверхности. Между

дисками на осях 3 с возможностью вращения вокруг них установлены штампы 4 с криволинейным профилем 5. При движении катка штампы периодически наносят удары криволинейной поверхностью по материалу, а затем прокатываются по поверхности и дополнительно производят уплотнение верхнего слоя путем статического воздействия.

Недостаток устройства состоит в том, что по окончании удара штамп начинает передвигаться со скольжением по поверхности в направлении движения машины, при этом начиная частичное рыхление уже уплотненного материала в зоне контакта.

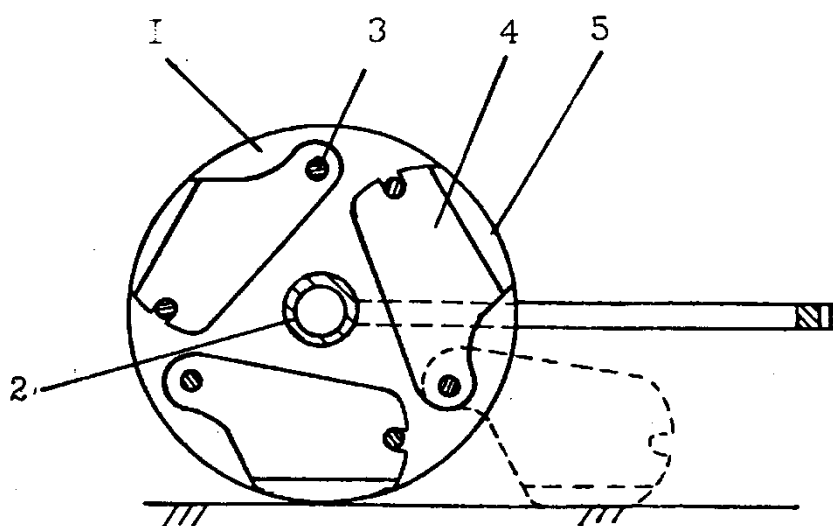


Рисунок 1.23 - Импульсный каток по патенту США № 4334799

Данного недостатка лишено изобретение вальца катка (а.с. СССР №1098987), содержащего барабан с равномерно расположенными по окружности валиками 1 (рисунок 1.24), закрепленными на центральной оси, и обечайку из упругого материала 2. Валики, прокатываясь по внутренней поверхности обечайки, многократно воздействуют на уплотняемый материал, тем самым интенсифицируя процесс уплотнения.

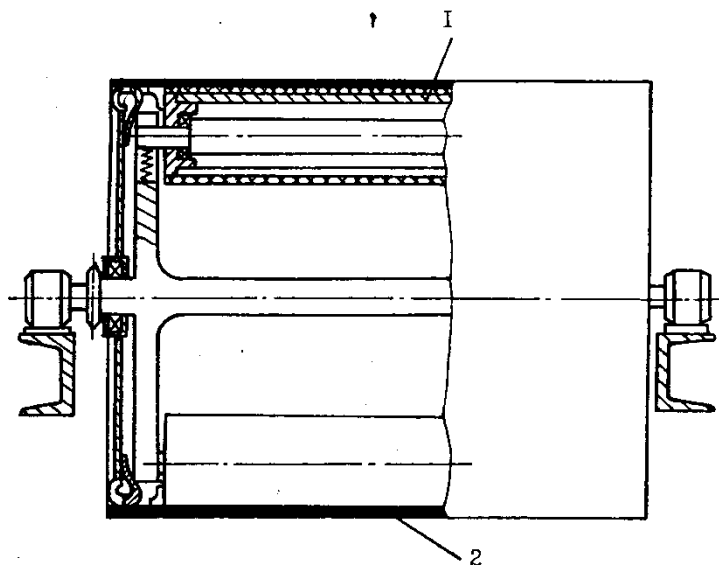


Рисунок 1.24 - Валец с динамическим воздействием на материал
по а.с. СССР № 1098987

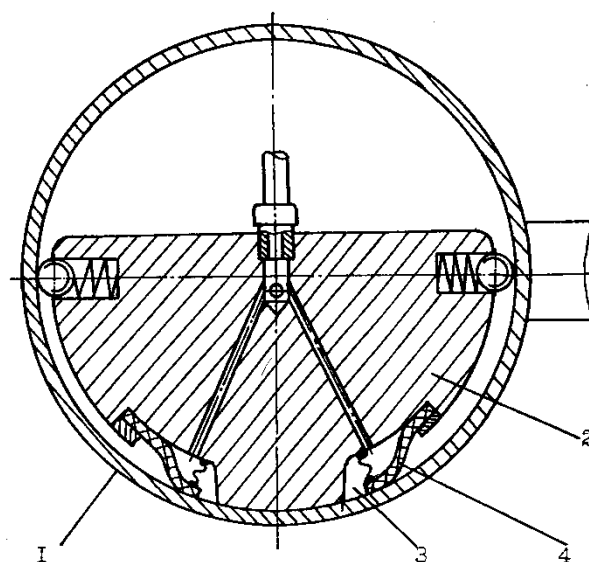


Рисунок 1.25 - Валец вибрационного катка по а.с. СССР № 924216

Валец катка (а.с. СССР № 924216), содержащий цилиндрическую обечайку 1 (рисунок 1.25) с размещенным в ее полости ударным механизмом, сообщенным с источником энергоносителя и имеющим инерционную массу с бойком 2, также работает по принципу совмещения статического и динамического воздействия на материал. При подаче сжатого воздуха в силовую камеру 3 в ней создается избыточное давление, под действием

которого уплотнительная кромка манжеты 4 плотно прижимается к внутренней поверхности обечайки. Создаваемое давление поднимает инерционную массу вверх и, после разгерметизации камеры, она под действием веса падает и наносит удар по поверхности обечайки, а через нее – по уплотняемой среде.

Рассмотренные изобретения дают возможность интенсифицировать процесс уплотнения лишь до определенного предела в силу конструктивных особенностей рабочего органа. При величине усадки материала выше некоторого значения валец будет производить сдвиг верхнего слоя в направлении движения машины ввиду увеличения угла скатывания, образованного данной поверхностью и касательной к окружности вальца в точке контакта его с материалом в первоначальный момент. Таким образом, подобное исполнение рабочих органов уплотняющих устройств дает возможность сократить число проходов лишь до определенного предела, который зависит от толщины слоя и требуемой степени уплотнения.

В дальнейшем для совершенствования процесса уплотнения с целью получения максимального коэффициента уплотнения в состав машины вводятся активный рабочий орган циклического действия, который будет способен многократно воздействовать на материал при непрерывном поступательном перемещении вдоль уплотняемой полосы и иметь возможность адаптации к условиям протекания процесса. Одним из таких технических решений стал дорожный каток (а.с. СССР №1470833), который имеет уплотняющий механизм циклического действия, состоящий из рамы 1 (рисунок 1.26), секций валцов 2 одинакового диаметра, на оси которых шарнирно установлены два звена 3 в виде тяг. Один конец каждого звена соединен с шатуном 4 кривошипно-шатунного механизма шарниром 5, а другой – с соответствующей секцией валцов. Звенья шарнирно соединены с рамой посредством стержней 6. При вращении вала привода 7, секции валцов совершают возвратно-поступательное движение и оказывают многократное воздействие на уплотняемый материал за один проход катка.

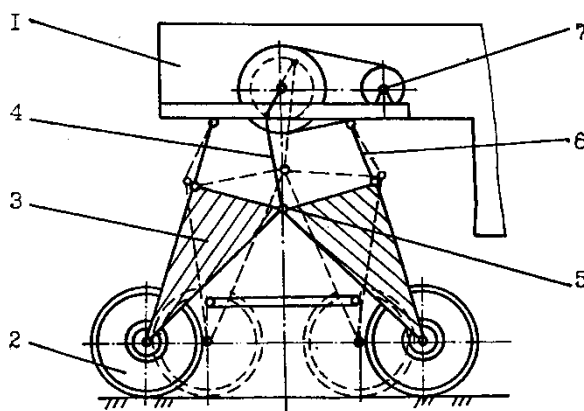


Рисунок 1.26 - Каток циклического действия по а.с. СССР № 1470833

Недостаток данного устройства в том, что возвратно-поступательное движение каждой из секций, при непрерывном перемещении базовой машины, повышает вероятность сдвига материала при каждом цикле работы.

Эта задача решается в конструкции катка (патент Германии №734479), (рисунок 1.27). Рабочий орган выполнен в виде вальцов цилиндрической формы 1, свободно вращающихся на коленчатом валу 2, который имеет принудительное вращение от энергоносителя 3.

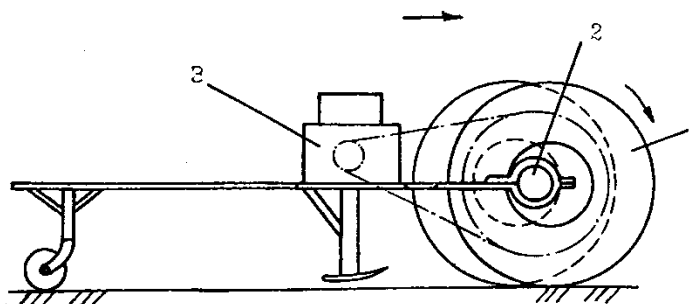


Рисунок 1.27 - Каток по патенту Германии № 734479

Вращение вальцов имеет направление, продиктованное следующим соображением: сдвигающая нагрузка в материале, от действия на него рабочего органа, должна быть направлена в сторону уже уплотненного участка поверхности, который имеет большее сопротивление, чем рыхлый материал неуплотненного участка, расположенного перед рабочим органом при его поступательном движении.

Грунтотрамбующий каток (патент США №29328439) состоит из барабана 1, на внешней цилиндрической поверхности которого на кронштейнах 2 установлены диски 3, каждый из которых свободно вращается на индивидуальной оси 4 (рисунок 1.28). Диски установлены по поверхности барабана в шахматном порядке для того, чтобы не оставалось непроработанных участков материала. При вращении барабана и непрерывном передвижении базовой машины каждый из дисков оказывает ударное и укатывающее воздействие на материал, производя его интенсивное уплотнение.

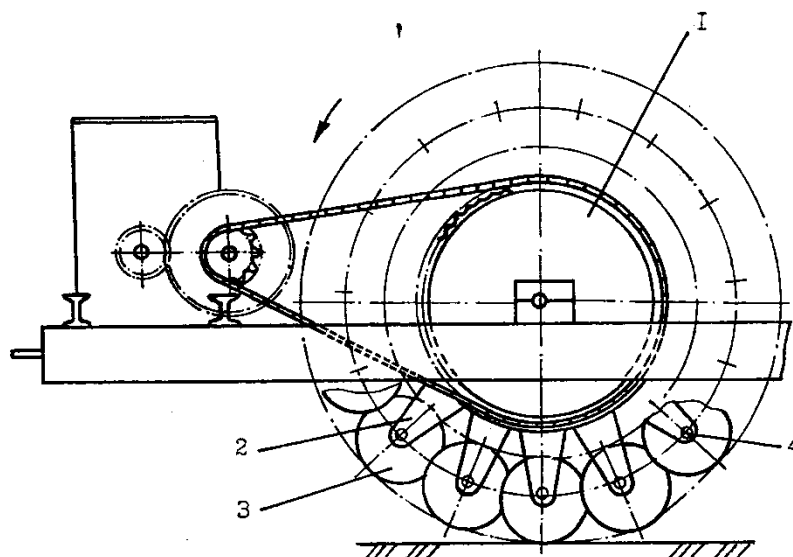


Рисунок 1.28 - Грунтотрамбующий каток по патенту США №29328439

Недостаток рассмотренных конструктивных решений заключается в том, что рабочий орган в каждом из них не имеет возможности переналадки для обработки материалов различного состава и в других условиях.

Частично эту проблему решает изобретение (а.с. СССР № 894063), рисунок 1.29. Здесь механизм содержит установленный на валу ротор 1 с шарнирно смонтированными по его периметру рычагами 2, на концах которых закреплены уплотняющие катки 3. С целью повышения эффективности работы при уплотнении грунта в траншеях под трубопроводы ротор выполнен в виде двух концентричных элементов, наружный из которых имеет механизм поворота, а внутренний жестко закреплен на валу и шарнирно соединен со свободными концами рычагов. Это устройство можно успешно использовать и для целей дорожного строительства при уплотнении грунтов земляного полотна, но не асфальтобетонных смесей, из-за недостаточной глубины укладываемых и уплотняемых слоев.

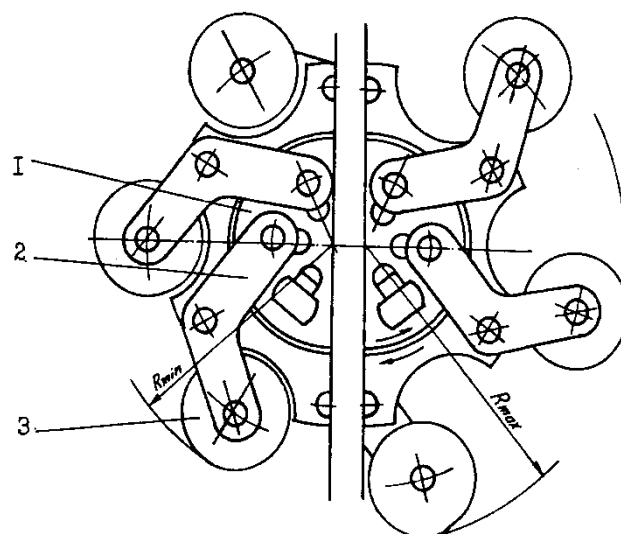


Рисунок 1.29 - Рабочий орган для уплотнения грунта по а.с. СССР № 894063

Трамбовка, как один из методов уплотнения асфальтобетонных смесей, наибольшее распространение получил в рабочих органах асфальтоукладчиков. Рабочий орган современного асфальтоукладчика состоит из трамбуемых или качающихся брусьев (иногда используется прессующие планки) и одной или двух выглаживающих плит (обычного вибрационного действия). Особое внимание при проектировании рабочего органа асфальтоукладчика уделяется его трамбуемой части, поскольку именно она отвечает за большую долю деформаций уплотняемого материала.

По мере уплотнения асфальтобетонной смеси изменяются ее механические свойства, поэтому фирма Pioneer (США) предложила на асфальтоукладчиках использовать для предварительного уплотнения качающийся брус, выполненный в виде рейки с небольшим скосом передней нижней кромки (рисунок 1.30). В процессе уплотнения брус 1 имеет возможность качаться относительно оси 2, вследствие чего изменяется угол воздействия бруса на материал.

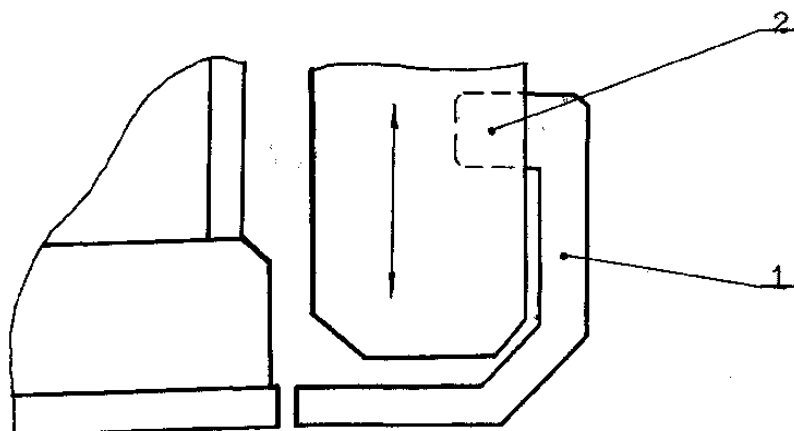


Рисунок 1.30 - Рабочий орган асфальтоукладчика с качающимся брусом

Сравнительно высокую степень уплотнения уложенного асфальтобетона дает рабочий орган, состоящий из двух трамбуемых брусьев и виброплиты (рисунок 1.31).

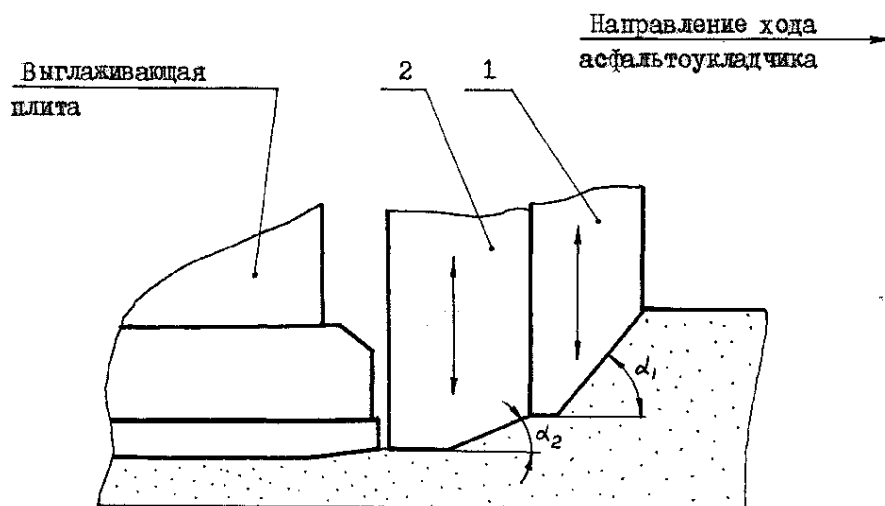


Рисунок 1.31 - Комбинированный рабочий орган асфальтоукладчика

Интенсификация процесса трамбовки идет по следующим направлениям. Регулирование (чаще всего ступенчатое) величины контактного давления уплотняющего рабочего органа на уплотняемый материал для приведения его в соответствие с пределом прочности последнего и совмещение двух методов уплотнения – трамбования и вибрации с целью увеличения глубины проработки материала.

Во «ВНИИстройдормаш» РФ разработан уплотняющий рабочий орган, который с целью повышения эффективности работы состоит из двух секций «А» и «Б» (а.с. СССР №1668519). Секции «А» и «Б» уплотняющей плиты 1 выполнены с выгнутой опорной поверхностью в виде части цилиндра. Части секций соединены между собой жестко (рисунок 1.32). Шарнирное соединение 3 плиты 2 с рамой 4 расположено в ее средней части между генератором колебаний 5 и упругой подвеской в виде горизонтально расположенной рессоры 6. При направлении возмущающей силы генератора 5 вниз, передняя часть уплотняющих плит «А» и «Б» поворачивается также вниз, относительно оси 3, а их задняя часть, перемещается вверх, деформируя упругий элемент 6. При изменении направления возмущающей силы изменяется на обратное и перемещение частей плит.

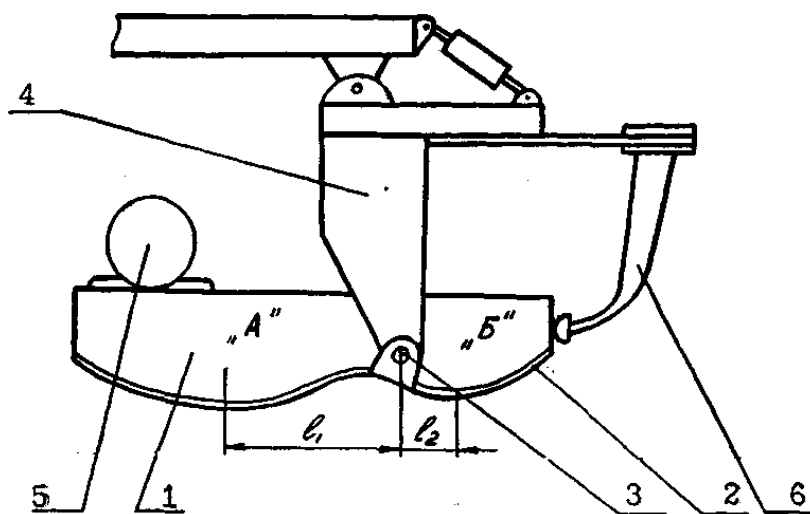


Рисунок 1.32 - Уплотняющий рабочий орган по а.с. СССР №1668519

Изменяя частоту возмущающей силы генератора 5, производят регулирование частоты колебаний уплотняющих плит, а выбором длины и формы выполнения выпуклых участков, обеспечивают необходимую величину амплитуды колебаний.

Подбором соотношений "11" и "12" можно обеспечить уплотнение асфальтобетонной смеси передней частью плиты в ударном режиме, а задней - в вибрационном. Это позволяет первоначально разрыхленную смесь уплотнять в наиболее эффективном ударном режиме, а окончательное отделочное уплотнение - в наиболее эффективном для этой операции, вибрационном.

Кроме того, в начальный момент работы уплотняющей плиты, выпуклая опорная поверхность имеет относительно большую площадь

контакта с асфальтобетонной смесью и, следовательно, малое удельное давление, что соответствует уплотнению смеси легкими катками. К недостаткам данной конструкции уплотнителя можно отнести сложность переналадки оборудования на эффективное уплотнение различных по составу асфальтобетонных смесей, поскольку это повлечет за собой конструктивные изменения в уплотняющей плите.

Данного недостатка лишена конструкция по а.с. СССР № 647386 (рисунок 1.33). Перемещающаяся по уложенной смеси плита 1, под действием двух источников колебаний: низкочастотного 2 и высокочастотного 3, получает сложные поличастотные колебания. При этом передняя часть плиты получает амплитуду колебаний $0,05 \div 0,12$ см при частоте 1500-1600 кол/мин, а к задней части плиты - амплитуду 0,05-0,08 см при частоте 1200-3000 кол/мин. Согласно проведенным исследованиям,

коэффициент уплотнения покрытия в зависимости от вида асфальтобетона и режимов укладки колеблется в пределах 0,985-0,998.

Недостатком данного способа уплотнения, следует считать то, что при глубине слоя свыше 100 мм, коэффициент уплотнения резко уменьшается (рисунок 1.34).

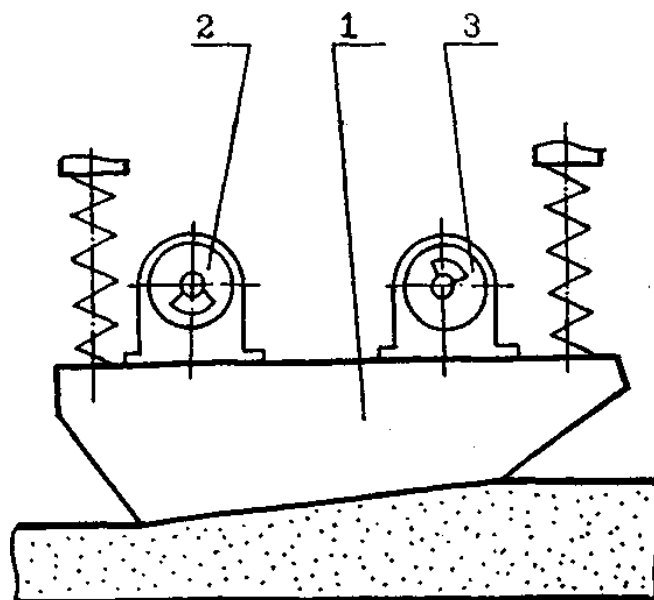


Рисунок 1.33 - Рабочий орган асфальтоукладчика по а.с. СССР №647386

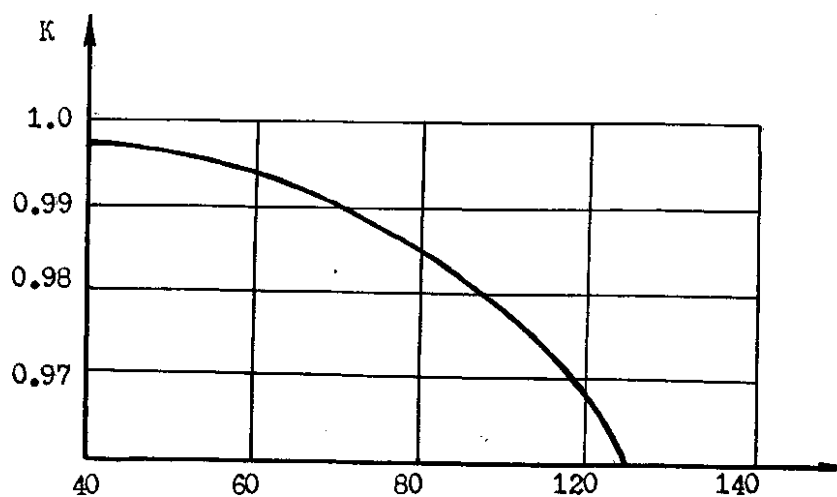


Рисунок 1.34 - Изменение коэффициента уплотнения асфальтобетонной смеси типа Д по глубине слоя

Примером конструкции, обеспечивающей лучшую проработку материала по глубине, является рабочий орган асфальтоукладчика по а.с. СССР № 1043225 (рисунок 1.35).

Устройство работает следующим образом. При поступательном движении асфальтоукладчика смесь из самосвалов поступает в питатель 1, по которому транспортируется к шиберной заслонке 2, где происходит ее равномерное дозирование.

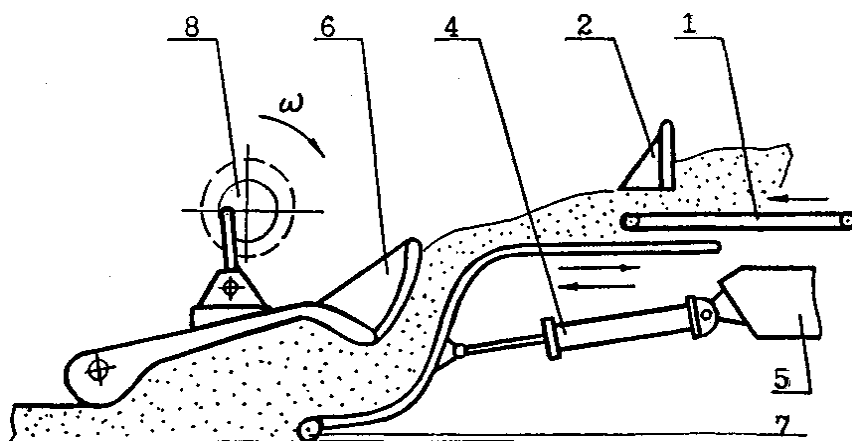


Рисунок 1.35 - Устройство для уплотнения дорожных покрытий по а.с. СССР № 1043225

Отдозированная смесь с питателя поступает на направляющее приспособление под действием гидроцилиндра 4, прикрепленного к раме рабочего органа 5 и запрессовывается роликом 7 под трамбуемую плиту 6, совершающую возвратно-колебательные движения под действием кривошипного привода 8.

Аналогичным образом работает конструкция асфальтоукладчика, предложенная в а.с. СССР № 1217970. Рабочий орган асфальтоукладчика состоит из отражательного щита 1, трамбующего бруса 2 с прикрепленным в его нижней части ножом 3, выглаживающей плиты 4 и двуплечих рычагов 5, шарнирно смонтированных на отражательном щите и соединенных с горизонтально-подвижным клиновым толкателем 6, установленным ниже нижней кромки отражательного щита (рисунок 1.36). При движении ножа 3 вниз клиновидный толкатель 6 отходит от него, а асфальтобетонная смесь пересыпается через толкатель и заполняет пространство между ним и ножом. При движении ножа вверх клиновидный толкатель захватывает смесь своей широкой стороной и перемещает ее в освобождающееся под ножом пространство. Как только нож дойдет до верхнего мертвого положения, клиновидный толкатель подает асфальтобетонную смесь в необходимом количестве для заполнения пространства под ножом 3.

При следующем движении ножа вниз эта порция смеси втрамбовывается в уложенный слой. К недостаткам этой конструкции можно отнести ее кинематическую сложность и, следовательно, невысокую надежность.

На ТОО Радицкий машиностроительный завод, г.Брянск, был внедрен в эксплуатацию разработанный Иванченко С.Н. опытный образец рабочего органа – трамбуящий брус к асфальтоукладчику ДС-501 (рисунок 1.37).

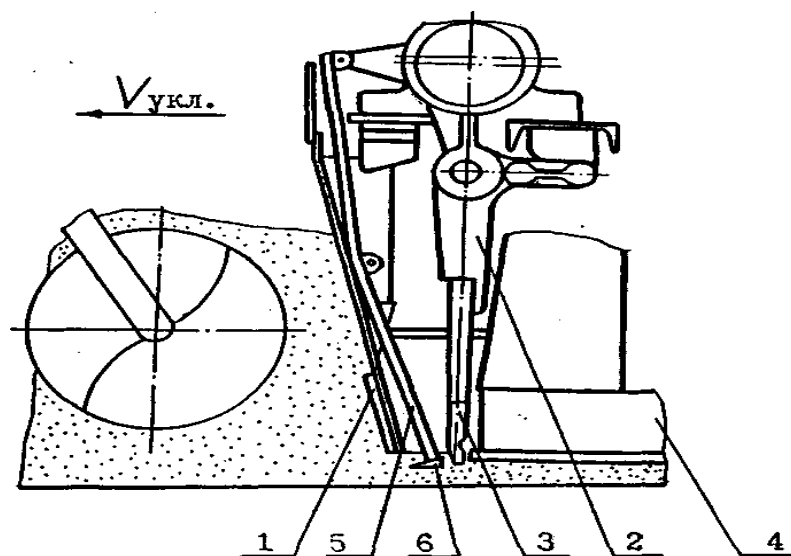
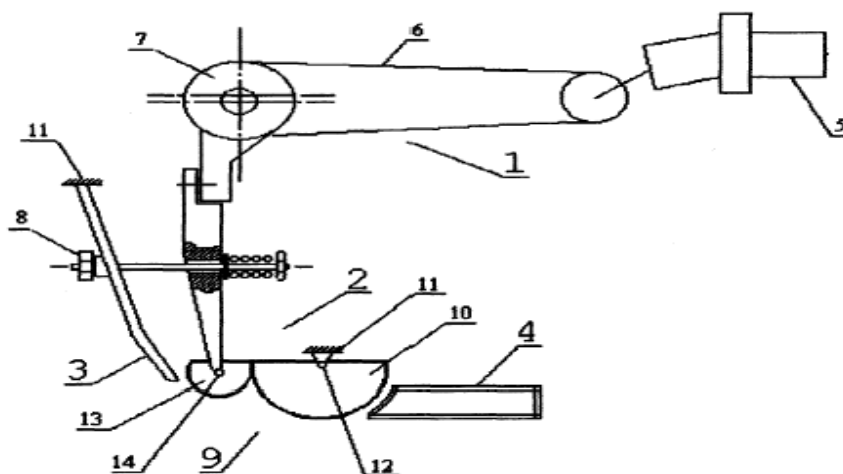


Рисунок 1.36 - Рабочий орган асфальтоукладчика по а.с. СССР №1217970

Рабочий орган состоит из генератора колебаний (кинематический возбудитель колебаний) 1, трамбуящего бруса 2, отражательного щита 3 и выравнивающей плиты 4.

Конструкция генератора колебаний соответствует устанавливаемой на серийно выпускаемых асфальтоукладчиках и включает в себя: гидромотор 5, клиноременную передачу 6, эксцентриковый вал 7. Отражательный щит соответствует устанавливаемому на серийно-выпускаемых асфальтоукладчиках и снабжен регулируемым прижимным устройством 8.



Нож трамбующего бруса представляет собой двухсекционную конструкцию 9. Задняя по ходу движения секция выполнена в виде части цилиндра по его длине 10. Нож трамбующего бруса соединен с рамой выглаживающей плиты асфальтоукладчика 11 посредством шарнира 12. Ось шарнирного соединения ножа трамбующего бруса с рамой выглаживающей плиты асфальтоукладчика совпадает с геометрической осью цилиндра, частью которого является задняя секция ножа. Передняя секция 13 выполнена в виде части цилиндра по его длине и соединена с генератором колебаний 1 посредством трамбующего бруса через шарнир 14.

Конструкция работает следующим образом. Генератор колебаний сообщает передней секции ножа трамбуемого бруса вертикальное перемещение с некоторой частотой и амплитудой. В результате чего передняя секция ножа уплотняет слой асфальтобетонной смеси аналогично традиционному трамбуемому брусу, но обеспечивая вертикальное и горизонтальное нагружение материала. В тоже время, вертикальное перемещение, передаваемое от генератора колебаний, создает крутящий момент относительно оси шарнира 12, соединяющего нож трамбуемого бруса с рамой выглаживающей плиты асфальтоукладчика. Величина, направление и частота изменения крутящего момента зависят от характеристик и параметров работы генератора колебаний и параметров бруса и ножа.

Обзор и анализ патентно-технических решений в области процесса уплотнения грунтов определил основные тенденции развития уплотняющей техники, которые обусловлены стремлением к повышению эффективности существующих конструктивных решений при минимально возможных стоимостных и энергетических затратах. Из рассмотренных механизмов наибольшее внимание следует уделить тем, которые способны повысить производительность работ по уплотнению и уменьшить вероятность появления таких дефектов, как сдвиг материала с образованием волн, что является в настоящее время очень актуальным вопросом, а также разрыхление поверхностного слоя.

В связи с этим в дипломном проекте разработано и представлено конструктивное решение уплотняющего вальца, обеспечивающего катящуюся, циклическую траекторию движения рабочего органа, связь степени уплотнения материала с величиной контактного давления вальца на него, сокращение количества проходов вальца по уплотняемому материалу до достижения требуемой плотности, сокращение времени на реверс.

Предлагаемый к защите валец сочетает циклическое трамбующее воздействие на уплотняемый материал и свойства катков на пневматических шинах, что, несомненно, позволит сократить количество проходов уплотняющей машины по одному следу без ухудшения качества уплотняемой поверхности и с достижением необходимой степени уплотнения.

Прежде чем приступать к проектированию принципиально нового вальца, да еще и претендующего на роль универсального навесного оборудования, следует определиться с базовой машиной, на которой будет установлен проектируемый валец.

В результате проведенного анализа парка машин дорожно-строительных управлений Восточно-Казахстанской области были выявлены несколько базовых машин, имеющих почти во всех рассмотренных организациях, и обладающих достаточной степенью универсальности.

Это экскаваторы, фронтальные погрузчики, автогрейдеры и асфальтоукладчики. Взвесив все положительные и отрицательные стороны, мы выбрали установку проектируемого вальца на фронтальный погрузчик. Данная машина уже является универсальной, потому что может работать с различным навесным оборудованием и обладает достаточной мощностью и надежностью.

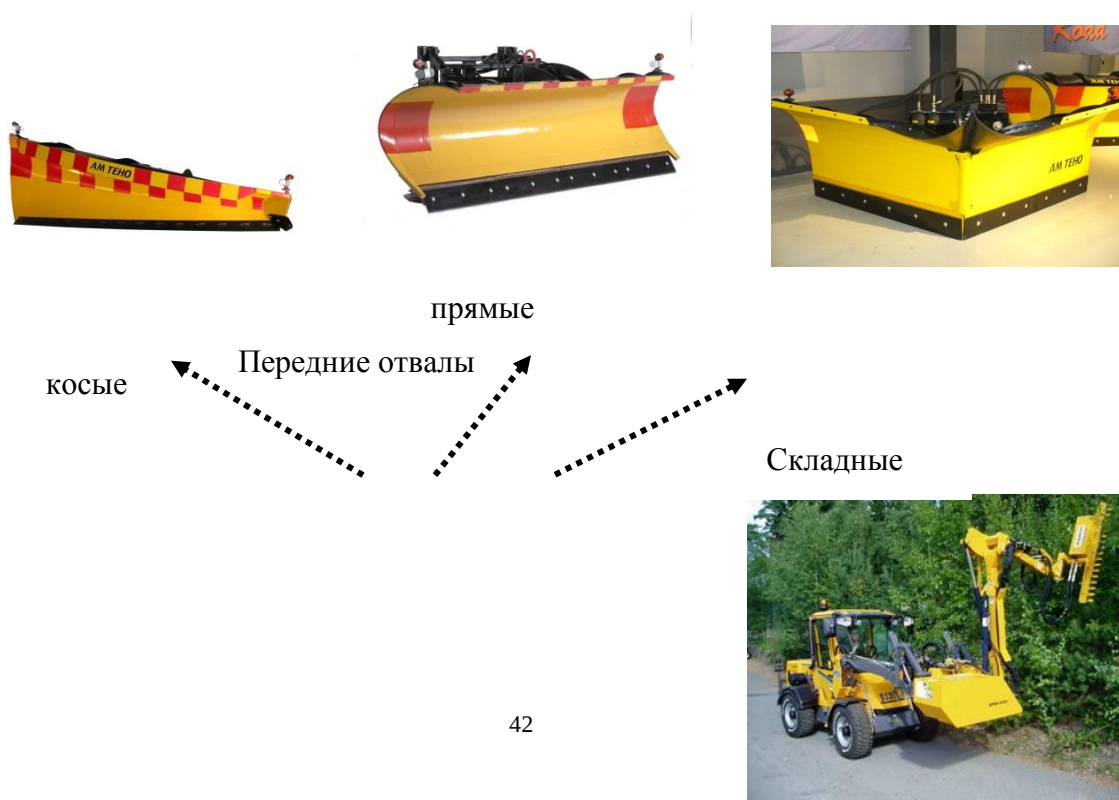
Мощная рама фронтальных погрузчиков не требует дополнительного ее усиления и переделки. Нет необходимости в дополнительной установке гидронасоса, все навесное оборудование работает от штатной гидравлики.

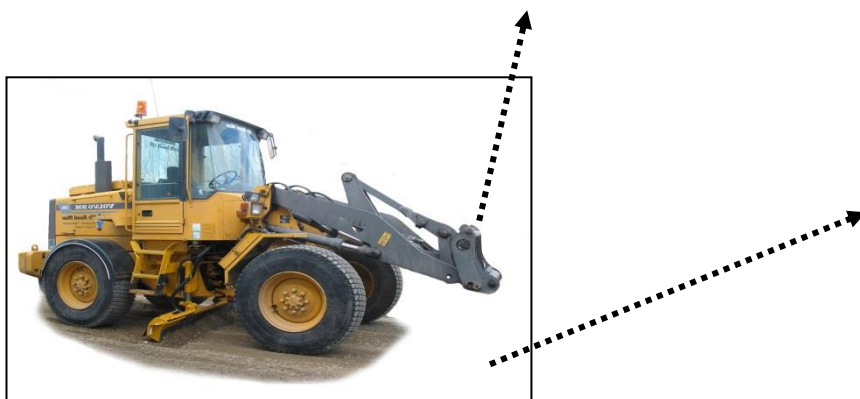
На фронтальный погрузчик устанавливают различные передние отвалы – складные, косые и прямые, устанавливают средние и боковые отвалы, роторные снегоочистители, цеповые косилки и ножницы, ковшовые распределители, и мусороуборщики. На переднюю плиту, вместо ковша, устанавливаются подметальные щетки. К плите щетки крепятся с помощью быстроразъемного соединения и работают от штатной гидравлики погрузчика. Скорость вращения вала щетки 100–285 об/мин. Эти параметры наиболее близко подходят к уплотняющему вальцу, так как и форма рабочего органа и его крепление к стреле погрузчика во многом схожи с подметальной щеткой.

Варианты установки навесного рабочего оборудования на фронтальные погрузчики представлены в виде схемы на рисунке 1.38.

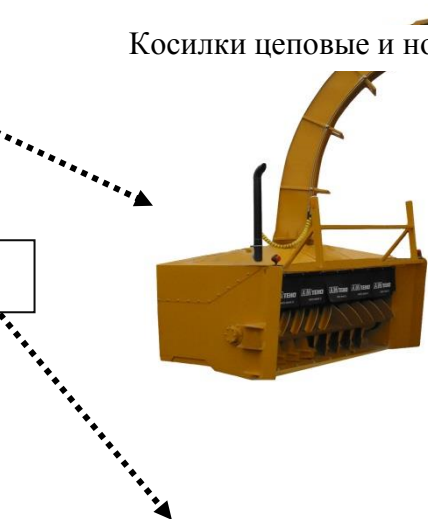
Проектируемое уплотняющее оборудование, благодаря крюковому захвату, является быстросменным, что сокращает простой техники при эксплуатации. Его небольшой вес и универсальность кожуха позволяют крепить его в качестве дополнительного оборудования к различным техническим средствам, что также подтверждает его уникальность и универсальность. Установка уплотняющего рабочего органа на погрузчик (рисунок 1.34), при уплотнении строительных площадок позволит обойтись без дополнительного заказа на уплотняющую технику. Вместо двух катков разной массы достаточно будет приобрести данный рабочий орган и установить его на погрузчик.

Использование же его совместно с серийной тяжелой машиной позволит уплотнять любые небольшие участки поверхности, например, при ремонте дорожного полотна, когда обычной ручной виброплиты не достаточно.





Косилки цеповые и ножницы



Роторные

Ковшовые распределители

Боковые отвалы



Рисунок 1.38 - Варианты установки и применения различного навесного рабочего оборудования на фронтальные погрузчики

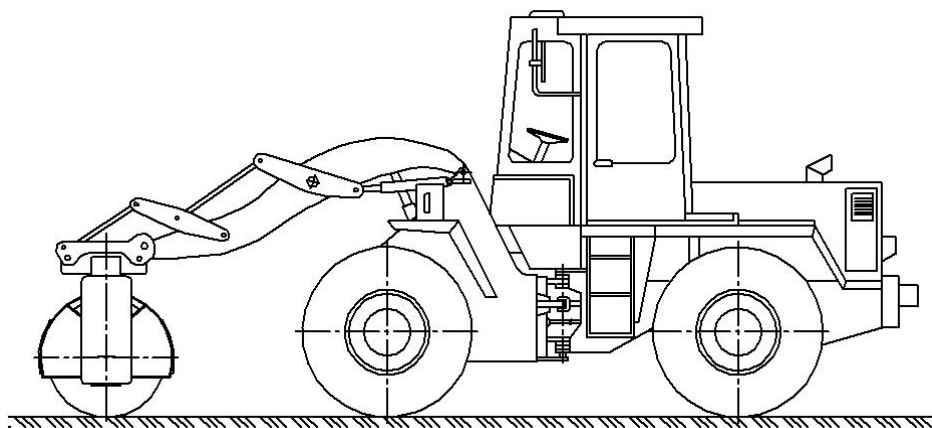


Рисунок 1.39 - Вариант крепления уплотняющего рабочего оборудования к фронтальному погрузчику

В дипломной работе подробно рассматривается возможность установки уплотняющего рабочего органа на фронтальный погрузчик, рассчитываются все необходимые параметры для обеспечения безопасной работы и надежной эксплуатации и исследуется его взаимодействие с грунтом в трамбующем режиме на вопрос образования сдвиговых деформаций в поверхностном слое, величину получаемой усадки грунта и его плотность.

2 Описание конструкции

2.1 Описание конструкции уплотняющего рабочего оборудования

Уплотняющее рабочее оборудование массой 2,55 тонн, прицепное (навесное) к фронтальному погрузчику ТО-18, или, как было сказано выше, к другим дорожно-строительным машинам в качестве дополнительного рабочего оборудования, предназначено для однопроходного уплотнения предварительно спланированных насыпных грунтов и гравийно-щебёночных материалов при строительстве автомобильных дорог и других сооружений.

В уплотняющем рабочем оборудовании реализуется принцип трамбовки и укатки материала путем вращения рабочего органа (полиуретанового вальца) в эксцентриковом валу. Укатка осуществляется за счет свободного движения полиуретанового вальца в пазах эксцентриков с помощью базовой машины, перемещающейся со скоростью 1 км/ч. Трамбовка осуществляется за счет принудительного вращения вальца с частотой 500 об/мин при помощи двух синхронизированных гидромоторов.

В отличие от грунтового виброкатка фронтальный погрузчик ТО-18 способен транспортироваться на объект самоходом, что снижает затраты на топливо и эксплуатацию в целом.

Уплотняющее рабочее оборудование состоит из полиуретанового вальца длиной 3 м и диаметром 1 м, который устанавливается в 2 эксцентрика, величина эксцентриситета которого равна 1,25 см. Полиуретановый валец в эксцентриках не закрепляется, а свободно вращается в подшипниках в одной фазе. Эксцентрики состоят из двух полуэксцентриков и крышки подшипника. На одном из двух полуэксцентриков имеется вал, который закрепляется в редукторе привода вальца. Два одинаковых редуктора передают крутящий момент от двух синхронизированных, регулируемых аксиально-поршневых гидромоторов на полиуретановый валец. Синхронизация гидромоторов привода вальца обеспечивается за счет объемного делителя потока, который состоит из 2-х регулируемых шестеренчатых насос-моторов, закрепленных на одном валу.

Вся конструкция крепится к металлической раме. К раме крепится кожух

цилиндрической формы, изготовленный из пластика. В металлической конструкции для подавления колебаний стрелы при креплении уплотняющего рабочего оборудования к стреле погрузчика установлены демпферы.

Уплотняющее рабочее оборудование обеспечивает показатели производительности, соответствующие показателям грунтовых виброкатков того же типоразмера.

2.2 Техническая характеристика уплотняющего рабочего оборудования

Таблица 2.1- Техническая характеристика уплотняющего рабочего оборудования

Масса, т	2,55
Ширина уплотняемой полосы, мм	3000
Диаметр вальца, мм	1000
Габаритные размеры (LxBxH),мм	3620x1130x1385
Частота вращения рабочего органа, об/с	8
Скорость движения, м/с	0,27
Шаг воздействия рабочего органа, мм	34
Динамическое усилие, т	31,43
Передаточное число редуктора	4
Привод рабочего оборудования	Гидростатический
Мощность двигателя привода рабочего оборудования, кВт	26

Техническая производительность, (кв.м/ч)/(куб.м./час)	2900/145
--	----------

2.3 Описание и техническая характеристика базовой машины

На фронтальном погрузчике обеспечивается установка уплотняющего оборудования спереди, со стороны уплотняемого материала. Навесное уплотняющее оборудование посредством крюкового захвата крепится к портальной раме, жестко установленной на основной раме базовой машины и состоит из уплотняющего рабочего органа (вальца), стрелы, рычажного механизма и гидроцилиндров двустороннего действия. Рабочее уплотняющее оборудование – полиуретановый валец, навешивается (устанавливается) на стрелу и управляется рычажным механизмом, состоящим из двух пар коромысел и поворотных тяг, приводимых в движение двумя гидроцилиндрами. Подъем и опускание стрелы осуществляется двумя другими гидроцилиндрами. Гидравлический привод рабочего оборудования позволяет плавно изменять скорости в широких пределах и надежно предохранять его от перегрузок.

Таблица 2.2 - Основные характеристики базовой машины:

Базовая машина	Фронтальный погрузчик ТО-18
Радиус поворота, мм	5400
Длина, мм	6480
Ширина, мм	2500
Колея, мм	1760
Высота (по крыше кабины), мм	3300
Эксплуатационная масса, кг	8500
Трансмиссия	Гидромеханическая
Двигатель	Д-245
Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.)	73,5 (100) при 2200 об/мин
Объем гидробака, л	100

Рабочий процесс фронтального погрузчика, оборудованного уплотняющим рабочим органом, состоит из следующих операций: перемещение погрузчика к месту уплотнения материала, опускание вальца на уплотняемый материал, внедрение вальца в уплотняемый материал напорным усилием машины заданной величины, подъем вальца со стрелой по окончании работ.

3 Разработка и расчет навесного уплотняющего оборудования

3.1 Расчет параметров уплотняющего рабочего оборудования

3.1.1 Расчет массы уплотняющего рабочего оборудования

Уплотняющее рабочее оборудование состоит из следующих элементов конструкции:

- 1) Полиуретанового вальца;
- 2) Рамы, на которой крепится валец;
- 3) 2-х синхронизированных гидромоторов привода вальца;
- 4) 2-х редукторов передачи крутящего момента от привода к вальцу;
- 5) 2-х эксцентриков, обеспечивающих функцию трамбовки вальца;
- 6) Кожуха.

Массу уплотняющего оборудования определим по следующей формуле, суммируя все перечисленные элементы:

$$M_{\Sigma} = M_{\text{вальца}} + M_{\text{ред}} + M_{\text{гм}} + M_{\text{кож}} + M_{\text{рамы}} + M_{\text{эксц}}, \quad (3.1)$$

где $M_{\text{вальца}}$ – масса полиуретанового вальца;

$M_{\text{ред}}$ – масса редукторов;

$M_{\text{гм}}$ – масса гидромоторов;

$M_{\text{кож}}$ – масса кожуха;

$M_{\text{рамы}}$ – масса рамы;

$M_{\text{эксц}}$ – масса эксцентриков.

1. Масса вальца $M_{\text{вальца}} = M_{\text{вала}} + M_{\text{пур}} + M_{\text{мк}} + M_{\text{тр}}$, (см. рисунок 3.1.)

где $M_{\text{вала}}$ – масса вала;

$M_{\text{пур}}$ – масса полиуретанового наполнителя;

$M_{\text{МК}}$ – масса металлоконструкций;

$M_{\text{тр}}$ – масса трубы.

$$1) M_{\text{вала}} = \rho_{\text{ст}} \cdot V_{\text{в}},$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_{\text{в}} = 0,0041 \text{ м}^3$ – объем вала;

$$M_{\text{вала}} = 7800 \cdot 0,0041 = 32,09 \text{ кг}.$$

$$2) M_{\text{пур}} = \rho_{\text{пур}} \cdot V_{\text{пур}},$$

где $\rho_{\text{пур}} = 500 \text{ кг/м}^3$ – плотность полиуретана;

$V_{\text{пур}} = 1,98 \text{ м}^3$ – объем отливаемого полиуретана.

$$M_{\text{пур}} = 500 \cdot 1,98 \text{ м} = 986,10 \text{ кг}$$

$$3) M_{\text{МК}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4,$$

$$M_1 = \rho_{\text{ст}} \cdot V_1,$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_1 = 0,00058 \text{ м}^3$ – объем 1-ой части.

$$M_1 = 7800 \cdot 0,00058 = 18,19 \text{ кг}$$

$$M_2 = \rho_{\text{ст}} \cdot V_2,$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_2 = 0,00052 \text{ м}^3$ – объем 2-ой части;

$$M_2 = 7800 \cdot 0,00052 = 8,06 \text{ кг.}$$

$$M_3 = \rho_{\text{ст}} \cdot V_3,$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_3 = 0,00047 \text{ м}^3$ – объем 3-ей части.

$$M_3 = 7800 \cdot 0,00047 = 18,51 \text{ кг}$$

$$M_4 = \rho_{\text{ст}} \cdot V_4,$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_4 = 0,00087 \text{ м}^3$ – объем 4-ой части.

$$M_4 = 7800 \cdot 0,00087 = 34,07 \text{ кг}$$

Определив необходимые нам значения составляющих масс, мы можем определить $M_{\text{МК}}$:

$$M_{\text{МК}} = 18,19 + 8,06 + 18,51 + 34,07 = 78,82 \text{ кг}$$

$$4) M_{\text{тр}} = \rho_{\text{ст}} \cdot V_{\text{тр}},$$

где $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_4 = 0,0186 \text{ м}^3$ - объем трубы.

$$M_{\text{тр}} = 7800 \cdot 0,0186 = 145,12 \text{ кг}$$

Определяем массу вальца:

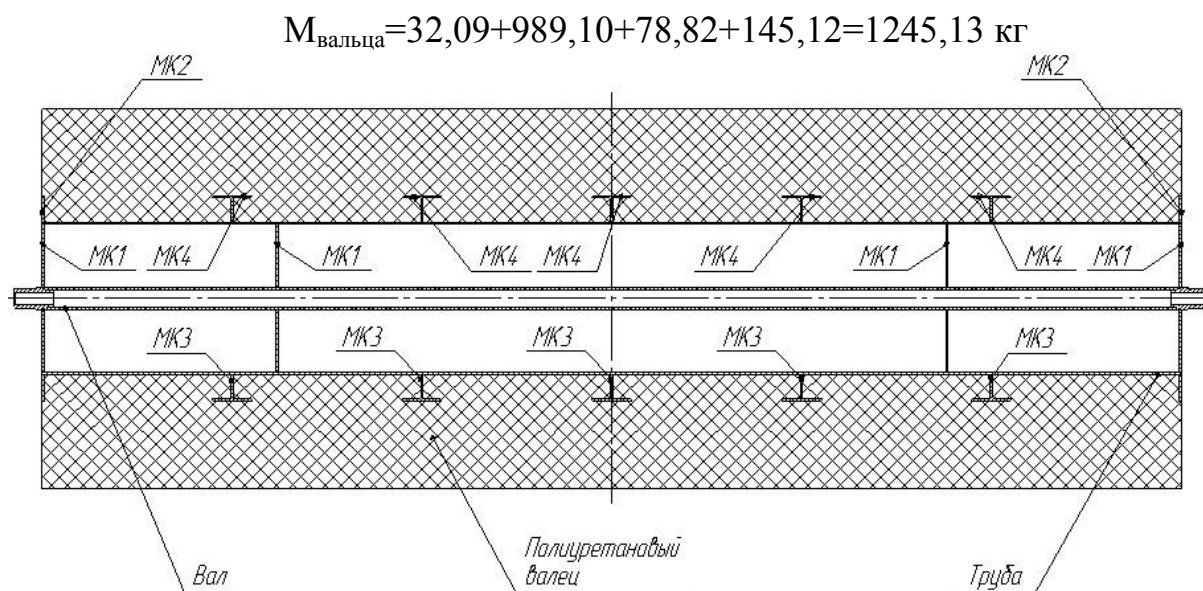


Рисунок. 3.1 - Устройство полиуретанового вальца

2. Масса редукторов

$$M_{\text{ред}} = 2 \cdot (M_{\text{зк1}} + M_{\text{зк2}} + M_{\text{зк3}} + M_{\text{зк4}} + M_{\text{зк5}} + M_{\text{кр}}),$$

где $M_{\text{зк1}}$ -масса зубчатого колеса $d=402\text{мм}$;

$M_{\text{зк2}}$ -масса зубчатого колеса $d=282\text{мм}$;

$M_{\text{зк3}}$ -масса зубчатого колеса $d=90\text{мм}$;

$M_{\text{зк4}}$ -масса зубчатого колеса $d=102\text{мм}$;

$M_{\text{кр}}$ -масса крышки.

1) $M_{\text{зк1}} = 43,50 \text{ кг}$

2) $M_{\text{зк2}} = 22,00 \text{ кг}$

3) $M_{\text{зк3}} = 8,00 \text{ кг}$

$$4) M_{зк4}=2,00 \text{ кг}$$

$$5) M_{зк5}=2,50 \text{ кг}$$

$$6) M_{кр} = \rho_{ст} \cdot V_{кр},$$

где $\rho_{ст}=7000 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_{кр}=0,0218 \text{ м}^3$ - объем трубы.

$$M_{кр}=7000 \cdot 0,0218=152,00 \text{ кг}$$

Определяем массу редукторов:

$$M_{ред}=(43,50+22,00+8,00+2,00+2,50+152,00) \cdot 2=230 \cdot 2=460 \text{ кг}.$$

$$3. \text{ Масса гидромоторов } M_{гм}=30 \cdot 2=60 \text{ кг}$$

$$4. \text{ Масса кожуха } M_{кож} = \rho_{пл} \cdot V_{кож},$$

где $\rho_{пл}=2000 \text{ кг/м}^3$ – плотность пластмассы;

$V_{кож}=0,18 \text{ м}^3$ - объем кожуха.

$$M_{кож}=2000 \cdot 0,18=353 \text{ кг}$$

5. Масса рамы:

$$M_{рамы} = \rho_{ст} \cdot V_{рамы},$$

где $\rho_{ст}=7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;

$V_{рамы}=0,0442 \text{ м}^3$ - объем кожуха.

$$M_{рамы}=7800 \cdot 0,0442=345 \text{ кг}$$

6. Масса эксцентриков:

$$M_{эксц} = 2 \cdot \rho_{ст} \cdot V_{эксц},$$

где $\rho_{ст}=7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали;
 $V_{эксц}=0,0059 \text{ м}^3$ - объем эксцентрика.
 $M_{эксц}=7800 \cdot 0,0059 \cdot 2=92,23 \text{ кг}$

Подставим найденные значения масс в формулу (3.1) определим общую массу уплотняющего оборудования:

$$M_{\Sigma}=1245,13+460+60+353+345+92,23=2555,36 \text{ кг}$$

3.1.2 Расчет радиуса вальца

Радиус вальца определяем из условия отсутствия скольжения его по поверхности участка уплотнения.

На качество поверхностного слоя материала в значительной мере влияют режим работы оборудования и геометрические размеры рабочего органа. В силу конструктивных особенностей механизма валец совершает неравномерное движение по участку уплотнения, что при определенных условиях может привести к скольжению его по поверхности. Скольжение же, в свою очередь, создает благоприятные условия для сдвига материала, что влечет за собой снижение плотности в поверхностном слое и появление неровностей.

Рассмотрим систему сил, действующих на валец в процессе уплотнения материала (рисунок 3.3). Для эффективной работы оборудования должно быть соблюдено следующее условие:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{q \cdot E}{P_1}} = \sqrt{\frac{P \cdot E}{B \cdot R_1}} \quad (3.2)$$

где σ_k - величина контактного давления вальца на материал;
 q - удельное линейное давление;
 E - модуль деформации материала в рассматриваемой точке участка уплотнения;
 R_1 - радиус вальца;

P - общее усилие, действующее на валец со стороны кривошипно-кулисного механизма;

B - длина вальца.

Откуда можно найти:

$$R_1 = \frac{P \cdot E}{\sigma_k^2 \cdot B} \quad (3.3)$$

В качестве постоянных параметров процесса приняты следующие:

$$\sigma_k = 8 \text{ кг/см}^2 = 80 \cdot 10^4 \text{ Па};$$

$$E = 120 \text{ кг/см}^2 = 12 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Величина P равна силе тяжести рабочего оборудования $G_{т.ро}$:

$$P = G_{т.ро} = 25550 \text{ Н}$$

$$B = 3 \text{ м (см. п. 3.1.3.)}$$

Подставив эти значения в формулу (3.3), получим:

$$R_1 = \frac{25550 \cdot 12 \cdot 10^6}{80^2 \cdot 10^8 \cdot 3} = 0,16 \text{ м}$$

$$R_{\min} = 0,16 \text{ м.}$$

Принимаем радиус вальца равным $R_b = 0,5 \text{ м}$, исходя из условия N -кратного воздействия на точку при одном проходе базовой машины.

3.1.3 Определение ширины вальца

Стандартная ширина базы дорожно-строительной техники равна $2 \div 3 \text{ м}$. Исходя из этих условий, принимаем ширину вальца уплотняющего рабочего оборудования равной $B = 3 \text{ м}$.

3.1.4 Расчет пятна контакта

Пятно контакта вальца с уплотняемым материалом (см. рисунок 3.2.) найдем по следующей формуле:

$$L = \frac{R(1 + \cos \varphi_1)}{2} \cdot \varphi_0 \cdot \frac{\pi}{180} + R \cdot \sin \varphi_1 \quad (3.4)$$

где L – длина пятна контакта;
 R – радиус вальца;
 φ_1 – угол, образующий участок В; φ_0 – угол, образующий участок
 L ;
 $R = 50$ см;

Значениями углов зададимся, исходя из плотности полиуретана:

$\varphi_1 = 20$ град; $\varphi_0 = 20$ град.

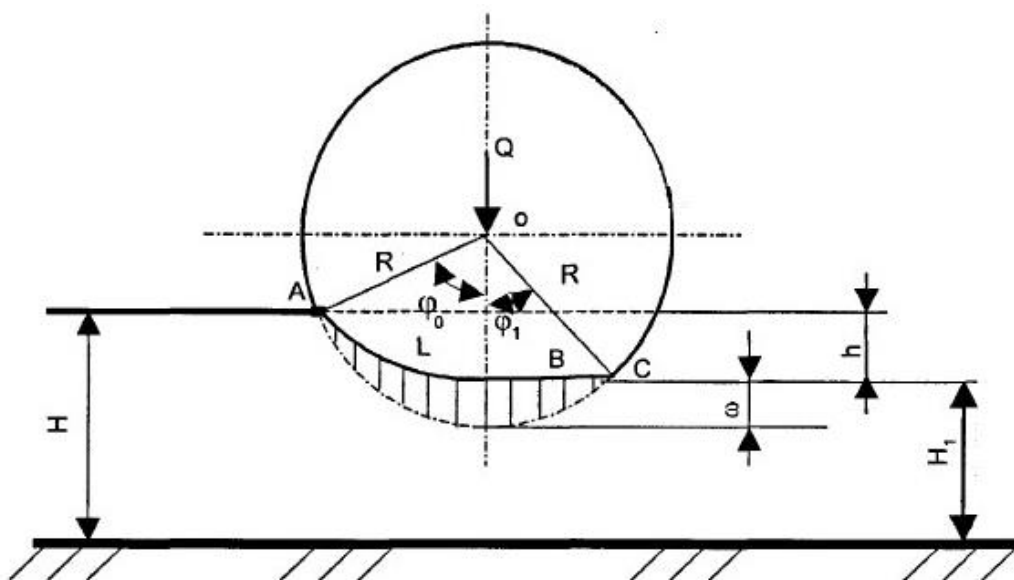


Рисунок 3.2 - Пятно контакта вальца с уплотняемым материалом

Подставим данные значения в формулу (3.4):

$$L = \frac{50(1 + \cos 20^\circ)}{2} \cdot 20^\circ \cdot \frac{\pi}{180} + 50 \cdot \sin 20^\circ = 34 \text{ см}$$

3.1.5 Расчет шага воздействия уплотняющего рабочего органа на материал

Шаг воздействия определим по следующей формуле:

$$t = \frac{L}{N} \quad (3.5)$$

где L – длина пятна контакта;

N – количество воздействий на одну и ту же точку уплотняемого участка.

$$L = 34 \text{ см.}$$

Величиной N задаемся равной 10.

$$\text{Подставим искомые значения в формулу (3.5): } t = \frac{34}{10} = 3,4 \text{ см}$$

3.1.6 Расчет эксцентриситета

Эксцентриситет определим по следующей формуле:

$$e = \frac{L}{n \cdot t}; \quad (3.6)$$

где L – длина пятна контакта;

n – частота вращения уплотняющего рабочего органа;

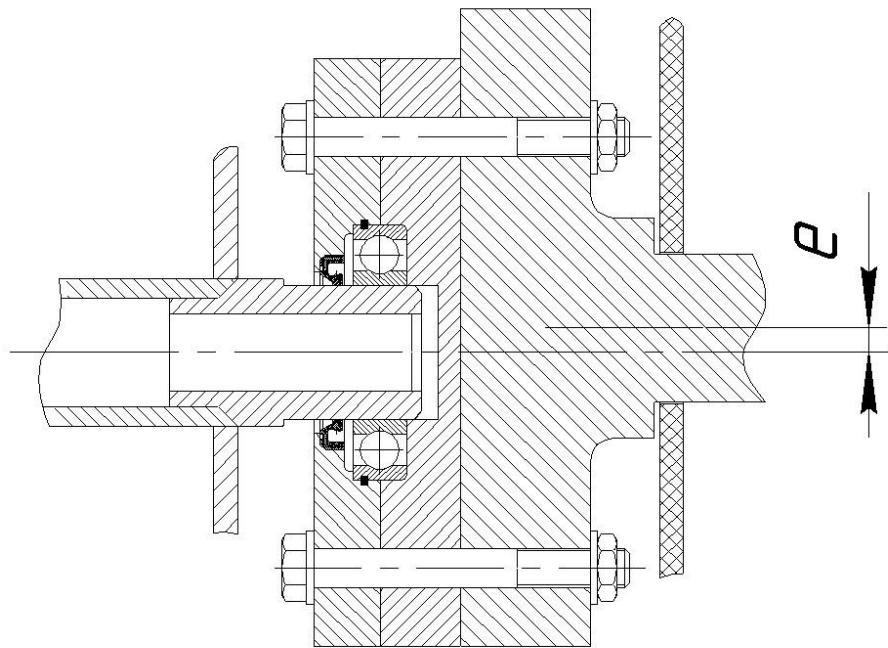


Рисунок 3.3 – Эксцентриситет оси вальца и эксцентрика

где t – шаг воздействия уплотняющего рабочего органа.

$$L = 34 \text{ см}, t = 3,4 \text{ см}$$

Частотой вращения рабочего органа сначала мы зададимся: $n=8$ об/с.

Подставим искомые значения в формулу (3.6):

$$e = \frac{34}{8 \cdot 3.4} = 1,25 \text{ см}$$

После определения величины e , мы проведем расчет на определение минимально допустимой частоты вращения.

3.1.7 Расчет частоты вращения вальца

Эффект уплотнения зависит от усилия, которым уплотняющий рабочий орган будет воздействовать на материал. Это усилие складывается из статического усилия от массы уплотняющего оборудования и динамического усилия от массы вращающейся части уплотняющего оборудования. Т.к. оно

располагается спереди погрузчика, то необходимо соблюсти следующее условие:

$$P_{уро} \geq P_{маш} \quad (3.7)$$

где $P_{уро}$ – усилие на материал уплотняющего рабочего оборудования;

$P_{маш}$ – сила тяжести фронтального погрузчика.

Неравенство (3.4) можно преобразовать в следующий вид:

$$P_{стат} + P_{дин} \geq P_{маш} \quad (3.8)$$

где $P_{стат}$ – статическое усилие;

$P_{дин}$ – динамическое усилие.

$$P_{маш} = M_{погр} \cdot g$$

где $M_{погр} = 8500$ кг – масса погрузчика;

$g = 9,8$ кг/м·с² – ускорение свободного падения.

$$P_{маш} = 8500 \cdot 9,8 = 85000 \text{ Н}$$

$$P_{стат} = M_{уро} \cdot g$$

где $M_{уро} = 2555$ кг – масса уплотняющего рабочего оборудования;

$g = 9,8$ кг/м·с² – ускорение свободного падения.

$$P_{стат} = 2555 \cdot 9,8 = 25550 \text{ Н}$$

Подставив найденные значения $P_{стат}$ и $P_{маш}$ в неравенство (3.8), получим:

$$P_{дин} \geq 59450 \text{ Н}$$

Теперь определим, чему равна $P_{дин}$:

$$P_{\text{дин}} = \frac{M \cdot V^2}{e}, \quad (3.9)$$

где M – масса вращающейся части (полиуретанового вальца);
 V – линейная скорость вращения;
 e – величина эксцентриситета;

$$V = \omega \cdot e = 2\pi \cdot n \cdot e, \quad (3.10)$$

где n – частота вращения;
 e – величина эксцентриситета.

Подставим выражение для линейной скорости вращения V (3.10) в формулу (3.9) и выразим из получившегося выражения n . В итоге получим:

$$n \geq \sqrt{\frac{14862,5}{M\pi^2 e}}, \quad n \geq 1,1 \text{ об/с.}$$

Выбранная нами ранее частота вращения уплотняющего рабочего органа попадает в область значений для допустимой частоты вращения.

Следовательно, окончательно принимаем значение частоты $n = 8 \text{ об/с} = 500 \text{ об/мин.}$

3.1.8 Расчет динамического усилия уплотняющего рабочего оборудования на грунт

Динамическое усилие можно определить по уже упоминавшейся выше формуле (3.9):

$$P_{\text{дин}} = \frac{M \cdot V^2}{e}$$

где $V = \omega \cdot e = 2\pi \cdot n \cdot e$

Все необходимые величины нам известны и определены выше. Поэтому поставим их значения в приведенные формулы:

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 0,01 = 0,5024 \text{ м/с}$$

$$P_{\text{дин}} = \frac{1245 \cdot 0,5024^2}{0,01} = 31,428 \text{ т}$$

3.2 Расчет редуктора

Необходимо подобрать редуктор, расстояние между осями первого и последнего зубчатого колеса, которого, удовлетворяло бы следующему условию, исходя из геометрических параметров конструкции УРО:

$$A_w > R_{\text{вальца}} + e + R_{\text{гм}} + 0,03 \cdot R_{\text{вальца}}, \quad (3.11)$$

где A_w - расстояние между осями первого и последнего зубчатого колеса редуктора;

$R_{\text{вальца}} = 500 \text{ мм}$ – радиус полиуретанового вальца;

$e = 12,5 \text{ мм}$ – величина эксцентриситета;

$R_{\text{гм}} = 75 \text{ мм}$ – радиус корпуса гидромотора.

Неравенство (3.11) примет следующий вид:

$$A_w > 500 + 12,5 + 75,$$

$$A_w > 587,5 \text{ мм.}$$

Для определения диаметров зубчатых колес, необходимо определить передаточное число редуктора:

$$U_{ред} = n_{ГМ} / n_{в},$$

где $n_{ГМ}$ – частота вращения выходного вала гидромотора;
 $n_{в}$ – частота вращения вальца.

$$U_{ред} = 2000/500 = 4$$

Исходя из условий, приведенных выше, подберем диаметры зубчатых колес (см. рисунок 3.4):

1. Зубчатое колесо №1.

$$d = m \cdot z \text{ – делительный диаметр,}$$

где $m = 6$ – модуль зубчатого колеса;
 $z = 15$ – количество зубчатых колес.
 $d = 6 \cdot 15 = 90 \text{ мм.}$

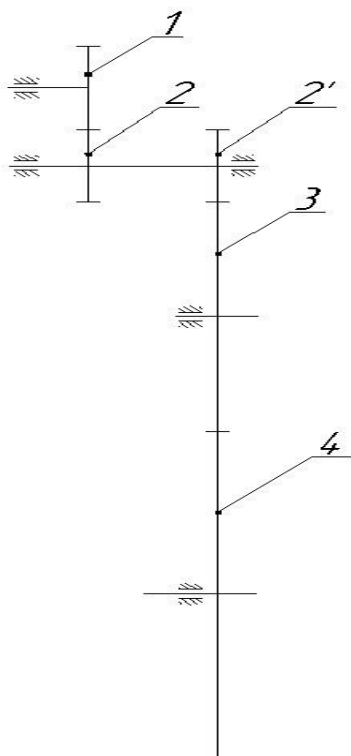


Рисунок 3.4 - Схема редуктора

$h_a = m = 6$ мм - высота головки зуба.

$h_f = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 6 = 7,5$ мм - высота ножки зуба.

$h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 6 = 13,5$ мм – высота зуба.

$d_a = m \cdot (z+2) = 6 \cdot (15+2) = 102$ мм – диаметр вершин зубьев.

$d_f = m \cdot (z-2,5) = 6 \cdot (15-2,5) = 75$ мм – диаметр вершин зубьев.

2. Зубчатое колесо №2.

$d = m \cdot z$ – делительный диаметр,

где $m = 6$ – модуль зубчатого колеса;

$z = 13$ – количество зубчатых колес.

$d = 6 \cdot 13 = 78$ мм.

$h_a = m = 6$ мм - высота головки зуба.

$h_f = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 6 = 7,5$ мм - высота ножки зуба.

$h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 6 = 13,5$ мм – высота зуба.

$d_a = m \cdot (z+2) = 6 \cdot (13+2) = 90$ мм – диаметр вершин зубьев.

$d_f = m \cdot (z-2,5) = 6 \cdot (13-2,5) = 63$ мм – диаметр вершин зубьев.

$a_{w12} = (d_1 + d_2) / 2 = (90 + 78) / 2 = 84$ мм – межосевое расстояние.

3. Зубчатое колесо №2' имеет те же параметры, что и зубчатое колесо №2.

4. Зубчатое колесо №3.

$d = m \cdot z$ – делительный диаметр,

где $m = 6$ – модуль зубчатого колеса;

$z = 45$ – количество зубчатых колес.

$$d = 6 \cdot 45 = 270 \text{ мм.}$$

$h_a = m = 6 \text{ мм}$ - высота головки зуба.

$h_f = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ мм}$ - высота ножки зуба.

$h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 6 = 13,5 \text{ мм}$ – высота зуба.

$d_a = m \cdot (z+2) = 6 \cdot (45+2) = 282 \text{ мм}$ – диаметр вершин зубьев.

$d_f = m \cdot (z-2,5) = 6 \cdot (45-2,5) = 255 \text{ мм}$ – диаметр вершин зубьев.

$a_{w12} = (d_2 + d_3)/2 = (78+270)/2 = 174 \text{ мм}$ – межосевое расстояние.

5. Зубчатое колесо №4.

$d = m \cdot z$ – делительный диаметр,

где $m = 6$ – модуль зубчатого колеса;

$z = 65$ – количество зубчатых колес.

$$d = 6 \cdot 65 = 390 \text{ мм.}$$

$h_a = m = 6 \text{ мм}$ - высота головки зуба.

$h_f = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ мм}$ - высота ножки зуба.

$h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 6 = 13,5 \text{ мм}$ – высота зуба.

$d_a = m \cdot (z+2) = 6 \cdot (65+2) = 390 \text{ мм}$ – диаметр вершин зубьев.

$d_f = m \cdot (z-2,5) = 6 \cdot (65-2,5) = 402 \text{ мм}$ – диаметр вершин зубьев.

$a_{w12} = (d_3 + d_4)/2 = (270+390)/2 = 330 \text{ мм}$ – межосевое расстояние.

Определим частоту вращения каждого зубчатого колеса:

$$U_{i(i+1)} = \frac{n_{i+1}}{n_i} = \frac{d_i}{d_{i+1}}$$

Откуда выразим n :

$$n_3 = \frac{n_4 d_4}{d_3} = \frac{500 \cdot 390}{270} = 722 \text{ об/мин}$$

$$n_2 = \frac{n_3 d_3}{d_2} = \frac{722,2 \cdot 270}{78} = 2499 \text{ об/мин}$$

$$n_1 = \frac{n_2 d_2}{d_1} = \frac{2499 \cdot 78}{90} = 2166 \text{ об/мин}$$

3.3 Расчет стрелы погрузчика

Стрелу необходимо рассчитать на возможность появления продольных изгибающих деформаций. Материал стрелы – сталь 10ХСНД, $[\sigma] = 260 \text{ МПа}$.

1. Определение усилия в гидроцилиндре поворота рабочего оборудования.

$$S_k = \left(R_x \frac{l_3}{l_4} + R_y \frac{l_1}{l_4} + G_{уро} \frac{l_2}{l_4} \right) \cdot \frac{l_5}{l_6} \frac{l_7}{l_8} \frac{1}{n_p}; \quad (3.12)$$

где R_x, R_y – реакции на рабочее оборудование погрузчика соответственно по оси x и y , возникающие при резании грунта ковшом. Так как вместо ковша установлено уплотняющее рабочее оборудование $R_x = R_y = 1$;

$G_{уро}$ – сила тяжести рабочего оборудования; n_p – число гидроцилиндров поворота рабочего оборудования (см. рисунок 3.5).

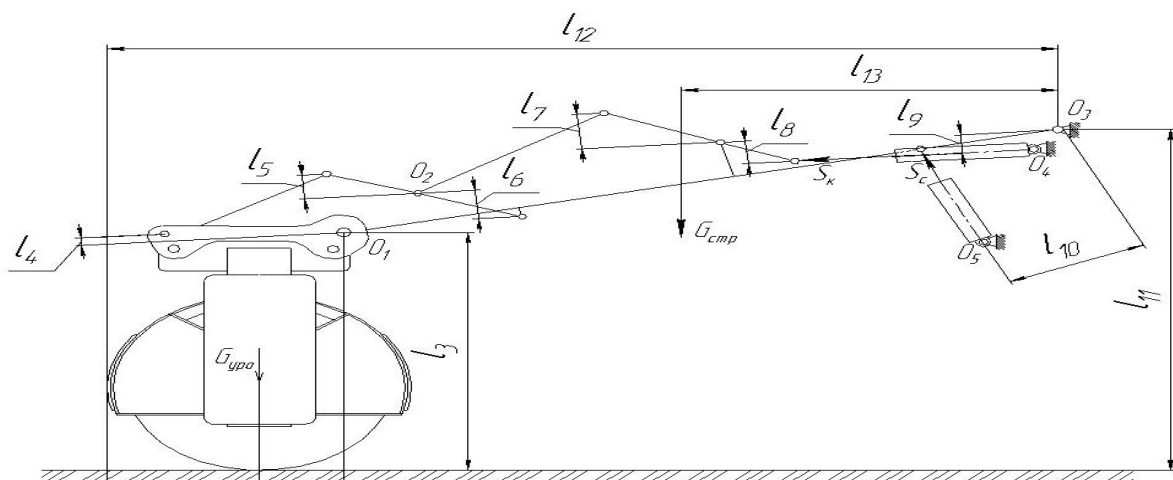


Рисунок 3.5 - Усилия в гидроцилиндрах погрузчика

$$G_{\text{уро}} = 25500 \text{ Н}; \quad n_{\text{п}} = 2;$$

$$l_1 = 0,898 \text{ м}; \quad l_4 = 0,144 \text{ м}; \quad l_7 = 0,136 \text{ м}; \quad l_{10} = 0,555 \text{ м}; \quad l_{13} = 1,428 \text{ м};$$

$$l_2 = 0,323 \text{ м}; \quad l_5 = 0,173 \text{ м}; \quad l_8 = 0,111 \text{ м}; \quad l_{11} = 2,070 \text{ м};$$

$$l_3 = 1,445 \text{ м}; \quad l_6 = 0,210 \text{ м}; \quad l_9 = 0,111 \text{ м}; \quad l_{12} = 3,607 \text{ м};$$

$$S_k = \left(\frac{1,445}{0,045} + \frac{0,898}{0,045} + 25500 \cdot \frac{0,323}{0,045} \right) \cdot \frac{0,144}{0,173} \cdot \frac{0,21}{0,136} \cdot \frac{1}{2} = 117658 \text{ Н}$$

2. Определение усилия в гидроцилиндре подъема стрелы

$$S_c = \frac{R_x l_{11} + R_y l_9 + G_{\text{стр}} l_{13} + G_{\text{уро}} (l_{12} - l_1 + l_2) + S_k l_9}{n_c l_{10}}; \quad (3.13)$$

где $G_{\text{стр}}$ – сила тяжести стрелы;

n_c – число гидроцилиндров подъема стрелы.

$$S_c = \frac{2,070 + 0,111 + 8000 \cdot 1,428 + 25500(3,607 - 0,898 + 0,323) + 117658 \cdot 0,111}{2 \cdot 0,555} = 91715 \text{ Н}$$

3 Расчет стрелы на изгиб

Поперечный разрез стрелы показан на рисунке 3.6.

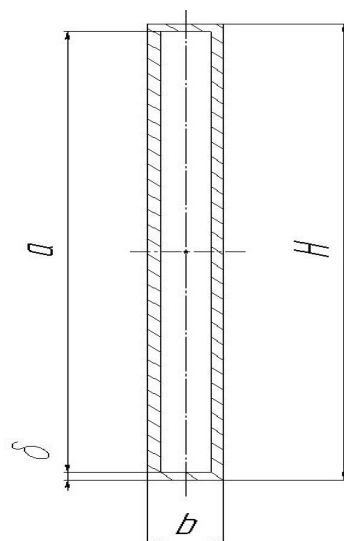


Рисунок 3.6 - Поперечный разрез стрелы

1) Площадь поперечного сечения $F = F_1 - F_2$

$$F_1 = H \cdot b;$$

$$F_2 = (b - 2\delta) \cdot a, \quad a = H - 2\delta,$$

где $H = 30$ см, $b = 3$ см, $\delta = 0,5$ см, $a = 30 - 2 \cdot 0,5 = 29$ см (см. Рис.3.6).

$$\text{Откуда } F_1 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ см}^2,$$

$$F_2 = (3 - 2 \cdot 0,5) \cdot 29 = 58 \text{ см}^2.$$

Площадь поперечного сечения $F = 90 - 58 = 32 \text{ см}^2$.

2) Момент инерции сечения

$$J_x = J_1 + J_2 + F \cdot Y_{\max}^2,$$

где J_1, J_2 – моменты инерции площади 1 и 2 соответственно;

$Y_{\max}$ – расстояние до точки, наиболее отдаленной от нулевой линии.

$$J_1 = n \frac{\delta \cdot a^3}{12}; \quad J_2 = n \frac{\delta \cdot b^3}{12}; \quad Y_{\max} = H/2,$$

где n – количество листов определенных параметров ($n_1 = n_2 = 2$);

$$J_1 = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 29^3}{12} = 2032,42 \text{ см}^4;$$

$$J_2 = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 3^3}{12} = 2,25 \text{ см}^4; \quad Y_{\max} = 30/2 = 15 \text{ см}.$$

Момент инерции сечения

$$J_x = 2032,42 + 2,25 + 32 \cdot 15^2 = 9234,67 \text{ см}^4$$

3) Момент сопротивления изгибу

$$W_x = \frac{J_x}{Y_{\max}} = \frac{9234,67}{15} = 615,64 \text{ см}^3$$

4) Наибольший изгибающий момент

$$M = G_{\text{уро}} \cdot L_{\text{стр}},$$

где $G_{\text{уро}} = 25500$;

H – сила тяжести уплотняющего рабочего оборудования;

$L_{\text{стр}} = 3,125$ м– длина стрелы.

$$M = 25500 \cdot 3,125 = 79,69 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

5) Наибольшее суммарное напряжение

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{79690}{615,64} = 129,44 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = 260 \text{ МПа}, \quad \sigma < [\sigma]$$

3.4 Расчет гидроцилиндров стрелы

3.4.1 Расчет гидроцилиндра подъема стрелы

Рабочее давление в гидросистеме $P_{\text{ном}} = 16$ МПа.

Диаметр поршня гидроцилиндра $D_{\text{ц}}$ определяется исходя из требуемой максимальной нагрузки на штоке гидроцилиндра.

$$D_{\text{ц}} = 2 \sqrt{\frac{R_{\text{ц}}}{\pi \cdot \Delta P_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{гмц}}}}; \quad (3.14)$$

где $R_{\text{ц}} = 91715 \text{ Н}$ – усилие на штоке гидроцилиндра;

$\Delta P_{\text{ц}} = 0,9 \cdot P_{\text{ном}} = 14,4 \text{ МПа}$ – перепад давлений на гидроцилиндре;

$\eta_{\text{гмц}} = 0,95$ – гидромеханический КПД гидроцилиндра.

$$D_{\text{ц}} = 2 \sqrt{\frac{91715}{3,14 \cdot 14,4 \cdot 0,95}} = 92,4 \text{ мм}$$

Задаемся $\varphi = 1,65$ – соотношение поршневой и штоковой полости гидроцилиндра.

Диаметр штока гидроцилиндра находим из соотношения:

$$d_{\text{ц}} = D_{\text{ц}} \sqrt{\frac{\varphi - 1}{\varphi}} = 92,4 \sqrt{\frac{1,65 - 1}{1,65}} = 58 \text{ мм}$$

Выбираем гидроцилиндр:

$D = 100 \text{ мм}$ – диаметр поршня;

$d = 60 \text{ мм}$ – диаметр штока;

$F_{\text{п}} = 78,5 \text{ см}^2$ – площадь поршневой полости;

$F_{\text{ш}} = 47,6 \text{ см}^2$ – площадь штоковой полости;

$L = 1000 \text{ мм}$ – ход поршня;

$R_{\text{выт}} = 126000 \text{ Н}$ – усилие при выталкивании;

$R_{\text{вт}} = 81000 \text{ Н}$ – усилие при втягивании;

Расход рабочей жидкости для гидроцилиндра:

$$Q_{\text{ц}} = V_{\text{ц}} \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4}; \quad (3.15)$$

где $V_{ц} = 0,1$ м/с – требуемая скорость движения штока.

$$Q_{ц} = 0,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,100^2}{4} = 0,785 \text{ л/с}$$

3.4.2 Расчет гидроцилиндра поворота рабочего оборудования

Диаметр поршня гидроцилиндра $D_{ц}$ определяется исходя из требуемой максимальной нагрузки на штоке гидроцилиндра.

$$D_{ц} = 2 \sqrt{\frac{R_{ц}}{\pi \cdot \Delta P_{ц} \cdot \eta_{гмц}}}; \quad (3.16)$$

где $R_{ц} = 117658$ Н – усилие на штоке гидроцилиндра;

$\Delta P_{ц} = 0,9 \cdot P_{ном} = 14,4$ МПа – перепад давлений на гидроцилиндре;

$\eta_{гмц} = 0,95$ – гидромеханический КПД гидроцилиндра.

$$D_{ц} = 2 \sqrt{\frac{117658}{3,14 \cdot 14,4 \cdot 0,95}} = 104,7 \text{ мм}$$

Задаемся $\varphi = 1,33$ – соотношение поршневой и штоковой полости гидроцилиндра.

Диаметр штока гидроцилиндра находим из соотношения:

$$d_{ц} = D_{ц} \sqrt{\frac{\varphi - 1}{\varphi}} = 104,7 \sqrt{\frac{1,33 - 1}{1,33}} = 52,15 \text{ мм}$$

Выбираем гидроцилиндр:

$D = 110$ мм – диаметр поршня;

$d = 50$ мм – диаметр штока;

$F_{\text{п}} = 95 \text{ см}^2$ – площадь поршневой полости;

$F_{\text{ш}} = 71,5 \text{ см}^2$ – площадь штоковой полости;

$L = 320$ мм – ход поршня;

$R_{\text{выт}} = 152000 \text{ Н}$ – усилие при выталкивании;

$R_{\text{вт}} = 121000 \text{ Н}$ – усилие при втягивании;

Расход рабочей жидкости для гидроцилиндра:

$$Q_{\text{ц}} = V_{\text{ц}} \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4}; \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{ц}} = 0,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,110^2}{4} = 0,950 \text{ л/с}$$

где $V_{\text{ц}} = 0,1$ м/с – требуемая скорость движения штока.

3.5 Тяговый расчет

Тяговый расчет погрузчика с уплотняющим рабочим оборудованием будем производить по методике для катка.

Определим тяговое усилие машины из следующего соотношения:

$$T = G_{\text{сц}} \cdot \varphi_{\text{сц}}, \quad (3.18)$$

где T – сила тяги машины;

$G_{\text{сц}} = 40000 \text{ Н}$ – сцепной вес машины;

$\varphi_{\text{сц}} = 0,9$ – коэффициент сцепления.

Сила тяги погрузчика с уплотняющим оборудованием

$$T = 40000 \cdot 0,9 = 36000 \text{ Н}$$

Условие, при котором машина будет функционировать:

$$W_{\Sigma} \leq T.$$

$$W_{\Sigma} = W_1 + W_2 + W_3.$$

1) W_1 – сопротивление перекатыванию катка при движении вверх по уклону.

$$W_1 = G \cdot (f + i), \quad (3.19)$$

где $G = 85000 \text{ Н}$ – вес машины;

$f = 0,2$ – сопротивление перекатыванию;

$i = 0,05$ – уклон.

Сопротивление перекатыванию катка

$$W_1 = 85000 \cdot (0,2 + 0,05) = 21250 \text{ Н}.$$

2) W_2 – сопротивление инерции при трогании с места.

$$W_2 = m \cdot x \cdot (V/t_p),$$

где $m = 8500$ – масса катка;

$V = 1 \text{ км/ч} = 0,27 \text{ м/с}$ – скорость движения;

$t_p = 2 \text{ с.}$ – время разгона;

$x = 1,1$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Сопротивление инерции при трогании с места

$$W_2 = 8500 \cdot 1,1 \cdot (0,27/2) = 1262 \text{ Н.}$$

3) W_3 – дополнительное сопротивление на криволинейных участках.

$$W_3 = K_1 \cdot G_1, \quad (3.20)$$

где $K_1 = 0,3$ – коэффициент сопротивления;

$G_1 = 40000 \text{ Н}$ – сила тяжести катка на управляемой оси.

Дополнительное сопротивление на криволинейных участках

$$W_3 = 0,3 \cdot 40000 = 12000 \text{ Н}$$

Суммарное сопротивление движению

$$W_{\Sigma} = 21250 + 1262 + 12000 = 34512 \text{ Н}$$

Откуда следует, что $W_{\Sigma} < T$.

3.6 Расчет производительности

Производительность погрузчика с уплотняющим рабочим оборудованием определим, как производительность катка:

$$\Pi = \frac{(B_B - a_B) \cdot V_K}{Z}; \quad (3.21)$$

где $B_B = 3 \text{ м}$ – ширина уплотняемой полосы;

$a_B = 0,1 \text{ м}$ – величина перекрытия предыдущего прохода;

$V_K = 2 \text{ км/ч}$ – скорость движения;

$z = 2$ – количество проходов.

Производительность погрузчика с уплотняющим рабочим оборудованием:

$$\Pi = \frac{(3 - 0,1) \cdot 2000}{2} = 2900 \text{ м}^2/\text{ч}$$

Можно еще определить объемную производительность по следующей формуле:

$$\Pi = \frac{(B_B - a_B) \cdot V_K \cdot h}{z}; \quad (3.22)$$

где $h = 5 \text{ см}$ – толщина уплотняемого слоя.

$$\Pi = \frac{(3 - 0,1) \cdot 2000 \cdot 0,05}{2} = 145 \text{ м}^3/\text{ч}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная дипломная работа направлена на создание сменного уплотняющего оборудования, которое может навешиваться на различные строительно-дорожные машины и позволит снизить как материальные, так и энергетические затраты в технологии процесса уплотнения.

В представленной работе проведен патентно-технический обзор и анализ технологии процессов уплотнения и технических решений уплотняющего оборудования. По результатам анализа принято конструктивное решение – спроектировать навесной полиуретановый валец, сочетающий трамбующее циклическое воздействие вальца, обладающего упругими свойствами пневмошин, и позволяющего сократить количество проходов по одному следу без вреда качеству уплотняемой поверхности.

Навесное уплотняющее оборудование выполнено как дополнительное сменное рабочее оборудование на фронтальный одноковшовый погрузчик ТО-18 и предназначено для однопроходного уплотнения предварительно спланированных насыпных грунтов и гравийно-щебёночных материалов при строительстве автомобильных дорог и подобных сооружений.

В уплотняющем рабочем оборудовании реализуется оригинальный принцип трамбовки и укатки материала путем вращения рабочего органа (полиуретанового вальца) в эксцентриковом валу. Укатка осуществляется за счет свободного движения полиуретанового вальца в пазах эксцентриков с помощью базовой машины, перемещающейся со скоростью 1 км/ч. Трамбовка осуществляется за счет принудительного вращения и возвратно-поступательного перемещения вальца по уплотняемой поверхности при помощи двух синхронизированных гидромоторов.

В расчетной части работы представлен необходимый минимум расчетов уплотняющего рабочего оборудования, редуктора, металлоконструкции стрелы погрузчика, элементов гидросистемы, тяговый расчет и расчет производительности машины.

Приобретение предприятием навесного уплотняющего оборудования позволит сократить номенклатуру используемой в работе уплотняющей техники, а, значит, и расходы на её приобретение, обслуживание и транспортировку, что при нынешних ценах принесет немалую экономию материальных средств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебник для вузов по специальности «Строительные и дорожные машины и оборудование»/В.И. Баловнев, Г.В. Кустарев, А.Н. Новиков и др., Под общ. ред. В.И. Баловнева. – 2-е изд., дополн. и перераб. М.-О.: СибАДИ, 2001. – 528 с.: ил. 209.
- 2 Холодов В.И. Проектирование машин для земляных работ. Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1983.
- 3 Базанов В.И., Забегалов А.Ю. Самоходные погрузчики. М.: Машиностроение, 1979.
- 4 Варганов А.В., Андреев М.А. Машины для уплотнения грунтов и дорожных покрытий. 1981.
- 5 Соколов М.А., Новиков А.Н. Самоходные и полуприцепные дорожные катки. М.: Машиностроение, 1991.
- 6 Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, усталость и уплотнение грунтов земляного полотна. М.: Высшая школа, 1975.
- 7 Савельев С.В. Обоснование режимных параметров вибрационного катка для уплотнения грунтов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. О.:СибАДИ, 2004 – 173 с.: ил.
- 8 Курбатов Н.Е. Определение параметров уплотняющего оборудования ударно-укатывающего действия: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.:МАДИ, 1990 – 172 с.: ил.
- 9 Дудкин М.В. Кузнецов П.С., Сакимов М.А., Киялбаев А.К. Дорожный каток с уплотняющим вальцом переменной кривизны/ Журнал «Вестник ВКГТУ» № 2 / ВКГТУ, Усть-Каменогорск, 2005. – 8 с.
- 10 Дудкин М.В. Сакимов М.А. Кузнецов П.С. Анализ уплотнения дорожно-строительных материалов различными катками и дорожный каток с уплотняющим вальцом переменной кривизны/ Журнал «Вестник КГТУ». Серия транспорт. Выпуск 39./ КГТУ – Красноярск, 2005. – С. 283-290.

Инв. № подл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № дил.		Подп. и дата		Справ. №		Перв. примен.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение
Разраб.	Ешпанов А.	Ешпанов А.	12.05										
Пров.	Кульгильдинов БМ	Кульгильдинов БМ	12.05										
Н.контр.	Козбагаров Р.А.	Козбагаров Р.А.	12.05										
Утв.	Машеков С.А.	Машеков С.А.	12.05										
ДР.ПТМ.15.49.01.05.000 Эксцентрик Сборочный чертеж Копировал										Лит Лист Листов 1 КазАТК им.К.Сатпаева Кафедра ТТ Формат А4			

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			ДР.ПТМ.15.49.01.02.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
						Детали			
Спроб. №				1	ДР.ПТМ.15.49.01.02.001	Вал	4		
				2	ДР.ПТМ.15.49.01.02.002	Вал	2		
				3	ДР.ПТМ.15.49.01.02.003	Вал	2		
				4	ДР.ПТМ.15.49.01.02.004	Шестерня	2		
				5	ДР.ПТМ.15.49.01.02.005	Шестерня	4		
				6	ДР.ПТМ.15.49.01.02.006	Шестерня	2		
				7	ДР.ПТМ.15.49.01.02.007	Шестерня	2		
				8	ДР.ПТМ.15.49.01.02.008	Лист БТ-ПН-О-с ГОСТ 19904-90	2		
				9	ДР.ПТМ.15.49.01.02.009	Лист БТ-ПН-О-с ГОСТ 19904-90	2		
				10	ДР.ПТМ.15.49.01.02.010	Лист ОЦ БТ-ПН-НО-с ГОСТ 19904-90	2		
				11	ДР.ПТМ.15.49.01.02.011	Лист БТ-ПН-О-с ГОСТ 19904-90	2		
Подп. и дата						Стандартные изделия			
				12		Винт М14 х 90 ГОСТ 1491-80	2		
				13		Манжета 1-30 х 52-1 ГОСТ 8752-79	2		
				14		Манжета 1-60 х 85-1 ГОСТ 8752-79	2		
				15		Подшипник 50206 ГОСТ 2893-82	6		
				16		Подшипник 42206 ГОСТ 8328-75	2		
				17		Подшипник 50211 ГОСТ 2893-82	4		
				18		Подшипник 50212 ГОСТ 2893-82	2		
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДР.ПТМ.15.49.01.02.000			
	Разраб.	Ешпанов А.		Ешпанов	12.05				
	Пров.	Кузьмичев БМ		Кузьмичев	12.05				
	Н.контр.	Казбагаров Р.А.		Казбагаров	12.05				
	Утв.	Машеков С.А.		Машеков	12.05				
						Редуктор	Лит.	Лист	Листов
						Сборочный чертеж		1	2
						КазНИТУ им.К.Сампаева			
						Кафедра ТТ			
						Формат А4			

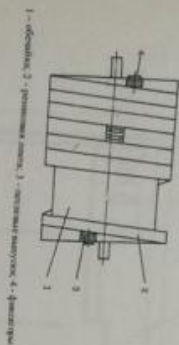
Копировал

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			ДР.ПТМ.15.49.01.00.000 СБ	Сборочный чертеж	1		
						Сборочные единицы			
Справ. №		A1	1		ДР.ПТМ.15.49.01.01.000 СБ	Валец полиуретановый	1		
		A1	2		ДР.ПТМ.15.49.01.02.000 СБ	Редуктор	2		
		A1	3		ДР.ПТМ.15.49.01.03.000 СБ	Рама	1		
		A1	4		ДР.ПТМ.15.49.01.04.000 СБ	Кожух	1		
		A1	5		ДР.ПТМ.15.49.01.05.000 СБ	Эксцентрик	2		
						Стандартные изделия			
Подп. и дата			6			Болт М10х35 ГОСТ 7805-70	8		
			7			Болт М16х130 ГОСТ 7805-70	8		
			8			Гидромотор ТУ 22-3444-75	2		
			9			Манжета30 ГОСТ8752-79	2		
			10			Манжета55 ГОСТ8752-79	2		
			11			Манжета60 ГОСТ8752-79	2		
			12			Муфта сцепления ГОСТ 8752-79	2		
			13			Подшипник50206 ГОСТ2893-82	4		
			14			Подшипник50205 ГОСТ2893-82	2		
			15			Подшипник50211 ГОСТ2893-82	6		
			16			Подшипник50212 ГОСТ2893-82	2		
			17			Подшипник42205 ГОСТ8328-75	2		
	ДР.ПТМ.15.49.01.00.000								
	Инф. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Навесное уплотняющее рабочее оборудование		
		Разраб.	Ешпанов А.	Эсент	11.01				
		Проб.	Кульгильдина БМ	5.11	12.05				
		Н.контр.	Козбагаров Р.А.	12.09	12.05				
	Утв.	Машеков С.А.	12.09	12.05		КазНИТУ им.К.Сампаева Кафедра ТТ			

Копировал

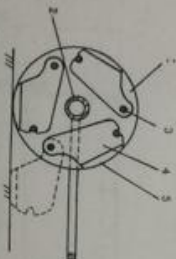
Формат А4

ВАЛЫ ДВУХКОЛЕСНОГО КАТКА
 № ССРС № 60750
 Автор: НИИ-4 Коперники



1 - ось; 2 - колеса; 3 - рама; 4 - деталь

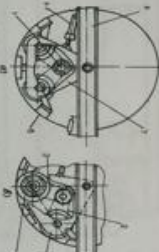
ПОЛУ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КАТОК
 Патент США № 432796



1 - ось; 2 - колеса; 3 - деталь

ВАЛЫ ДВУХКОЛЕСНОГО КАТКА
 № ССРС № 89860

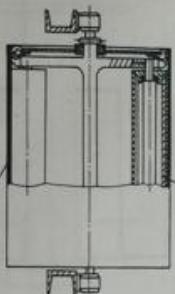
Автор: Сирен В.А., Иванов С.А., Редина А.М.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - рама; 4 - деталь

ВАЛЫ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ
 № ССРС № 89860

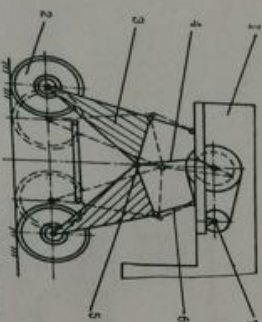
Автор: Сирен В.А., Иванов С.А., Редина А.М.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - деталь

КАТОК ШИШЕЧНОГО ДВИЖЕНИЯ
 № ССРС № 47984

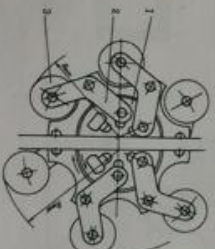
Автор: Гринюк В.А., Васильев С.П., Токмак М.М.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - деталь

РАБОЧИЙ ОУСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛАТЫВАНИЯ
 № ССРС № 89860

Автор: Сирен В.А., Иванов С.А., Редина А.М.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - деталь

ДОРОЖНЫЙ КАТОК С ВАЛЫМИ ПЕРЕМЕННОГО РАДИУСА
 КРИВИЗНА

№ ССРС № 1096330

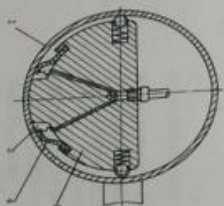
Автор: Петров А.В., Хренов П.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - деталь

ВАЛЫ ДВУХКОЛЕСНОГО КАТКА
 № ССРС № 92428

Автор: Шенков С.А., Петров А.М.



1 - ось; 2 - колеса; 3 - рама; 4 - деталь

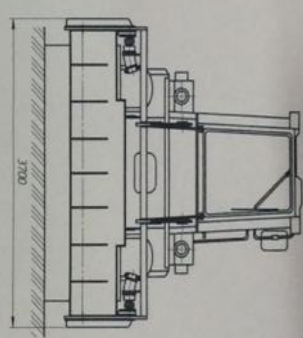
Дипломная работа

Разработка конструкции гидравлического уплотняющего органа

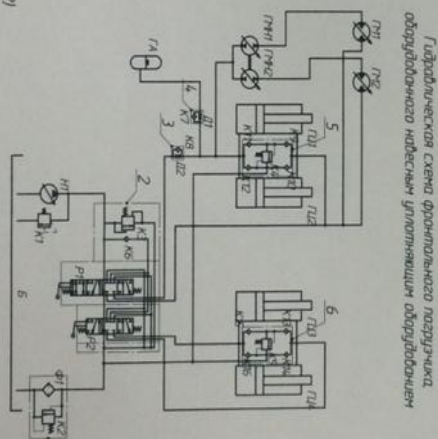
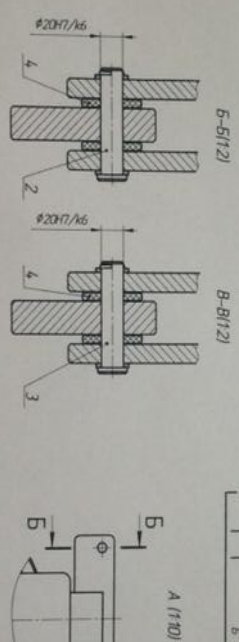
Автор: Ефимов А.И.

5807100 ТТ-5-1р

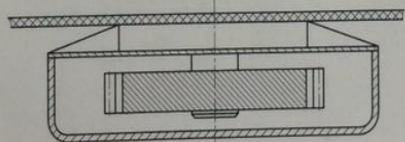
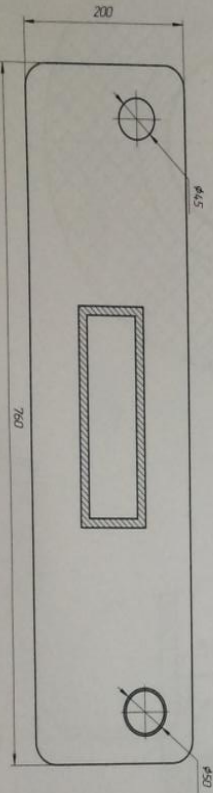
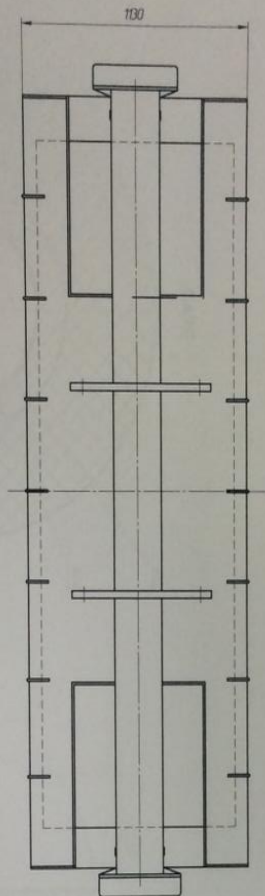
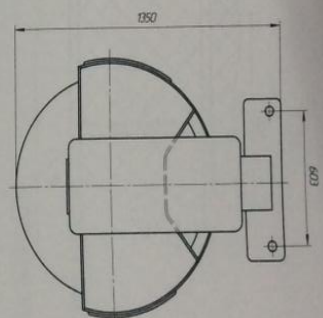
Кафедра Транспортивно-механика



-
- Technical drawing of a machine, likely a lathe or mill, showing a top view and a side view. The top view shows a large rectangular base with a central circular feature and a smaller circular feature on the right. The side view shows a complex structure with a large cylindrical component and a smaller cylindrical component on the right. A dimension line indicates a length of 2380 mm. Labels B-51121 and B-51122 are present, pointing to specific parts of the machine.

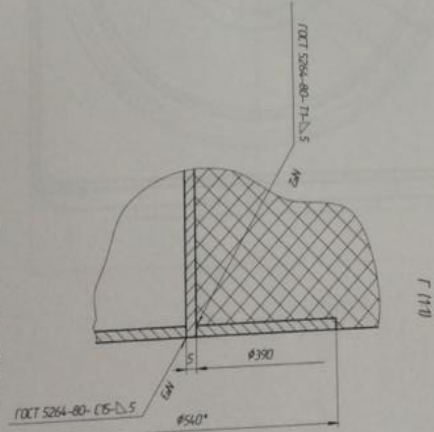
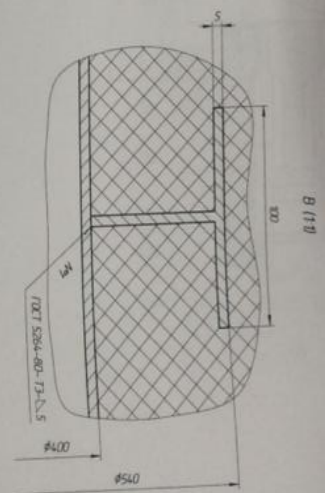
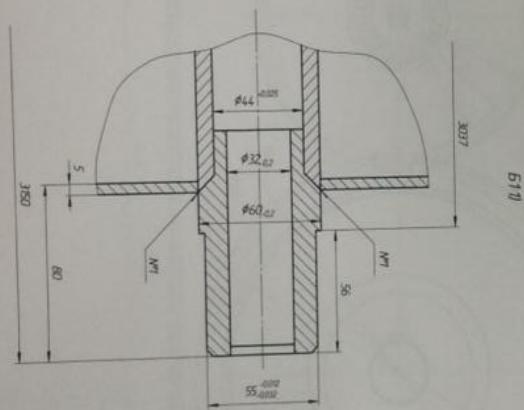
[illegible]

№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20	№ 21	№ 22	№ 23	№ 24	№ 25	№ 26	№ 27	№ 28	№ 29	№ 30	№ 31	№ 32	№ 33	№ 34	№ 35	№ 36	№ 37	№ 38	№ 39	№ 40	№ 41	№ 42	№ 43	№ 44	№ 45	№ 46	№ 47	№ 48	№ 49	№ 50	№ 51	№ 52	№ 53	№ 54	№ 55	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59	№ 60	№ 61	№ 62	№ 63	№ 64	№ 65	№ 66	№ 67	№ 68	№ 69	№ 70	№ 71	№ 72	№ 73	№ 74	№ 75	№ 76	№ 77	№ 78	№ 79	№ 80	№ 81	№ 82	№ 83	№ 84	№ 85	№ 86	№ 87	№ 88	№ 89	№ 90	№ 91	№ 92	№ 93	№ 94	№ 95	№ 96	№ 97	№ 98	№ 99	№ 100	№ 101	№ 102	№ 103	№ 104	№ 105	№ 106	№ 107	№ 108	№ 109	№ 110	№ 111	№ 112	№ 113	№ 114	№ 115	№ 116	№ 117	№ 118	№ 119	№ 120	№ 121	№ 122	№ 123	№ 124	№ 125	№ 126	№ 127	№ 128	№ 129	№ 130	№ 131	№ 132	№ 133	№ 134	№ 135	№ 136	№ 137	№ 138	№ 139	№ 140	№ 141	№ 142	№ 143	№ 144	№ 145	№ 146	№ 147	№ 148	№ 149	№ 150	№ 151	№ 152	№ 153	№ 154	№ 155	№ 156	№ 157	№ 158	№ 159	№ 160	№ 161	№ 162	№ 163	№ 164	№ 165	№ 166	№ 167	№ 168	№ 169	№ 170	№ 171	№ 172	№ 173	№ 174	№ 175	№ 176	№ 177	№ 178	№ 179	№ 180	№ 181	№ 182	№ 183	№ 184	№ 185	№ 186	№ 187	№ 188	№ 189	№ 190	№ 191	№ 192	№ 193	№ 194	№ 195	№ 196	№ 197	№ 198	№ 199	№ 200	№ 201	№ 202	№ 203	№ 204	№ 205	№ 206	№ 207	№ 208	№ 209	№ 210	№ 211	№ 212	№ 213	№ 214	№ 215	№ 216	№ 217	№ 218	№ 219	№ 220	№ 221	№ 222	№ 223	№ 224	№ 225	№ 226	№ 227	№ 228	№ 229	№ 230	№ 231	№ 232	№ 233	№ 234	№ 235	№ 236	№ 237	№ 238	№ 239	№ 240	№ 241	№ 242	№ 243	№ 244	№ 245	№ 246	№ 247	№ 248	№ 249	№ 250	№ 251	№ 252	№ 253	№ 254	№ 255	№ 256	№ 257	№ 258	№ 259	№ 260	№ 261	№ 262	№ 263	№ 264	№ 265	№ 266	№ 267	№ 268	№ 269	№ 270	№ 271	№ 272	№ 273	№ 274	№ 275	№ 276	№ 277	№ 278	№ 279	№ 280	№ 281	№ 282	№ 283	№ 284	№ 285	№ 286	№ 287	№ 288	№ 289	№ 290	№ 291	№ 292	№ 293	№ 294	№ 295	№ 296	№ 297	№ 298	№ 299	№ 300	№ 301	№ 302	№ 303	№ 304	№ 305	№ 306	№ 307	№ 308	№ 309	№ 310	№ 311	№ 312	№ 313	№ 314	№ 315	№ 316	№ 317	№ 318	№ 319	№ 320	№ 321	№ 322	№ 323	№ 324	№ 325	№ 326	№ 327	№ 328	№ 329	№ 330	№ 331	№ 332	№ 333	№ 334	№ 335	№ 336	№ 337	№ 338	№ 339	№ 340	№ 341	№ 342	№ 343	№ 344	№ 345	№ 346	№ 347	№ 348	№ 349	№ 350	№ 351	№ 352	№ 353	№ 354	№ 355	№ 356	№ 357	№ 358	№ 359	№ 360	№ 361	№ 362	№ 363	№ 364	№ 365	№ 366	№ 367	№ 368	№ 369	№ 370	№ 371	№ 372	№ 373	№ 374	№ 375	№ 376	№ 377	№ 378	№ 379	№ 380	№ 381	№
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---



Техническая характеристика
Масса рабочего оборудования – 25 т.
Техническая производительность – 2900 кДм/ч
Продолжительность рабочего цикла – гидроэлектрический
Мощность двигателя привода
рабочего оборудования – 26 кВт
Передающее число редуктора – 4
Числовая величина рабочего органа – 8 об/с
Плоск. воздействия рабочего органа – 3,4 см.
Длина рабочего органа – 31428 т.

Gr. No.	74	Gr. Name	7th	Gr. Sec	10
Room	101	Room	101	Room	101
Section	1	Section	1	Section	1
Teacher	Mr. [illegible]	Teacher	Mr. [illegible]	Teacher	Mr. [illegible]
Student	[illegible]	Student	[illegible]	Student	[illegible]
Parent	[illegible]	Parent	[illegible]	Parent	[illegible]
Address	[illegible]				
City	[illegible]				
State	[illegible]				
Zip	[illegible]				
Phone	[illegible]				
Other	[illegible]				
Notes	[illegible]				

[illegible]

Technical drawing of a mechanical assembly, showing a top view and a side view.

Top View Dimensions:

- Overall diameter: $\phi 412$ mm
- Inner diameter: $\phi 390$ mm
- Central hole diameter: $\phi 175$ mm
- Flange thickness: $\phi 282$ mm
- Flange width: $\phi 270$ mm
- Flange outer diameter: $\phi 255$ mm
- Flange inner diameter: $\phi 230$ mm
- Flange hole diameter: $\phi 20$ mm
- Flange hole spacing: $\phi 63$ mm

Side View Dimensions:

- Overall height: 76 mm
- Flange height: 330 mm
- Central shaft diameter: $\phi 20$ mm
- Central shaft length: 264 mm

*Размеры для справок

43

Дан текст гласи у деловној документацији: *судебности и
направљених акци по ГДТ 25069-87*

[illegible]

2005010648 MW 02

 $\sqrt{32}$ (M)

1. Негидролизное предельное отклонение параметров $H\%$, $h\%$, $\Delta T\%$;
2. Негидролизное предельное отклонение $0,3\text{ мн}$.

[illegible]

1. Неполное покрытие окислов железа: H%, H%, $\Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$
2. Неполное покрытие окислами O.3 H%

[illegible]

0010501594857

 $\sqrt{32.144}$

1. Негарантированное предложение отклонено правительством НН, МН, «ИТ»/2
2. Негарантированное предложение отклонено правительством 0,3 млн

[illegible]

РЕЦЕНЗИЯ

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

На тему: Разработка конструкции навесного уплотняющего органа

Выполнено:

- а) графическая часть на 6 листах
б) пояснительная записка на 66 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По рецензируемой работе имеются следующие замечания:

1. В пояснительной записке отсутствует ряд ссылок на таблицы и рисунки.
2. Рисунки и таблицы должны быть оформлены по ГОСТу.

Оценка работы

Несмотря на указанные замечания, дипломная работа заслуживает хо-
рошей оценки, а исполнитель, Ешпанов Арман Маратбекович, присвоения
квалификации бакалавра по специальности 5B071300- «Транспорт,
транспортная техника и технологии», а работа оценивается на 80 баллов.

Рецензент

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

А.М. Кекильбаев



Ф КазННТУ 704-22. Рецензия

Отзыв научного руководителя

Дипломная работа

(вид работы)

Ешпанов Арман Маратбекович

(ф.и.о. студента)

5B071300-Транспорт, транспортная техника и технологии

(шифр и наименование специальности)

Тема: Разработка конструкции навесного уплотняющего органа

Ешпанов Арман Маратбекович, в процессе выполнения дипломной работы в полной мере использовала знания, полученные в университете. Работа выполнена в соответствии с заданием кафедры.

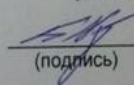
В работе необходимые расчеты были выполнены в полном объеме, все чертежи выполнены в соответствии с требованиями ГОСТа. Кроме того, были проведены и обследованы патентные поиски навесного уплотняющего органа. Предлагаемая конструкция повысит эффективность работы. Были сделаны все необходимые расчеты.

Представленная на защиту дипломная работа показывает уровень подготовки автора А.М. Ешпанова. В связи с этим Ешпанов А.М. 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.

«17» мая 2019г.

Отчет подоби́я



Университет:	Satbayev University
Название:	Разработка конструкции навесного уплотняющего органа
Автор:	Ешпанов Арман Маратбекович
Координатор:	Бахтияр Кульгильдинов
Дата отчета:	2019-05-13 06:24:01
Коэффициент подоби́я № 1: ?	2,7%
Коэффициент подоби́я № 2: ?	0,0%
Длина фразы для коэффициента подоби́я № 2: ?	25
Количество слов:	3 101
Число знаков:	24 423
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	29



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 4

- Самые длинные фрагменты, определенные, 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 подоби́я

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