**2012**

Укладач: Альошичев Павло Валентинович

ДДМА

2012

Конспект лекцій з дисципліни «Дорожні машини»



Рекомендовано до використання в учбовому

процесі засіданням кафедри ПТМ Протокол № 1 від 15.08.2012 р.

СОДЕРЖАНИЕ

[1 СКРЕПЕРЫ. КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА 3](#_Toc303891269)

[1.1 СКРЕПЕРЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ 3](#_Toc303891270)

[1.2 УСТРОЙСТВО СКРЕПЕРОВ 6](#_Toc303891271)

[1.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАБОТЫ 9](#_Toc303891272)

[1.4 ОСНОВЫ РАСЧЕТА 10](#_Toc303891273)

[2 ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ МАШИН 16](#_Toc303891274)

[2.1 КОМПЛЕКТ МАШИН ДЛЯ СКОРОСТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ 16](#_Toc303891275)

[2.2 КОМПЛЕКТ МАШИН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЕТОННЫХ ДОРОГ 21](#_Toc303891276)

[2.3 КОМПЛЕКТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН ДС-110 24](#_Toc303891277)

[3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОРОЖНЫХ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ 28](#_Toc303891278)

[3.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОРОЖНЫХ МАШИНАХ 28](#_Toc303891279)

[3.2 ЗНАЧЕНИЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ 32](#_Toc303891280)

[3.3 ДОРОГА КАК ТРАНСПОРТНОЕ СООРУЖЕНИЕ 33](#_Toc303891281)

[3.4 МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ 33](#_Toc303891282)

[3.5 ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ КОМПЛЕКСОМ ДОРОЖНЫХ МАШИН 37](#_Toc303891283)

[4 МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ, ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ 42](#_Toc303891284)

[4.1 ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН 42](#_Toc303891285)

[4.2 ХАРАКТЕРИСТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН 43](#_Toc303891286)

[4.2.1 Катки с гладкими металлическими вальцами 43](#_Toc303891287)

[4.2.2 Вибрационные катки 44](#_Toc303891288)

[4.2.3 Катки на пневматическом ходу 47](#_Toc303891289)

[4.2.4 Кулачковые катки 49](#_Toc303891290)

[4.2.5 Решетчатые катки, катки с уплотняющими башмаками 50](#_Toc303891291)

[4.3 МЕТОД УДАРНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ 51](#_Toc303891292)

[5 РЫХЛИТЕЛИ. КОСТРУКЦИИ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА 52](#_Toc303891293)

[5.1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О БУЛЬДОЗЕРАХ 52](#_Toc303891294)

[5.2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫХЛИТЕЛЕЙ 54](#_Toc303891295)

[5.3 ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ БУЛЬДОЗЕРА 66](#_Toc303891296)

[5.4 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЫХЛИТЕЛЯ 68](#_Toc303891297)

[6 СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭКСКАВАТОРА 71](#_Toc303891298)

[6.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАТИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ОДНОКОВШЕВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ 71](#_Toc303891299)

[7 ТРАМБУЮЩИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ 83](#_Toc303891301)

[7.1 ОБЩЕФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРАМБОВАНИЯ ГРУНТОВ 83](#_Toc303891302)

[7.2 ТРАМБОВКИ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВИБРОЗАЩИЩЕННЫЕ [1] 85](#_Toc303891303)

[ПТ-6, ПТ-9, ПТ-4503. 85](#_Toc303891304)

[7.3 ВИБРОТРАМБОВКИ 87](#_Toc303891305)

[7.4 ВИБРОПЛИТЫ ВУ-05-45, ВУ-11-75 89](#_Toc303891306)

[7.5 ТРАМБУЮЩИЕ МАШИНЫ 90](#_Toc303891307)

[7.6 ГЛУБИННЫ ГИДРОВИБРОТРАМБОВКИ[5] 93](#_Toc303891308)

# 1 СКРЕПЕРЫ. КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА

## 1.1 СКРЕПЕРЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ

Скрепер - землеройно-транспортная машина, приводимая в движение тягачом или собственным двигателем и предназначенная для послойного срезания грунта, транспортирования и разгрузки его, производимой в большинстве случаев (кроме моделей с разгрузкой назад) с последующими разравниванием и предварительным уплотнением (рис. 1.1, 1.2) [1, 2, 8].



Рисунок 1.1 - Скрепер Terex TS14G



Рисунок 1.2 - Скрепер Caterpillar 631E

Скреперы применяют при разработке грунтов до IV категории включительно. Для облегчения процесса копания скрепером грунты выше 2-й категории предварительно разрыхляют рыхлителями.

Дальность транспортирования грунта прицепными скреперами экономически эффективна на расстояние до 300 м и самоходными до 5000 м. Рабочий процесс скрепера состоит из следующих операций: набора грунта, транспортирования груженого скрепера, разгрузки, транспортирования пустого скрепера к забою. С помощью скреперов можно возводить насыпь земляного полотна из боковых резервов или грунтовых карьеров, устраивать выемки с отвозкой грунта в насыпи или кавальеры, планировать строительные площадки, срезать растительный слой грунта в полосе отвода дороги.

С учетом основных признаков скреперы классифицируются:

1. По емкости ковша (м3) — на скрепер малой емкости, с ковшом емкостью до 5; скрепер средней емкости, с ковшом емкостью до 6 - 15; скрепер большой емкости с ковшом емкостью более 15;

2. По способу загрузки — на заполняемые за счет подпора грунта при реализации тягового усилия базового тягача и загружаемые с помощью загрузочного устройства. К первому типу относятся скреперы обычного исполнения, а к второму типу — элеваторные, гребковые, роторные.

3. По способу разгрузки — на скреперы со свободной, принудительной и полупринудительной (комбинированной) разгрузкой. В скреперах со свободной разгрузкой опорожнение ковша осуществляется под действием собственного веса грунта. В скреперах с принудительной разгрузкой полное опорожнение ковша осуществляется с помощью задней стенки. В скреперах с полупринудительной (комбинированной) разгрузкой часть объема грунта высыпается под действием собственного веса, а часть с помощью принудительной очистки.

4. По типу привода — на скреперы с канатным, электромеханическим и гидравлическим приводом.

Канатный привод состоит из следующих узлов: механической лебедки, системы полиспастов и направляющих блоков, а также рычагов управления. Электрический привод состоит из электродвигателя, шестеренчатого редуктора и зубчатого реечного механизма. К электромеханическому приводу следует отнести также привод, состоящий из электролебедки и канатно-блочного механизма. Гидравлический привод включает насос, бак с жидкостью, гибкие шланги и гидрораспределитель.

5. По способу агрегатирования — на прицепные, полуприцепные, самоходные и скреперные поезда.

Прицепной скрепер буксируется гусеничным или двухосным колесным трактором. Полуприцепный скрепер находится в сцепке с гусеничным или двухосным колесным трактором (тягачом) передней частью (хоботом) через опорно-сцепное устройство.

Самоходный скрепер представляет собой единую конструкцию с индивидуальной энергетической установкой, обеспечивающей передвижение машины и работу всех агрегатов, в том числе и управление рабочими органами.

6. По типу тягача или самоходного оборудования — на колесные и гусеничные. Самоходный скрепер, как правило, выполнен на пневмоколесном ходу.

7. По типу трансмиссий — на механические, гидромеханические, электрические и гидростатические.

Наиболее распространенной для самоходных скреперов является гидромеханическая трансмиссия. Основные конструктивные схемы скреперов показаны на рис. 1.3.

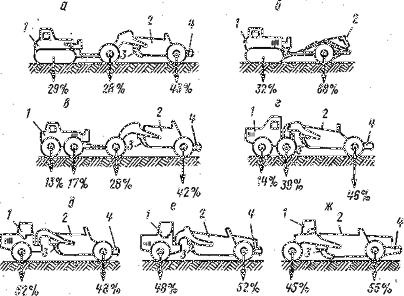


Рис. 1.3 - Схемы скреперов:

а и б — двухосный прицепной и одноосный прицепной к гусеничному трактору; в — прицепной к колесному тягачу; г — полуприцепной к двухосному тягачу; д — полуприцепной к одноосному тягачу или самоходный скрепер с мотор-колесами; е — самоходный двухмоторный; ж — самоходный с задним двигателем; з — скрепер-бульдозер; 1 — гусеничный трактор или колесный тягач; 2 —ковш; 3 — заслонка; 4 — буфер; цифры указывают примерное распределение массы скрепера с груженым ковшом по осям.

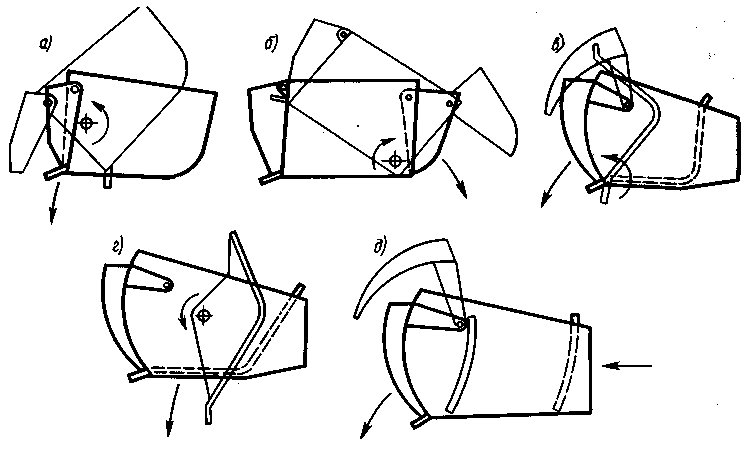


Рис. 1.4 - Схемы разгрузки ковша скрепера:

а — свободная разгрузка вперед; б — свободная разгрузка назад; в — принудительная разгрузка; г — полупринудительная разгрузка через нож; д — щелевая разгрузка; 1 — передняя заслонка; 2 — ковш; 3— нож; 4 — задняя заслонка; 5 — задняя стенка; 6 — днище; 7 — заслонка

## 1.2 УСТРОЙСТВО СКРЕПЕРОВ

Рабочим органом скрепера является сварной ковш, имеющий на передней кромке днища во всю ширину ступенчатые ножи. В задней части ковша находится буфер, который имеет двоякое назначение. В первом случае он предназначен для упора отвала бульдозера при подталкивании скрепера. Во втором случае центральная балка буфера служит как направляющая хвостовика задней стенки. Боковые стенки ковша изготовлены из стального листа, усиленного балками жесткости. В боковых стенках ковша имеются проушины и кронштейны для крепления гидроцилиндров управления заслонкой, для рычага заслонки, а также имеется опора для крепления упряжного шарнира и гнезда для крепления оси заднего колеса. Задняя стенка ковша представляет собой подвижный щит и по бокам имеет направляющие ролики. Однако эти ролики не удерживают заднюю стенку от опрокидывания при выгрузке грунта. Стенку удерживает и центрирует хвостовик. Заслонка может быть плавающей и управляемой с помощью гидроцилиндров.

Передняя рама скрепера выполнена в виде арки и в своей конструкции имеет шкворень для соединения с тягачом, арку, рычаги и упряжной шарнир. Ковш прицепного скрепера с канатным управлением имеет несколько другую конструкцию. Отличие состоит в том, что сам ковш является одновременно задней рамой скрепера и состоит из двух боковых стенок и днища ковша, служащего одновременно задней стенкой [1 - 8].

На рис. 1.4 представлены схемы разгрузки ковша скрепера. При свободной разгрузке, а она применяется в ковшах небольшой емкости, ковш опрокидывается и грунт высыпается под действием собственного веса (рис. 1.4, а, б).

Скреперные ковши с полупринудительной разгрузкой (рис. 1.4, г) имеют неподвижные боковые стенки, а разгрузка выполняется при повороте днища и задней стенки вокруг оси. Грунт под собственным весом и напором задней стенки высыпается из ковша.

Способ принудительной разгрузки с помощью задней стенки, приводимой в движение гидроцилиндрами, является прогрессивным, так как полностью очищает ковш от грунта (рис. 1.4, в). Щелевая разгрузка (рис. 1.4, д) менее прогрессивна и не нашла широкого применения.

Прицепные скреперы с гидравлическим управлением (рис. 1.5) состоят из серьги для сцепления скрепера с трактором, шкворневого устройства для поворота передних колес, несущей рамы, ковша, заслонки и задней стенки.

Рабочими органами управляют из кабины трактора с помощью рычагов управления трехсекционным гидрораспределителем.

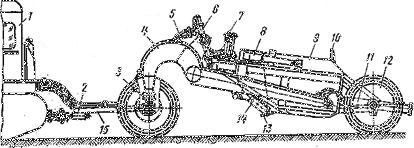


Рис. 1.5 - Скрепер ДЗ-3.3 (Д-569):

1 — трактор; 2—серьга; 3 —шкворневое устройство шарового типа; 4 —рама; 5—рукава и трубопроводы; 6 — гидроцилиндр подъема и опускания ковша; 7 — гидроцилиндр управления заслонкой ковша; 8 — заслонка ковша; 9 — ковш; 10 — задняя стенка ковша; 11 — гидроцилиндр управления задней стенкой ковша; 12 — колеса с шиной; 13, 14 — нижний и боковой ножи; 15 — дышло

Необходимо отметить, что прицепные скреперы обычно применяются в условиях переменного рельефа местности. Прицепной скрепер с канатным управлением имеет полупринудительную выгрузку грунта опрокидыванием днища и задней стенки вокруг шарнира. Самоходный скрепер с принудительной разгрузкой состоит из базового одноосного тягача и одноосного полуприцепного скреперного оборудования.

Полуприцепной и самоходный скрепер с пневмоколесными тягачами имеют большую транспортную скорость: например, скреперы с одноосным тягачом имеют скорость 40—52 км/ч, а при двухосном тягаче до 70 км/ч. Скреперные агрегаты из двух или трех скреперов позволяют резко увеличить производительность этих машин. Важным фактором для повышения производительности скреперов является применение скребкового конвейера (рис. 1.6), для загрузки ковша. В движение конвейер приводится от электродвигателя или гидродвигателя.

Применение элеваторной загрузки обеспечивает высокий коэффициент загрузки ковша и снижение тягового усилия при заполнении скрепера на 20—25.

Автоматизация работы скрепера значительно облегчает условия работы и повышает производительность. С помощью автоматического регулирования можно поддерживать оптимальный режим работы двигателя, а также тяговое усилие машины на постоянном уровне регулированием толщины стружки грунта.

Для повышения точности планировочных работ при отделке дорожных насыпей и выемок применяют систему автоматического управления «Стабилоплан-I», которая обеспечивает автоматическую стабилизацию продольного углового положения ковша скрепера при выполнении планировочных работ.



Рис. 1.6 - Принципиальные схемы скреперов со скребковым конвейером:

а — набор грунта; б — выгрузка грунта

На тракторе в кабине водителя смонтирован блок и пульт дистанционного управления, а за кабиной размещен электрозолотник управления. На буфере скрепера установлен датчик углового положения, который включен в электросхему управления и регулирует толщину срезаемой стружки грунта.

## 1.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАБОТЫ

Для разработки грунта заранее составляют схему, по которой будет работать скрепер [3 - 7]. Производительность скрепера зависит от того, насколько полно используется емкость ковша и рационально выбирается схема резания и набора грунта. Рекомендуется набирать грунт на передаче базовой машины при скорости 2—3 км/ч, при толщине срезаемой стружки от 7 до 35 см, что в свою очередь определяется категорией грунта и мощностью базового тягача и толкача. Трактор-толкач обеспечивает полную загрузку ковша скрепера в плотных грунтах. Наполнение ковша с постепенным выглублением ножа производят при постоянной толщине стружки и ширине резания. Этот способ используют при планировке грунта. Для сокращения времени набора грунта используют ступенчатый способ наполнения ковша. Зарезание грунта при устройстве выемок и разработке резервов ведут по ребристо-шахматной схеме, по которой разработка грунта ведется последовательными рядами проходок, одинаковыми по длине и расположению. При работе скрепера по этой схеме между проходами первого ряда оставляют полосы неразработанного грунта шириной не более 1,3 м. Второй ряд разработок ведется на расстоянии половины длины проходки от первого и расположен по оси оставленных полос грунта. Работа по этой схеме увеличивает заполнение ковша до 110% его геометрической емкости, сокращая при этом на 10—15% путь и время набора грунта. По этой схеме скрепер может работать без трактора-толкача. При работе в рыхлых сыпучих грунтах применяют способ, называемый «клевок». По этому способу величина заглубления ковша в 2 раза больше той, которая соответствует устойчивой работе двигателя с полной нагрузкой. При работе базового тягача на неустойчивой характеристике двигателя ковш выглубляется, в это время двигатель снова набирает нужные обороты, и так повторяется до тех пор, пока ковш будет полным.

В зависимости от расположения забоев относительно мест отсыпки грунта движение скреперов может быть организовано по различным схемам. Рациональную схему движения скреперов инженерно-технические работники выбирают заранее в проектах производства работ на основании технико-экономических расчетов, а также с учетом следующих требований:

- путь транспортирования грунта должен быть кратчайшим;

- забой должен быть такой длины, чтобы ковш скрепера загружался полностью;

- длина участка разгрузки должна обеспечивать полную разгрузку ковша;

- при возведении полотна должны быть въезды и съезды.

Наиболее распространенными схемами движения скреперов являются: эллиптическая, восьмеркой и зигзагообразная. Кроме этих схем применяют следующие: схему «спираль», поперечно-челночную, продольно-челночную.

## 1.4 ОСНОВЫ РАСЧЕТА

Задачи общего расчета скреперов заключаются в выборе и обосновании конструктивной схемы, установлении рабочих и габаритных размеров, определении масс, вычислении рабочих усилий, скоростей и мощности, подборе двигателей, выполнении кинематических расчетов механизмов, проверке устойчивости и всех прочих расчетов, требующихся на стадии эскизного проекта [1, 5, 8].

Общий расчет основывается на заданной эксплуатационной производительности скрепера и технологических условиях его рабочего процесса. Основные составные части общего расчета — выбор исходных для расчета параметров скрепера и предварительное определение его масс; расчет главной рабочей нагрузки; тяговые расчеты; расчет главных рабочих механизмов; расчет ходового оборудования; расчет устойчивости скрепера.

Предварительное установление общих параметров, размеров и масс скрепера. На этом этапе расчета выбирается и обосновывается конструктивная схема скрепера, включая его рабочее и ходовое оборудование, тип привода (включая трансмиссии и системы управления), все основные металлоконструкции, сцепное и буферное устройство, заслонку, днище, режущую часть, заднюю стенку ковша.

Конструктивная схема должна соответствовать требованиям ГОСТов, условиям предполагаемого использования скрепера (грунтовым и транспортным), и выбираться с учетом опыта применения и особенностей конструкций аналогичных моделей машин.

При определении общих размеров скрепера, размеров рабочего оборудования, массы, усилий, скорости и мощности основных рабочих и транспортных движений используются методы теории подобия с учетом разработок В. И. Баловнева применительно к землеройно-транспортным машинам, а также существующие системы эмпирических формул, графиков, таблиц и номограмм.

Одним из основных аргументов для предварительного определения параметров и масс скрепера является вместимость его ковша, которую устанавливают в начальной стадии общего расчета по заданной эксплуатационной производительности и длительности рабочего цикла машины.

Расчет главной рабочей нагрузки состоит в определении трех составляющих сопротивления копанию — резанию грунта, перемещению призмы волочения и заполнению ковша.

Так как режущая часть скреперов имеет характер широкого ножа, то удельное сопротивление резанию боковыми сторонами ножа незначительно, и поэтому формулы упрощаются. При этом следует иметь рабочих и транспортных сопротивлений при заданной вместимости ковша и его типе и в подборе соответствующего тягача или толкача (если предусмотрена работа с толкачом). При подборе тягача определяют максимальную мощность двигателя, наибольшую транспортную скорость движения, минимальную расчетную скорость движения на первой передаче, число передач и передаточные числа трансмиссии, расчетную скорость на рабочей передаче. Для собственно скрепера находят его силу тяжести, наибольшую силу тяжести грунта в ковше, вместимость ковша, рабочие нагрузки.

Требуемую силу тяги находят из условия равновесия сил, действующих на скрепер в конце заполнения: сопротивлений копанию, силы тяжести скрепера с грунтом, сопротивлений движению и искомой силы тяги.

Общее сопротивление скреперу по Е. Р. Петерсу слагается из четырех составляющих: сопротивления перемещению груженого скрепера и сопротивлений резанию грунта, заполнению ковша и перемещению призмы волочения (сопротивления копанию).

Силы сопротивления копанию, скорость заполнения ковша и энергоемкость резания грунта зависят от толщины среза. С увеличением толщины среза требуется большая сила тяги.

К. А. Артемьев рекомендует принимать толщину среза следующей: при вместимости ковша 6 м3 — 40...60 мм для суглинка и 60...80 мм для супеси; при вместимости 10 м3 — соответственно 80...100 мм и 100...120 мм; при вместимости 15 м3—120...140 мм и 140...160 мм.

Для определения силы тяжести грунта в ковше пользуются коэффициентами наполнения ковша.

Сила тяжести скрепера принимается по эмпирическим формулам, характеристикам машин-аналогов и указаниям ГОСТов.

Максимальная окружная сила на шинах ведущих колес самоходного скрепера и максимальная сила тяги на крюке тягача для прицепных скреперов должны быть не менее требующейся силы тяги. Кроме того, сила тяги должна быть меньше силы тяги по сцеплению.

Итак, тяговый расчет скрепера, рассматриваемый как статическая задача, состоит из следующих этапов:

1) установление конструкции и расчетного состояния режущей части ковша, расчетной толщины среза грунта, сил тяжести грунта в скрепере и самого скрепера;

2) определение рабочих сопротивлений — касательной и нормальной сил сопротивления копанию в конечный момент наполнения ковша при отделении грунтовой стружки принятой толщины;

3) определение необходимой силы и мощности тяги и подбор тягача.

Может быть поставлена и обратная задача: задан тягач и требуется подобрать ковш. В этом случае вначале ориентировочно принимается вместимость скреперного ковша, а затем выполняются все названные расчеты по определению рабочих сопротивлений и необходимых силы и мощности тяги. Если для принятого ковша полученные сила и мощность тяги существенно отличаются от заданных, изменяют вместимость ковша до соответствующего сближения этих величин.

В приведенном методе расчета рабочий процесс скрепера рассматривается как статический, что упрощает расчеты, но не позволяет учесть ряд динамических особенностей рабочего процесса, заключающихся в нелинейности тяговых характеристик и особых условиях рационального агрегатирования при использовании скрепера с толкачом.

На основании тяговых характеристик колесных машин, содержащих сведения о зависимостях от силы тяги, коэффициента буксования, тягового КПД, действительной скорости движения, тяговой мощности, а также часового и удельного расхода топлива, выполняются тяговые расчеты скрепера с учетом динамики рабочего процесса. Определяются мощность двигателя тягача, расчетные усилия и скорости тягача и толкача и другие расчетные величины.

В расчетах повышенной точности нужно учитывать силы инерции, развивающиеся при изменении скорости агрегата, а также особые случаи рабочего процесса — встреча колеса с препятствием, поднятие задних колес вследствие упора ножа о препятствие и некоторые другие.

Нагрузки на конструкции скрепера определяют в обычных расчетах методами статики для положений, соответствующих нормальной эксплуатации машины (конец копания, транспортирование грунта и т. п.).

Рассматриваются обычно следующие основные расчетные положения: а) конец наполнения ковша с включением механизмов подъема ковша; б) транспортное при повороте передних колес относительно продольной оси скрепера на 90°; в) транспортное при движении по грунтовой дороге; г) положение предельной устойчивости.

В первом расчетном положении рассматривается прямолинейное перемещение самоходного скрепера по горизонтальной поверхности грунтового массива естественной плотности; ковш наполнен грунтом, с шапкой; передние и задние колеса ведущие; каждое колесо развивает максимально возможную касательную тягу по двигателю; скрепер работает с толкачом (сила тяги толкача). В этих условиях может быть два случая: в первом скрепер опирается на грунт всеми колесами, во втором задние колеса приподняты над основанием (чрезмерная нагрузка на ноже). Если скрепер опирается на грунт всеми колесами, известны силы тяжести тягача и скрепера с грунтом, силы тяги передних и задних колес, сила тяги толкача. Необходимо определить силы сопротивлений копанию, соответствующие рассматриваемому режиму работы, реакции передних колес и т.п и реакции задних колес.

Расчет главных рабочих механизмов. К этой части общего расчета относится определение усилий подъема ковша и заслонки, выдвижения задней стенки, опрокидывания ковша (при полупринудительной схеме разгрузки), усилий в тяговой раме.

Усилие подъема заслонки, по предложению Д. И. Плешкова, определяется по схемам сил. Рассматриваются два случая приложения подъемного усилия: непосредственное и рычажное или рычажно-канатное.

Усилие подъема ковша при переводе его из положения, соответствующего окончанию заполнения, в положение транспортирования грунта определяется из условий статики. Для упрощения расчетов принимается, что усилие подъема ковша направлено вертикально и находится из уравнений суммы моментов сил, приложенных к ковшу относительно точки оси шарнира соединения ковша с тяговой рамой и суммы проекций сил на координатные оси. При полупринудительной разгрузке ковша усилие поворота днища вместе с задней стенкой вычисляется из уравнения суммы моментов сил относительно точки шарнира поворота днища. Усилие выдвижения задней стенки скрепера с принудительной разгрузкой может быть найдено по сумме трех сил сопротивления: трения грунта о днище ковша, трения грунта о стенки ковша и передвижения задней стенки.

Прочность тяговой рамы проверяют для двух расчетных положений: а) конец наполнения и начало подъема ковша; б) движение скрепера на повороте.

В первом расчетном положении Д. И. Плешков рекомендует считать нагрузки симметричными относительно продольной оси машины. Хобот рассчитывается как кривой брус от действия сил в опорно-сцепном устройстве. В продольных упряжных тягах определяются напряжения изгиба в плоскостях от действия сил.

Поперечная балка находится в сложном напряженном состоянии под действием крутящего момента и изгибающих моментов в плоскостях.

Во втором расчетном положении из уравнения равновесия системы находят реакции в шарнирах. Далее определяют напряжение в элементах тяговой рамы. Хобот подвержен изгибу в двух плоскостях и кручению в третьей плоскости. На поперечину действуют изгибающие и крутящие моменты от сил.

Устойчивость скрепера проверяется в статических условиях и при движении.

Критерием статической устойчивости обычно служит предельный угол апр наклона поверхности площадки, при котором конструкция еще удерживается в равновесии. Для самоходных машин с одноосным тягачом зависит от угла складывания машины и ее ориентации относительно склона. Ориентация машины на склоне при данном угле и направлении складывания определяется углом в плане между горизонталью склона и осью симметрии одной из ее секций.

Динамическая устойчивость проверяется в условиях торможения при движении с поворотом при наибольшем допустимом угле складывания. При резком торможении под действием инерционных сил машина начинает опрокидываться, вращаясь вокруг ребра опрокидывания, находящегося в плоскости опорной поверхности. Одновременно она продолжает некоторое время вращаться вокруг центра поворота в плане.

Процесс опрокидывания может закончиться до выхода проекции общего центра тяжести за пределы ребра опрокидывания, и тогда система возвращается в исходное положение. В противном случае машина теряет устойчивость.

Сопротивление призмы волочения перед заслонкой определяется по формуле

,

где у – коэффициент высоты призмы волочения (y=0,5...0,6);

В – длина отвала,

Н – высота грунта в призме волочения, м;

 ­ плотность распушенного грунта в призме волочения,

 = (1,3...1,8) 103 кг/м3;

g – ускорение свободного падения (g =9,81 м/с2);

f — коэффициент трения грунта в призме волочения неразрушенным грунтом, (f = 0,8...1,0).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гринкевич П.С.** Строительные машины. Изд. 2-е перераб. и доп. М., Изд. Машиностроение, 1965. с.204 -221. – ISBN 000-0000-00-0.

2. **Барсов И.П.** Строительные машины и оборудование. Учебник для техникумов. М., Стройидат, 1978. с 241 -248. – ISBN 000-0000-00-0.

3. **Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К.** Организация и технология гидромелиоративных работ. Учебник для высш. с.-х. учеб. заведений . - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1986. с.46 - 52. – ISBN 000-0000-00-0.

4. **Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К.** Громов В.И. Производство гидромелиоративных работ. М., Колос, 1972. с. 84 - 89. – ISBN 000-0000-00-0.

5. **Роговских Т.Т., В.А. Позднин, М.И.Ярушин.** Механизация, организация и производство гидротехнических работ. М., изд-во Колос, 1965 с. 168 - 175. – ISBN 000-0000-00-0.

6. **Чураков А.И., Волнин Б.А., Степанов П.Д., Шайтанов В.Я.** Производство гидротехнических работ. Учеб.для вузов. Под общ. ред. А.И.Чуракова.- М., Стройиздат, 1985. с.96 - 104. – ISBN 000-0000-00-0.

7. **Борщов Т.С., Колисниченко В.В.** Организация и технология производства земляных работ. Учеб. для средн. сельск. проф.-техн. училищ. Изд. 2-е, испр. и доп. М., <Высш. школа>, 1978. с.60 - 73. – ISBN 000-0000-00-0.

8. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Скреперы>

# 2 ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ МАШИН

2.1 КОМПЛЕКТ МАШИН ДЛЯ СКОРОСТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Требования к уменьшению сроков строительства и повышению качества выполнения работ, а также постоянно растущие объемы дорожного и аэродромного строительства продиктовали необходимость выпуска комплектов машин высокой производительности с высокой точностью выполнения работ. К таким комплектам относится комплект ДС-110 машин для скоростного строительства автомобильных дорог и аэродромов. Основные операции технологического процесса, выполняемые комплектом ДС-110, осуществляются в такой последовательности: установка копирных струн на участке длиной до 800 м; планировка земляного полотна; устройство основания; планировка основания после его уплотнения; распределение бетонной смеси; уплотнение и отделка цементобетонного покрытия; чистовая отделка цементобетонного покрытия; создание шероховатости поверхности (текстура) и уход за бетоном; устройство и заполнение деформационных швов.

Машины комплекта оборудованы следящей системой управления, обеспечивающей автоматический контроль ровности покрытия (±3 мм под трехметровой рейкой) и движение по заданному курсу. Все машины комплекта максимально унифицированы между собой по системам автоматики, гидроприводу и ходовой части.

В состав комплекта входят следующие машины: профилировщик ДС-108 земляного полотна и оснований с дополнительным оборудованием (рис. 2.1, а); распределитель ДС-109 бетона с выдвижным бункером (рис. 2.1, б); бетоноукладчик ДС-111 со скользящими формами (рис. 1, в). Машины выполнены на унифицированном самоходном четырехопорном гусеничном базовом шасси, на котором смонтированы рабочие органы. Каждая гусеничная тележка является ведущей и поворотной, гусеницы приводятся в движение индивидуальными гидромоторами через планетарные редукторы и бортовые цепные передачи. Привод двигателей рабочих органов — гидравлический.

Машины комплекта оснащены автоматическими следящими системами выдерживания заданного курса и продольного уровня, работающими от натянутого копирного шнура, а также автоматической системой поперечного уклона (рис. 2.2).

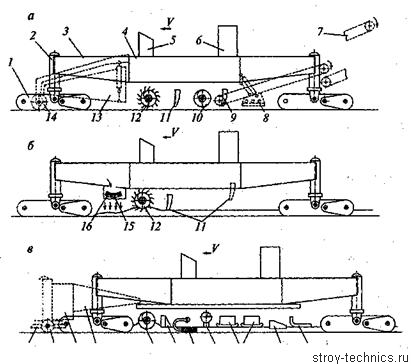


Рисунок 2.1-Схемы основных машин комплекта ДС-110:

а — профилировщик ДС-108; б — распределитель бетона ДС-109; в — бетоноукладчик ДС-111; 1 — гусеничная тележка; 2 — опора; 3 — консоль; 4 — основная рама; 5 — пульт управления; 6 — силовая установка; 7— навесной конвейер-перегружатель ДС-98А; 8 — навесной уплотняющий вибробрус ДС-106А; 9 — задний отвал; 10 — винтовой конвейер; 11 — передний отвал; 12 — винт-фреза; 13 — навесной бункер аефальтоукладочного оборудования ДС-306А; 14 — опорное колесо навесного бункера; 15 — выдвижной бункер; 16 — ленточный конвейер; 17— выглаживающая плита; 18— кромкообразователь; 19 — качающиеся брусья; 20 — вторичная калибрующая виброзаслонка; 21 — глубинные вибраторы; 22 — первичная калибрующая заслонка; 23 — толкающие брусья вибропогружателя ДС-102А; 24 — вибропогружатель арматурной сетки ДС-102А; 25 — опорные колеса вибропогружателя; 26 — виброрейки

На стойках ног гусеничных тележек установлены консоли 1 с датчиками 5 и 7, щупы 4 которых скользят по копирным струнам, определяющим заданный продольный и поперечный профили, а также направление строящегося покрытия. Неровности земляного полотна или смещение машины с курса вызывают изменение положения рамы машины относительно копиров, что воспринимается щупами датчиков 5 и 7. Поворот щупа 4 вызывает появление на выходе из аналогового преобразователя сигнала, подаваемого на вход сравнивающего устройства. При наличии расхождения между действительным и заданным положениями машины усиленный сигнал включает исполнительный механизм положения гидроцилиндров опор (ног), датчики которых зафиксировали расхождение. Управление машинами автоматическое или с пульта управления.

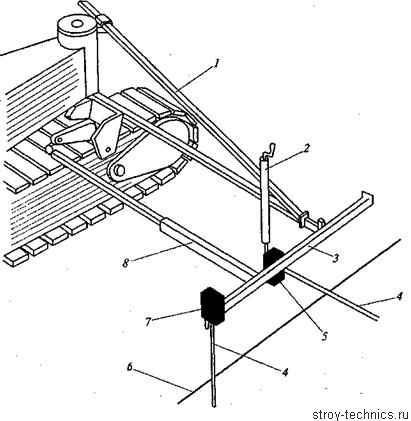


Рисунок 2.2- Установка датчиков стабилизации уровня и направления движения машин комплекта

1 — консоли; 2 — регулировочный винт; 3 — поперечина; 4 — щупы датчиков; 5 — датчик стабилизации уровня; 6 — копирная струна (шнур); 7 — датчик выдерживания курса; 8 — тяга

Профилировщик предназначен для профилирования земляного полотна, устройства оснований из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, смешения на месте, распределения и предварительного уплотнения дорожно-строительных материалов. Рабочими органами профилировщика являются: винт-фреза, передний отвал, распределительный винтовой конвейер и задний отвал. Винт-фреза и распределительный винтовой конвейер состоят из двух секций, каждая из которых имеет индивидуальный привод от гидромотора, через планетарный редуктор и цепную передачу. Подъем и опускание всех рабочих органов, а также создание поперечного профиля осуществляются гидроцилиндрами. Для уплотнения конструктивных слоев на профилировщике монтируют вибробрус. Изменение положения рабочих органов по высоте и включение в работу зависят от выполняемой технологической операции.

Распределитель бетона служит для приема бетонной смеси и распределения ее на ширину полотна. Его применяют также при укладке и распределении стабилизированных и других смесей для создания оснований I под основное покрытие и для выполнения некоторых технологических операций, осуществляемых профилировщиком, но с меньшей производительностью. Рабочими органами распределителя бетона (см. рис. 1, б) являются: укладочное оборудование (приемный бункер с ленточным I конвейером и механизм выдвижения бункера); распределительное обору- дование (винт-фреза и дозирующий отвал). Подъем и опускание рабочих органов, а также поперечное перемещение приемного бункера осуществ- ляются гидроцилиндрами, привод конвейера от гидромотора — через планетарный редуктор. Для ограничения ширины распределения смеси распределитель оборудован боковыми скользящими формами.

Бетоноукладчик выполняет основные операции по устройству бетонного покрытия: распределение, уплотнение бетонной смеси и отделку поверхности покрытия. Рабочие органы и скользящие формы бетоноукладчика смонтированы на вспомогательной раме, которая прикреплена к основной раме базового шасси (см. рис. 1, в). Винтовой конвейер состоит из двух I секций, каждая из которых имеет индивидуальный привод от гидромотора через планетарный редуктор. Качание брусьев осуществляется от гидромотора через планетарный редуктор и эксцентриковый вал с шатунами. Глубинные и электромагнитные вибровозбудители приводятся в действие от генераторов переменного тока частотой соответственно 180-200 и 50—60 Гц.

Качественная отделка покрытия достигается при укладке смеси подвижностью не менее 2-2,5 см по стандартному конусу и скоростью движения бетоноукладчика. Бетоноукладчик может быть снабжен дополнительным устройством для формирования кромок покрытия, вибрационным нарезчиком продольного шва в свежеуложен-ном бетоне, устройством для укладки штырей в продольный шов и боковую грань покрытия. Кроме того, на концы заслонок могут надеваться фигурные ножи для формирования боковых лотков или бордюров.

Вспомогательными машинами комплекса являются: бетоноотделочная машина (трубчатый финишер) ДС-104А, машина ДС-105 для устройства шероховатости поверхностей и розлива пленкообразующих материалов. Обе машины выполнены на самоходных четырехопорных пневмоколес-ных шасси, на раме которых смонтированы силовые установки, включающие дизели и насосные станции, пульты управления и баки для жидкостей. Каждое колесо шасси является ведущим и поворотным и имеет привод от индивидуального гидромотора через цепную передачу. Машины снабжены автоматической следящей системой управления по курсу.

Бетоноотделочная машина предназначена для окончательной отделки поверхности покрытия и придания ей требуемой текстуры бетона. Машина многопроходная и смонтирована на четырехколесном базовом шасси. Снизу к раме на вертикально поворотной и подъемной цапфе подвешены две дюралевые трубы. Над ними установлены два трубопровода с запираемыми соплами для смачивания труб. Трубы перекрывают одна другую и передают на бетон только свой вес. Сзади к раме кронштейнами прикреплена тканевая драга, которая орошается водой и передвигается по поверхности цементобетонного слоя.

Распределитель пленкообразующих материалов служит для нанесения материалов и создания на покрытии шероховатой поверхности. Машина выполнена однопроходной на самоходном четырехопорном колесном базовом шасси. К основной раме прикреплены две поперечные траверсы, по которым перемещается относительно покрытия щетка, создающая шероховатость поверхности покрытия. К передней части рамы подвешен барабан для пленки. Сзади к раме прикреплены распределительная труба для распределения жидких пленкообразующих материалов и два выносных сопла для обработки боковых поверхностей покрытия.

Для уплотнения пластичных бетонов время вибрирования должно быть не менее 15 с, жестких бетонных смесей — 15—30 с. При вибрации от нескольких виброэлементов синхронность их работы обеспечивают применением жесткой кинематической связи между отдельными вибро-элементами.

2.2 КОМПЛЕКТ МАШИН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЕТОННЫХ ДОРОГ

Современные тенденции скоростного и комплексного строительства магистральных автомобильных дорог, необходимость резкого повышения ровности и качества покрытий и другие требования прогрессивной технологии строительства способствовали освоению нового комплекта машин типа «Автогрейд», который обеспечивает комплексную поточную механизацию строительства всех конструктивных слоев дорожной одежды на ширину проезжей части до 7,5 м. Комплект профилирует грунтовое основание, укладывает и выравнивает стабилизированный и подстилающий слои, укладывает, уплотняет вибрацией и выглаживает цементобетонное покрытие (в том числе армированное), нарезает продольные и поперечные швы, предохраняет бетон от усадки, укладывает асфальтобетонное покрытие.

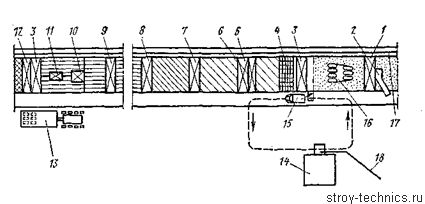


Рисунок 2.3- Схема расстановки машин комплекта ДС-ИО со скользящими формами:

1 — профилировщик земляного полотна и основания ДС-108; 2 — навесной конвейер-перегружатель ДС-98А; 3 — распределитель бетона и дорожно-строительных материалов ДС-109; 4 — прицепная тележка для перевозки арматурной сетки ДС-ЮЗА; 5 — бетоноукладчик ДС-Ш; 6 — навесной вибропогружатель арматурной сетки ДС-Ю2А; 7 — бетоноотделочная машина (трубчатый финишер) ДС-Ю4А; 8 — машина для придания шероховатости поверхности и нанесения пленкообразующих материалов ДС-105А; 9 — нарезчик поперечных швов ДС-112; 10 —- нарезчик продольных швов ДС-Пб; И — заливщик швов ДС-67; 12 — асфальтоукладочное оборудование; 13 — трейлер ДС-Ю7 в тягачом МАЗ-537; 14 — бетонный завод (из двух установок СБ-109); 15 — большегрузный самосвал; 16 — самоходный пневмоколесный каток; 17- копирный шнур; 18 — водопровод

Машины комплекта оборудованы трехмерной следящей системой, обеспечивающей автоматическое соблюдение машинами заданного курса, продольного и поперечного уклонов покрытия, а также высокую ровность последнего (просвет не более 3 мм под трехметровой рейкой). Комплекты ДС-100 и ДС-110 идентичны по составу и конструкции машин, их рабочих органов и имеют лишь различную комплектацию: двигатели, гидро- и электроаппаратуру, вибраторы и приборы автоматики.

В комплект машин (рис.2) входят профилировочные, укладочные и отделочные машины, нарезчики продольных и поперечных швов, заливщик швов, два трейлера с тягачами для перевозки машин комплекта, а также специально освоенный для него бетонный автоматизированный завод непрерывного действия СБ-109 производительностью 120 м3/ч. Для нормальной работы каждого комплекта с темпом не менее 1 км в день необходимо иметь по два таких завода или один завод производительностью 240 м3/ч.

Профилировщик 1 ДС-108 (ДС-97), осуществляет рыхление, распределение и профилирование верхнего слоя земляного полотна по копирному шнуру 17. Он может также за несколько проходов производить профилирование различных привезенных материалов (гравийно-песчаных смесей, грунтов, укрепленных вяжущими материалами, песка, шлака, гравия и др.) при устройстве морозозащитных, дренирующих и подстилающих слоев, а также различных оснований под бетонное покрытие на ширину до 9,6 м. Излишние материалы при профилировании удаляются на обочину или в транспортные средства навесным к профилировщику конвейером-перегружателем 2 ДС-98А (ДС-98).

Если укрепление грунтов вяжущими материалами производится на полотне дороги, могут быть применены машины для перемешивания — фрезы и др.

Распределитель 3 бетона и дорожно-строительных материалов ДС-109 (ДС-99) производит прием бетона из самосвалов со стороны обочины и равномерно его распределяет на ширину до 7,5 м. Распределителем бетона можно также укладывать любой материал, а при наличии уплотняющего бруса, которым он может быть дополнительно оборудован, осуществлять его предварительное уплотнение. Если необходимо, увлажнение распределяемых материалов осуществляется поливочно-моечными машинами, а уплотнение — самоходными пневмоколесными катками 4 или катками с гладкими вальцами. Толщина распределяемого материала — до 50 см.

При сооружении армированного бетонного покрытия к распределителю прицепляют тележку ДС-103А (ДС-ЮЗ) для перевозки арматурной сетки. Сетка (шириной не более 7,35 м) загружается в. тележку и затем на линии с помощью автокрана, оборудованного специальной траверсой, погружается в слой бетона на проектную отметку с помощью навесного вибропогружателя ДС-102А(ДС-102), смонтированного на бетоноукладчике. Бетоноукладчик ДС-111 (ДС-101) уплотняет бетонную смесь, уложенную распределителем ДС-109 или привезенную большегрузными самосвалами и уложенную равномерно кучами перед укладчиком. Бетоноукладчик производит, кроме того, полуавтоматическую закладку стержней по оси покрытия и с боков для соединения бетонируемых полос, а также может осуществлять устройство продольного шва в свеже-уложенном бетоне с заполнением его изоловой лентой. Толщина бетонной плиты — до 45 см, ширина до 7,5 м.

Окончательную чистовую отделку бетонного покрытия и его затирку (текстурирование) осуществляют трубчатым финишером ДС-104А (ДС-104). Для придания шероховатости поверхности све-жеуложенного бетона и нанесения на нее пленкообразующих материалов служит машина ДС-105А (ДС-105). Она может наносить на поверхность покрытия влагозащитную пленку из помороля или лака этиноля. Вместо нанесения жидких материалов машина может раскладывать по свежеуложенной бетонной полосе на всю ее ширину рулонную синтетическую пленку (хлорвиниловую или полиэтиленовую), для чего оборудуется специальным барабаном.

Нарезка поперечных и продольных швов в затвердевшем бетоне осуществляется самоходными нарезчиками — поперечным ДС-112 и продольным ДС-115. Заливка швов мастикой производится заливщиком ДС-67, смонтированным на базе автомобиля УАЗ-452Д.

При необходимости устройства асфальтобетонного покрытия применяется навесное асфальтоукладочное оборудование ДС-106А (ДС-106), монтируемое на распределителе бетона или на профилировщике.

Как видно из технологического назначения машин, они весьма универсальны и состав их в комплекте может изменяться в зависимости от потребности. Например, при небольших объемах работ можно использовать профилировщик как для подготовительных работ, так и для укладки отдельных слоев одежды. Распределитель бетона в некоторых случаях может использоваться в качестве профилировщика с несколько меньшей производительностью. При укладке бетона непосредственно на полотно дороги можно работать бетоноукладчиком, не применяя распределителя бетона. Можно исключить из комплекта нарезчик продольных швов, если их нарезать в свежеуложенной бетоне приспособлением бетоноукладчика, Также может быть исключена из комплекта машина для нанесения пленкообразующих материалов, если нет надобности в придании шероховатости поверхности и если в качестве влагозащиты свежеуложенного бетона используется только синтетическая пленка. Эту работу может выполнять трубчатый финишер. Возможны и другие сочетания использования машин комплекта.

Следует отметить, что эффективное использование комплекта ДС-110 может быть достигнуто только при условиях заблаговременной подготовки земляного полотна, укомплектования его необходимыми вспомогательными машинами, транспортными средствами (большегрузными самосвалами типа КрАЗ-256Б) и бесперебойного снабжения инертными материалами и цементом.

## 2.3 КОМПЛЕКТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН ДС-110

Базовая машина комплекта — профилировщик оснований ДС-108 — самоходная (на четырех гусеничных тележках) машина, предназначенная для планировки верхнего слоя уплотненного земляного полотна и отделки профиля основания из грунтов, укрепленных вяжущими материалами. Характеристика: мощность двигателя 308 кВт, ширина обрабатываемой полосы 8,5-10 м, отклонение поверхности планировки о заданного уровня 3 мм. Профилировщик может быть оборудован навесным конвейером-перегружателем ДС-98А для отсыпки снимаемого слоя материала основания и земляного полотна в отвал или погрузки его в тpaнспортные средства. Производительность конвейера 230 куб. м/ч, высота разгрузки 4,2 м. Для приема бетонной смеси из автосамосвалов и распределения ее по ширине до дорожного покрытия или для профилирования земляного полотна предназначен распределитель бетона ДС-109 — самоходная нa четырех гусеничных тележках) автоматизированная машина. Мощность двигателя 221 кВт, ширина обрабатываемой полосы при профилировании 8,5 м, ширина полосы распределения 7,5 м, толщина укладываемого слоя 180-280 мм. Профилировщик ДС-108 и распределитель бетона ДС-109 могут быть оснащены дополнительным асфальтоукладочным оборудованием ДС-106А — полуприцепным на пневмоколесном ходу бункером, предназначенным для приема, дозирования, распределения и уплотнения дорожно-строительных материалов (щебня, стабилизированного грунта, асфальтобетона) с одновременной отделкой поверхности покрытия. Ширина укладываемого слоя 7,3-8,5 м. Для окончательного распределения, дозирования и уплотнения бетонной смеси, отделки поверхности и кромок покрытия предназначен бетоноукладчик ДС-111 — самоходная (на четырex гусеничных тележках) машина, оборудованная следящими системами выдерживания заданного курса и продольного уровня. Мощность двигателя 221 кВт, ширина укладываемой полосы 7,5 м, толщина укладываемого слоя 220-340 мм. В состав комплекта ДС-110 входят также погружатель арматуры ДС-102А — прицепное оборудование к бетоноукладчику ДС-111 и арматурная тележка ДС-10ЗА — прицепное оборудование к распределителю бетона ДС-109. Для окончательной отделки поверхности бетонных покрытий используются самоходные (на пневмоколесном ходу) трубчатый финишер ДС-104А и машина для нанесения пленкообразующих материалов ДС-105А. Для перебазирования машин комплекта на новые участки строительства применяются трейлеры ДС-107 грузоподъемностью 44 и 49 т. Машины комплекта ДС-110 оборудованы следящими системами управления, обеспечивающими автоматический контроль ровности покрытий и управление по заданному курсу. Машины комплекта максимально унифицированы по системам автоматики, гидроприводу и ходовой части. Заводом изготовлено около 30 комплектов ДС-110, что позволило оснастить ими крупные дорожно-строительные организации. Надежность и высокая эффективность комплектов подтверждена при строительстве магистральных автодорог Москва-Волгоград, Минск-Брест, на реконструкции и расширении космодрома Байконур, аэропортов Шереметьево и Домодедово. В 1995 г. по заказу Центрдорстроя были изготовлены два профилировщика ДС-108, работающих в настоящее время на реконструкции МКАД.

Комплект машин ДС-110 обеспечивает механизацию строительства всех конструктивных слоев дорожной и аэродромной одежды с высокой степенью ровности при использовании современной прогрессивной технологии устройства цементобетонных покрытий в скользящих формах без применения сборной опалубки.

Комплект машин может выполнять следующие технологические операции по устройству оснований, различных подстилающих и выравнивающих слоев и монолитных армированных и неармированных цементобетонных покрытий:

* профилирование земляного полотна и оснований с отсыпкой излишков срезаемого материала в автотранспортные средства или на обочину;
* распределение, дозирование и предварительное уплотнение различных дорожно-строительных материалов, в том числе асфальтобетонных смесей;
* прием материалов, в том числе цементобетона, из автотранспортных средств, двигающихся рядом со строящейся полосой, и перегрузку их на основание;
* распределение, дозирование и уплотнение бетонной смеси в скользящей опалубке и отделку, поверхности и кромок покрытия при устройстве армированных и неармированных бетонных покрытий;
* чистовую отделку поверхности уложенного бетонного покрытия, создание на ней поперечной шероховатости и защиту пленкообразующим или рулонным материалом.

В состав комплекта машин ДС-110 входят десять видов машин и дополнительного оборудования.

Самоходные машины комплекта гидрофицированы и оснащены автоматическими следящими системами, обеспечивающими высокую степень ровности поверхности при профилировании и устройстве конструктивных слоев дорожных и аэродромных одежд, а также управление по заданному курсу. Машины комплекта максимально унифицированы по системам автоматики, гидрооборудованию, приводным агрегатам и ходовой части.

Комплект машин ДС-110 обеспечивает высокое качество строительства дорожных и аэродромных покрытий протяженностью до 1500 м (за световой день) и шириной 7 м.

Для бесперебойной работы комплектов машин ДС-110 при строительстве автомобильных дорог и аэродромов внедряются централизованное техническое обслуживание, пусконаладочные работы, агрегатный ремонт и изготовление необходимых запасных частей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Харахута, Н.Я.** Дорожные машины / Н. Я. Харахута. -Л.: Машиностроение,1968.-416 с.- ISBN 000-000-000-0.
2. **Бородачев, И. П.** Справочник конструктора дорожных машин / И. П. Бородачев, Б. Ф. Бондаков.- 2 изд. перераб.- М.:Машиностроение,1973.-504 с.- ISBN 000-000-000-0.
3. **Мигляченко, В.П.** Дорожно-строительные машины / В.П. Мигляченко, Сергеев П. Г.- М.: Лесная промышленность, 1978.-288 с.- ISBN 000-000-000-0.
4. **Добронравов, С. С.** Строительные машины: Учебное пособие для вузов / С.С.Добронравов, Сергеев С. П. - 2 изд. перераб.- М.: Высш.шк., 1985.-485 с.- ISBN 000-000-000-0.
5. **Домбровский, Н.Г.** Строительные машины: Учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. «Строит. и дор.машины и обор.» / Н.Г.Домбровский, Гальперин М. И. . - 2 изд. перераб.- М.: Высш.шк., 1981.-320 с.- ISBN 000-000-000-0.

# 3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОРОЖНЫХ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

## 3.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОРОЖНЫХ МАШИНАХ

Дорожные машины - технические средства, применяемые для механизации работ при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, для строительства городских проездов, тротуаров, взлетных и посадочных аэродромных полос и др.

Различают дорожно-строительные машины самоходные, навесные и прицепные к автомобилям, тракторам и тягачам. По назначению дорожно-строительные машины делятся на группы для выполнения следующих работ:

* подготовительных;
* земляных;
* уплотнения грунта, оснований и дорожных покрытий;
* постройки стабилизированных, гравийно-щебеночных и черных дорожных оснований и покрытий;
* устройства бетонных и цементно-бетонных покрытий;
* эксплуатации дорог.

Дорожно-строительные машины для подготовительных работ выполняют очистку дорожной полосы или строит, площадки от леса, кустарника, пней, камней и верхнего растительного слоя; рыхление грунта. К этим дорожно-строительным машинам относятся: деревовалы, кусторезы, корчеватели-собиратели, трелевочные и корчевальные лебедки, камнеуборщики и рыхлители, представляющие собой навесное оборудование на тракторах. Рыхлители также изготовляют и прицепными.

Для производства земляных работ на дорожном строительстве (копания, перемещения, отсыпки и планировки грунта) при устройстве дорожных насыпей, выемок, кюветов и т. п. применяются общестроительные экскаваторы и землеройно-транспортные машины, а также грейдеры самоходные и прицепные, грейдеры-элеваторы самоходные и прицепные, канавокопатели, землевозные тележки и струги.

Дорожно-строительные машины для уплотнения грунта, оснований и дорожных покрытий применяют для уплотнения грунта при устройстве насыпей и засыпке траншей, уплотнения грунтовых, стабилизированных, гравийных, щебеночных оснований под дорожные и другие покрытия, уплотнения гравийных, щебеночных, стабилизированных черных асфальтобетонных и других покрытий. В эту группу входят уплотняющие машины статического, вибрационного и ударного действия. К уплотняющим машинам статического действия относятся дорожные катки самоходные и прицепные; к машинам вибрационного действия — виброкатки самоходные и прицепные, виброплиты прицепные, самоходные и подвесные к кранам и гидровибраторы подвесные к кранам; к машинам ударного действия — трамбовки ручные, пневматические электрические и механические весом до 200 кг и взрывные весом от 100 до 1500 кг, трамбовки прицепные и подвесные к кранам с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводом, с энергией удара до 500 кгс, трамбовочные плиты на кранах-экскаваторах весом от 800 до 2000 кг, трамбовочные машины прицепные и самоходные со свободно падающими плитами и плитами активного действия.

Дорожно-строительные машины и оборудование для постройки стабилизированных, гравийно-щебеночных и черных дорожных оснований и покрытий предназначены для перекачивания, транспортирования, хранения, разогрева, дозирования и распределения жидких вяжущих материалов; транспортирования, дозирования и распределения вяжущих минеральных материалов; транспортирования и распределения гравия, щебня, высевок, черных и асфальтовых смесей; рыхления, измельчения и перемешивания грунта с вяжущими материалами; приготовления и укладки черных и асфальтовых смесей и уплотнения оснований и покрытий. В эту группу машин входят: битумоплавильные котлы стационарные и передвижные, битумоплавильные установки непрерывного действия, автоцистерны для перевозки битума, битумохранилища стационарные и передвижные, насосы битумные, распределители битума, гравия, щебня, высевок и цемента, машины для транспортирования и выгрузки цемента (цементовозы), фрезы дорожные, грунтосмесительные машины, машины для смешивания материалов на дороге (смесители); сушильные барабаны.

Дорожно-строительные машины и оборудование для устройства асфальтобетонных покрытий служат для приготовления, укладки и уплотнения смесей. К этой группе дорожно-строительных машин относятся: смесители для приготовления асфальтобетонных смесей передвижные и стационарные производительностью от 3 до 300 т/час, укладчики самоходные на гусеничном и колесном ходу, а также дорожно-строительные машины, предназначенные для перевозки, хранения, перекачивания, разогрева и дозирования битума.

Дорожно-строительные машины для устройства цементно-бетонных покрытий предназначены для подготовки основания под покрытие, для приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетона в покрытие, устройства швов в покрытиях, отделки покрытия. В эту группу машин входят: машины для планировки и уплотнения основания под покрытие, дорожные бетоносмесители, бетоносмесительные установки, автобетоносмесители, распределители бетона, машины для уплотнения и отделки распределенного бетона, виброножи для устройства швов, машины для нарезки швов, шлифовальные машины, машины для заполнения швов мастикой.

Дорожно-строительные машины для эксплуатации дорог выполняют ремонт покрытий, планировку обочин, подметание и поливку покрытий, нанесение делительных полос на дороге, очистку снега, распределение песка и др. материалов при гололедице, скалывание льда. К этой группе относятся: легкие автогрейдеры и планировщики, ремонтеры, бетоноломы, разогреватели покрытий, поливочные и подметально-уборочные машины, маркировщики, ручные распределители битума, битумоплавильные котлы, автомобильные и тракторные снегоочистители — плужные и роторные, пескоразбрасыватели, льдоскалыватели.

Основными элементами машины являются: рабочий орган, силовое оборудование, передаточные устройства, система управления, ходовое оборудование, поворотная и неповоротная рамы.

Рабочий орган – предназначен для непосредственного выполнения рабочих операций (отвал бульдозера, ковш скрепера или экскаватора и т.п.).

Силовое оборудование – часть машины, которая вырабатывает энергию для привода в движение всех механизмов.

Передаточные устройства (трансмиссии) трансформируют энергию от источника к рабочему органу. Они должны обеспечивать отбор мощности для привода всех механизмов машины.

Система управления – предназначена для управления и регулирования работы, силового оборудования, рабочего органа и отдельных устройств .

Ходовая часть служит для передвижения машины и передачи нагрузок от собственного веса в усилий, создаваемых рабочим органом.

Основными конструктивно-эксплуатационными показателями машин являются: производительность, маневренность, проходимость и устойчивость.

Производительность машины оценивается количеством продукции, вырабатываемой в единицу времени (в час). Производительность бывает теоретическая, техническая и эксплуатационная.

Теоретическая производительность (Птеор) – производительность машины за час работы без простоев:

Птеор=60•q•n; n=1/Tц

где q – количество продукции вырабатываемой машиной за один рабочий цикл, в м3, м2, т, n – число рабочих циклов, выполняемых в одну минуту.

Техническая производительность (Птехн) – максимально возможная производительность, развиваемая машиной с учетом конкретных условий работы:

Птехн = Птеор •К,

где К – коэффициент, учитывающий условия работы (высоту забоя, угол поворота и др.).

Эксплуатационная производительность (Пэ) – фактическая производительность, которую развивает машина с учетом всех простоев в работе

Пэ = Птехн• Ки.в.

где Ки.в. – коэффициент использования машины во времени, обычно его принимают ? 0,85.

Маневренность – способность машины работать, передвигаться и разворачиваться в стесненных условиях.

Проходимость – способность машины передвигаться по грунтам малой несущей способности, преодолевать неровности грунта и небольшие водные преграды.

Кроме того, дорожные машины в процессе работы должны быть устойчивы, обладать высокой надежностью и долговечностью.

Наряду с этим, учитывая специфику строительства и эксплуатации, лесовозных дорог, дорожные машины должны обладать следующими основными свойствами: универсальностью, простотой и удобством управления и обслуживания при безопасных условиях труда; наличием средств автоматизации технологических процессов и систем управления; низкими удельными показателями по металлоемкости и энергоемкости; невысокой стоимостью и высокой экономической эффективностью.

## 3.2 ЗНАЧЕНИЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

Современное дорожное строительство состоит из ряда сложных взаимозависимых технологических процессов, для выполнения которых требуется большое количество машин различного назначения.

Строительство автомобильных дорог и содержание их в надлежащем состоянии — сложный процесс, требующий больших затрат труда, денежных и материальных средств. Чтобы эти работы выполнялись своевременно, качественно и с наименьшими затратами, необходимы хорошо налаженная система дорожного строительства и служба эксплуатации.

При организации дорожно-строительных и ремонтных работ учитывают их особенности: большую протяженность объектов, зависимость от климатических условий, неравномерность и разнообразие работ по трассе. Различают поточный и параллельный (рассредоточенный) методы строительства. Практика показала, что наиболее прогрессивный метод организации работ поточный, когда операции последовательно выполняются специализированными механизированными подразделениями. Характерные черты поточного метода — четкая организация строительства и комплексная его механизация. Основные принципы этого метода могут быть использованы и при устройстве местных дорог. Для параллельного метода характерно выполнение отдельных работ рассредоточение на небольших самостоятельных участках.

Для правильной организации строительства составляют технологические карты, в которых отражают требования технологии ведения работ, последовательность их выполнения, требования к качеству, методы организации, технико-экономические показатели.

Как правило, предприятия и организации участвуют в финансировании строительства и ремонта, отчисляя установленную сумму в дорожный фонд. Для выполнения крупных работ созданы специализированные дорожно-строительные и мостостроительные организации.

Создание специализированных местных дорожных организаций для строительства внутрихозяйственных дорог позволяет правильно планировать работы, быстрее и качественнее их выполнять, эффективнее использовать средства механизации, материальные и денежные ресурсы.

## 3.3 ДОРОГА КАК ТРАНСПОРТНОЕ СООРУЖЕНИЕ

Дорога как транспортное сооружение по размерам и техническим показателям элементов должна отвечать требованиям установившегося движения. По мере роста грузонапряженности, изменения интенсивности и состава движения по дороге необходимо повышение ее технико-эксплуатационных показателей.

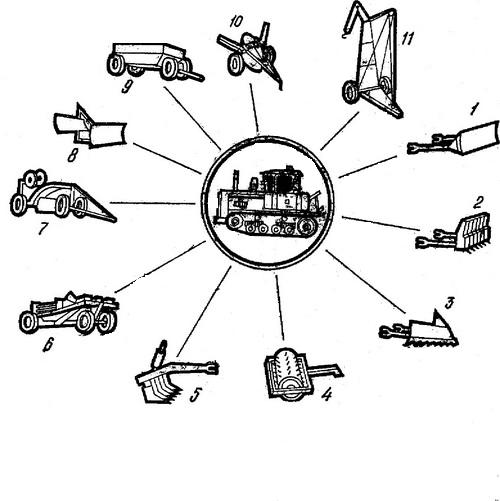
Строительство дороги требует больших единовременных материальных и трудовых затрат, что определяет необходимость стадийного их строительства. На каждой стадии достигают определенного уровня эксплуатационных показателей дороги. Стадийный метод позволяет в наибольшей мере рационально использовать экономические возможности, последовательно потреблять материалы, средства механизации и трудовые ресурсы. Необходимость всемерного совершенствования сети местных дорог путем стадийного их строительства вызывается также постоянным увеличением скоростей и изменением структуры движения — быстрым ростом парка легковых и повышением грузоподъемности грузовых автомобилей.

## 3.4 МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Большие объемы дорожно-строительных и ремонтных работ в настоящее время требуют максимальной механизации производственных процессов. Специализированные организации осуществляют эти работы на базе широкого применения комплекса машин и механизмов, выполняющих все основные операции.

Имеются все возможности для механизации работ при строительстве и ремонте местных дорог. Не только дорожно-строительные организации, но и отдельные предприятия и хозяйства располагают большим парком машин и механизмов, которые можно успешно применять в дорожном строительстве. Использование тех или иных машин зависит от вида дорожных работ и способов их выполнения, типов и конструкций элементов дороги и ее сооружений. В ряде случаев одну и ту же машину можно применять для выполнения различных операций.

При подготовке полосы для строительства наиболее широко используют бульдозер. Им корчуют мелкий лес и кустарник, пни и корни, срезают и перемещают плодородный слой почвы и грунта, заделывают ямы, впадины, траншеи, рекультивируют земли. С помощью кустореза срезают кустарники и мелкий лес, удаляют кочки и неровности в полосе отвода дороги.

Рисунок 3.1 – Рабочее оборудование дорожных машин

Корчеватели-собиратели используют для корчевки и уборки пней, корней, камней, кустарника и мелкого леса, рыхлители — для рыхления плотных грунтов, удаления камней, корчевки, разрушения переустраиваемых дорожных полотен. Для снятия, перемещения и складирования плодородного слоя почвы, а также рекультивации нарушенных земель служат прицепные и самоходные скреперы.

На строительстве искусственных сооружений применяют комплекс машин в число которых входят тракторные универсальные агрегаты, краны, дизель-молоты, вибропогружатели, вибромолоты, копры, вибраторы, бетономешалки и др. Тракторный агрегат имеет набор оборудования для забивки свай, рытья котлованов, сборки труб и мостов и выполнения других работ. Краны служат для разгрузки и монтажа элементов искусственных сооружений. Дизель-молоты, вибропогружатели, вибромолоты, копры используют при погружении свай в грунт. Бетономешалки служат для приготовления бетонной смеси, а вибраторы — для ее уплотнения.

Рисунок 3.2 - Бульдозер ДЗ-29 на базе трактора ДТ-75



Рисунок 3.3 - Автобетоносмеситель на шасси MAN

****

Рисунок 3.4 - Бульдозер-рыхлитель Катерпиллер D9R

Разработанные схемы комплексной механизации работ состоят из пяти разделов, включающих в себя семь видов дорожно-строительных работ:

1) возведение земляного полотна;

2) устройство гравийного и щебеночного основания;

3) устройство основания из укрепленного грунта;

4) устройство облегченных черных покрытий;

5) устройство асфальтобетонного покрытия;

6) устройство цементобетонного покрытия;

7) устройство труб.

Схемы предназначены для облегчения выбора наиболее рациональных способов производства работ, более правильного комплектования отрядов и обеспечения лучшей организации производства работ.

Схема комплексной механизации содержит описание процессов в их технологической, последовательности с указанием и расчетом потребности средств механизации, с помощью которых процессы выполняются.

Кроме того, в схеме указывается, на каких захватках выполняется тот или иной процесс, приводятся объемы работ по процессам на укрупненный измеритель (например, на устройство 1 км двухслойного асфальтобетонного покрытия), а также производительность по процессам в смену со ссылкой на нормативный источник. В том случае, когда производительность определяется расчетом, последний прикладывается к соответствующей схеме.

В конце схемы помещаются введения о необходимом количестве рабочих (в чел. днях) и машинах (машино-сменах).

## 3.5 ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ КОМПЛЕКСОМ ДОРОЖНЫХ МАШИН

Работы по устройству дорожных оснований из укрепленных грунтов ведут специализированным комплектом машин (СКМ). Длина основной захватки, где фунт перемешивается с вяжущим, определяет его сменную производительность. Длина других захваток может быть равна основной или кратна ей (рис. 3.5).

Применение на строительстве СКМ, оснащенных машинами с несогласованной производительностью и работающих на захватках неоптимальной длины, значительно повышает себестоимость механизированных работ и необоснованно увеличивает численность механизированного комплекта.

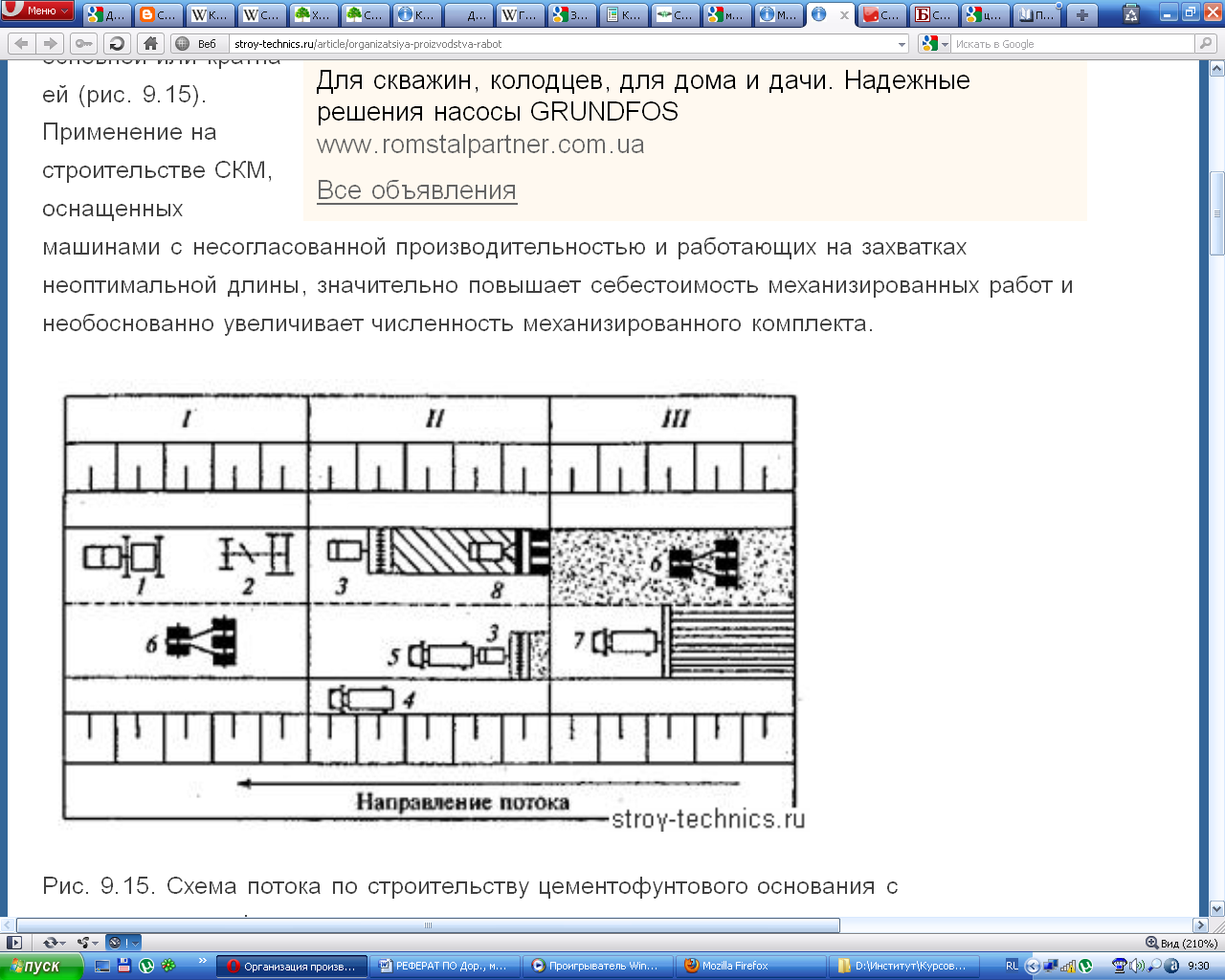


Рисунок 3.5 - Схема потока по строительству цементофунтового основания с использованием фрезы:

1 — скрепер; 2 — автогрейдер; 3 — фреза; 4 — цементовоз; 5 — поливомоечная машина; б — каток; 7 — автогудронатор; 8 — цементораспределитель; I, II, III, — технологические захватки

Выбирать оптимальную длину захватки и рациональный состав СКМ целесообразно по энергоемкости единицы готовой продукции себестоимости производства работ.

Существующая методика подсчета стоимости механизированных работ обычно учитывает часы работы машин комплекта в соответствии с теоретически определенной эксплуатационной производительностью. В действительности же каждая машина находится на производстве в течение всей смены независимо от того, сколько часов из смены занято продуктивной работой, а сколько является скрытым простоем. Полученные результаты показывают, что на отдельных захватках при укреплении грунтов (например, цементом) теоретическая потребность в некоторых машинах составляет небольшую часть рабочей смены. Так, например, на захватке длиной 200 м Для СКМ с ведущей машиной ДС-16Б требуется 0,42 машиносмены катка ДУ-30 и 0,52 машиносмены автогрейдера ДЗ-2А и т. д.

В большинстве случаев отдельные виды работ, которые не позволяют полностью использовать сменную производительность машин, не удается сконцентрировать по времени и приходится выполнять их с перерывами в течение всей смены. Это обстоятельство не позволяет до окончания смены переключать недостаточно загруженные машины на другие районы. Например, автогрейдер необходим на протяжении всего технологического процесса (разогревание грунта после его вывозки скреперами на земляное полотно, разравнивание цементогрунтовой смеси после прохода грунтосмесительных машин и, наконец, обеспечение поперечного профиля основания).

Необходимое количество машиносмен техники, входящей в СКМ, определяется сменной эксплуатационной производительностью машин и величиной сменного объема работ. Поскольку производительность машин в конкретных условиях является величиной постоянной, то остается возможность управления потребностью машиносмен посредством изменения сменного объема работ и использования различных типов средств механизации. Изменяя эти параметры, можно подобрать такую структуру и такое количество машин в СКМ, при которых наилучшим образом будут сочетаться производительности средств механизации, занятых в технологическом процессе.

Ниже рассмотрен пример определения рациональных параметров системы машин для устройства цементогрунтового основания. Сравниваются два варианта производства работ: один — с ведущей грунтосмесительной машиной ДС-16Б, второй — с дорожной фрезой ДС-18. Критерием рациональности является энергоемкость единицы продукции (рис. 6).

Технология производства работ предусматривает: разработку и транспортирование на земляное полотно грунта из боковых резервов, его разравнивание и измельчение; транспортирование цемента к месту строительства и его распределение по обрабатываемой поверхности слоя; увлажнение, перемешивание и уплотнение цементогрунтовой смеси; розлив жидкого битума по поверхности цементогрунтового слоя.

При подсчете потребности в различных машинах учитывались часы их пребывания на объекте строительства полную рабочую смену независимо от того, сколько времени они фактически были заняты продуктивной работой.

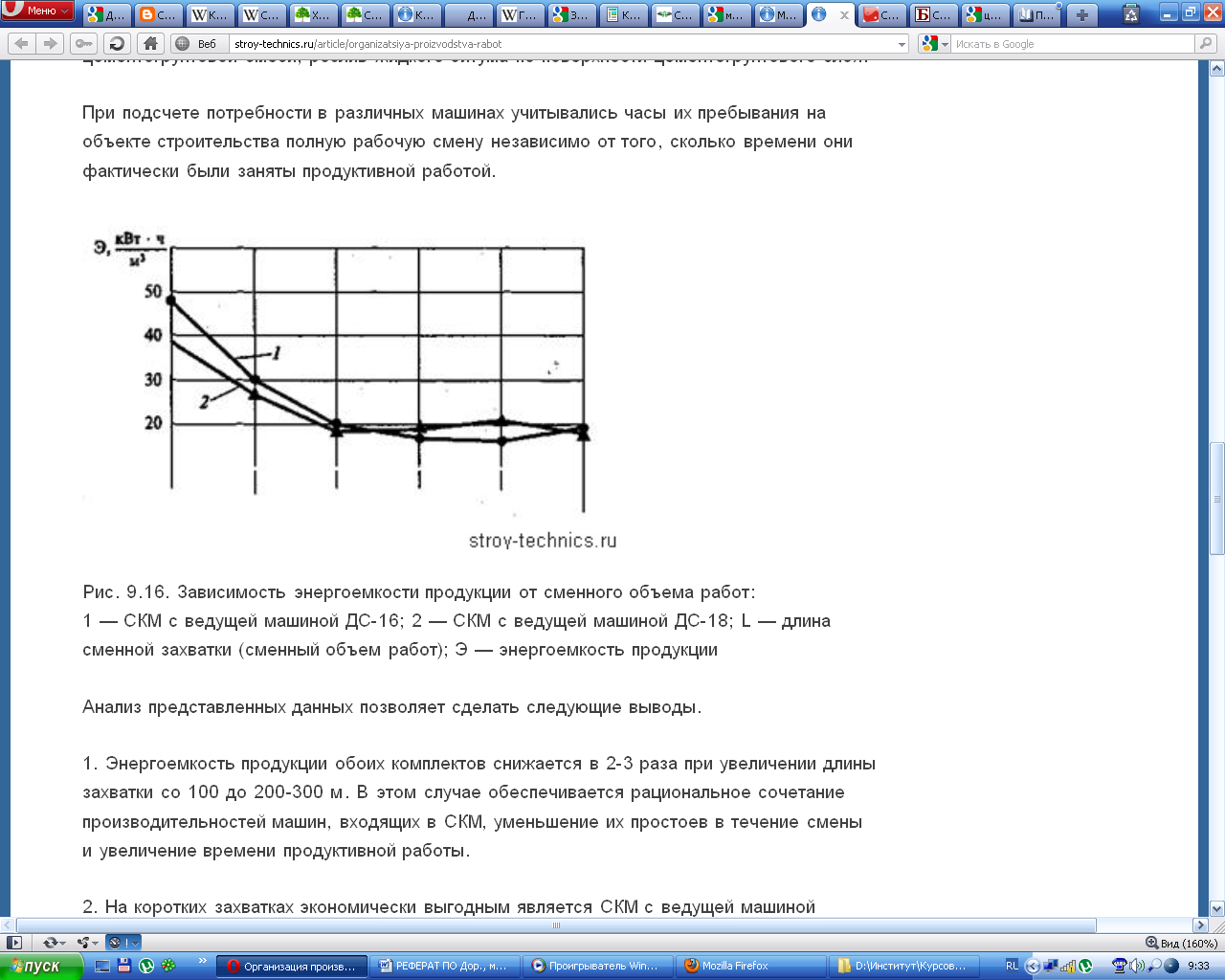


Рисунок 3.6 - Зависимость энергоемкости продукции от сменного объема работ:

1 — СКМ с ведущей машиной ДС-16; 2 — СКМ с ведущей машиной ДС-18; L — длина сменной захватки (сменный объем работ); Э — энергоемкость продукции

Анализ представленных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Энергоемкость продукции обоих комплектов снижается в 2-3 раза при увеличении длины захватки со 100 до 200-300 м. В этом случае обеспечивается рациональное сочетание производительностей машин, входящих в СКМ, уменьшение их простоев в течение смены и увеличение времени продуктивной работы.

2. На коротких захватках экономически выгодным является СКМ с ведущей машиной ДС-18.

3. На захватках длиной 350-550 м эффективнее использовать первый комплект машин.

В рассмотренном примере многие вспомогательные машины (автогрейдеры, скреперы, цементовозы, поливомоечные машины), имеющие значительные мощности двигателей, входят в составы обоих комплектов примерно в равном количестве. Это обстоятельство сглаживает разницу в энергоемкости продукции комплектов. При сравнении комплектов, в большей степени отличающихся друг от друга типами и мощностью машин, различие в энергоемкости их продукции будет более существенным.

Качество готовой смеси зависит от степени измельчения грунта. В производственных условиях степень измельчения грунта зависит от типа грунтосмесительной машины, ее поступательной скорости и числа проходов по одному следу. Оптимальной скоростью движения машины считается та, при которой обеспечивается требуемая степень измельчения.

На размельченный фрезой грунт рассыпают цемент. Для этого используют специальные прицепные распределители ДС-9. Ширина распределителя 2,45 м. Бункер вместимостью 2,3 м3 загружается из автоцементовозов, в случае необходимости можно также загружать непосредственно из автосамосвалов. Норма распределения цемента составляет 15—50 кг/м2. Также применяют полуприцепной распределитель ДС-72 к трактору Т-158К. Перемешивают грунт с цементом фрезой за 2-3 прохода по одному следу. Для окончательного смешения грунта с цементом и водой недостающее До оптимальной влажности смеси количество воды разливают через дозировочную систему фрезы с одновременным перемешиванием за 2-4 прохода по одному следу.

Окончательно планируют слой смеси перед уплотнением автогрейдером за 4-6 круговых проходов. Уплотнять смесь рекомендуется самоходными или прицепными катками на пневматических шинах. У прицепных катков тягач также должен быть на пневматических шинах. Для уплотнения слоев смеси толщиной 12-18 см используют катки массой 12-25 т. Достаточно 8-12 проходов по одному следу. Эффективно использовать для уплотнения цементогрунтовых смесей вибрационные катки и виброплиты.

При выполнении технологических операций необходимо стремиться к тому, чтобы время между введением воды и окончанием уплотнения было как можно меньше. Это будет способствовать получению высокой конечной прочности цементогрунтового слоя и снижению энергоемкости процесса уплотнения смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Васильева, А. А.** Дорожно-строительные машины. Справочник, под ред. А. А. Васильева, 2 изд., М., 1955; Бородачев И. П., Создание комплекса нового оборудования для дорожного строительства, М., 1960. ISBN 0-00-000000-0.
2. http://www.stroystrasse.com/obschie-printsipyi-stroitelstva/stroitelstvo-i-soderzhanie-dorog.html
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Строительно-дорожные\_машины
4. http://woodroads.ru
5. http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-181-2/26.htm
6. http://stroy-technics.ru/article/organizatsiya-proizvodstva-rabot

# 4 МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ, ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

## 4.1 ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН

Машины для уплотнения грунтов оснований автомобильных дорог должны быть высоко производительны, иметь возможность их использования в стесненных условиях, показывать универсальность уплотнения, иными словами быстро заменять один валец (кулачковый) - другим (вибрационным) и, естественно, снижать стоимость уплотнения грунтов.

Связные грунты насыпей или оснований дорог при оптимальной влажности эффективно уплотняются пневмоколесными и кулачковыми катками и механизмами ударного действия.

Песчаные грунты целесообразно уплотнять вибрационными катками, при этом достигается лучшая упаковка зерен за счет воздействия колебательных движений вибратора. Такие несвязные грунты вибрационные катки уплотняют на большую глубину, чем связные.

Машины и механизмы ударного действия могут применяться независимо от свойств грунтов.

Производительность современных землеройных машин превышает 600 м 3/ч. Поэтому необходимо увеличивать производительность уплотняющих машин за счет увеличения их количества.

Увеличить производительность уплотняющих машин можно также увеличением скорости их движения, толщины уплотняемого слоя и ширины уплотняемой полосы.

Если увеличивать толщину уплотняемого слоя грунта и ширину уплотняемой полосы, это потребует повышения массы машины, что вызовет необходимость увеличения мощности двигателя уплотняющей машины.

Ширина уплотняемой полосы, установленная строительной практикой стран Европы и США, не превышает 2,5-3 м.

## 4.2 ХАРАКТЕРИСТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН

Грунты насыпей и оснований дорог уплотняют пневмоколесными и кулачковыми катками массой до 25 т, а также машинами вибрационного действия массой от 4 до 12 т. Могут также применяться решетчатые катки и катки с уплотняющими башмаками массой более 45 т. Во многих странах Европы и СНГ применяют катки с гладкими металлическими вальцами массой 12-18 т, которые используют и для уплотнения связных грунтов. Рассмотрим подробнее достоинства грунтоуплотняющих машин разных типов.

### 4.2.1 Катки с гладкими металлическими вальцами

Такие катки обеспечивают уплотнение грунта только за счет давления и имеют явные недостатки, особенно при уплотнении насыпей дорог. В настоящее время большинство катков статического типа применяются исключительно при поверхностном уплотнении и окончательной отделке асфальтобетонного слоя основания или покрытия дорожной одежды.Катки статического типа не могут производительно работать при глубине слоев более 10 см, так как их действие полностью зависит от линейных нагрузок, влияние которых ограничивается верхней частью уплотняемого слоя без глубокого проникания в уплотняемый материал. Поэтому катки такого типа не обеспечивают равномерного уплотнения слоя грунта на глубину.



Рисунок 4.1 - Каток с гладким металлическим вальцом Bomag

### 4.2.2 Вибрационные катки

В следующий класс уплотняющих машин входят виброкатки, которые могут быть либо прицепными, либо самоходными. Наиболее подходящими материалами для уплотнения такими катками являются каменистые и гранулированные грунты, которые благодаря эксплуатационным характеристикам виброкатков могут уплотняться глубокими слоями, в некоторых случаях до 1 м толщиной.

Вибрационное уплотнение, в том числе и несвязных грунтов с содержанием глинистых частиц не более 4-5%, получило широкое распространение во всех странах Европы и США. В результате вибрации в песчаных грунтах нарушается связь между зернами и происходит более плотная упаковка зерен песчаных грунтов.

Эффективность виброуплотнения зависит от амплитуды, частоты и продолжительности вибрирования. Каждому размеру грунтовых частиц соответствует определенная частота колебаний, способствующая оптимальному уплотнению. Чем мельче частицы грунта, тем большая частота воздействия необходима. Грунт состоит из частиц различных размеров, поэтому целесообразно разночастотное вибрирование. Частота колебаний связана с удельным статическим давлением вибратора: с уменьшением давления частота вибрации должна возрастать. Например, при удельном давлении р = 40-100 МПа/м 2 частота вибрации составляет 1200-900 мин -1 - при давлении р = 40-100 МПа/м 2, частота 2000-1200 мин -1.

При современных виброкатках с диаметром вальцов до 2 м, статической массой до 4 т и оптимальных параметрах вибрации в песчаных и супесчаных грунтах глубина уплотняемого вибратором (виброкатком) слоя является в пределах 0,4-0,5 м. Для виброкатков массой 8 т глубина уплотняемого слоя грунта составляет 0,75-0,8 м, для катков массой 12 т глубина слоя уплотнения - 1-1,2 м. Для обеспечения эффективности работы виброкатка большое значение имеет его скорость, поскольку она определяет время между частотой ударов и соприкосновением вибромеханизма с уплотняемым материалом. Как правило, наилучшие результаты уплотнения грунтов обеспечиваются при скорости катков 3-5 км/ч. Учитывая данное ограничение скоростей при уплотнении слоев дорожного основания и подстилающего слоя, виброкатки более выгодно применять на подъездных и боковых дорогах в границах основного участка или вокруг сооружений, где насыпной грунт выгружается самосвалами и разравнивается грейдерами и бульдозерами. Естественно, работа при этом замедленна, по сравнению с работой со скреперами, где решающее значение имеет скорость движения, учитывая высокие капитальные затраты на оборудование. Для скреперов обычна скорость в 12 км/ч, и для работы в паре с ними предпочтение следует отдавать таким уплотняющим машинам, как самоходный трамбовщик модели С450 фирма "HysterCompany"(США).

В последние годы значение самоходных виброкатков возросло, по сравнению о прицепными машинами, поскольку у самоходных катков имеется ряд важных преимуществ. Они малогабаритны и не нуждаются в тягаче, поэтому более маневренны на стройплощадке, могут поворачиваться в пределах малых радиусов и двигаться между технологическими и другими машинами со значительно большей легкостью и безопасностью, чем прицепная машина. Самоходные виброкатки имеют также большую производительность работы, меньшие затраты времени на развороты и простои из-за того, что тягачи требуются для других работ на стройплощадке. Однако следует учесть, что на некоторых грунтах могут возникать трудности при использовании самоходных машин, поэтому на этих участках дорог предпочтение все-таки будет отдаваться каткам с тягачами. Разработки последних лет, проводимые ведущими машиностроительными фирмами США, предусматривают введение барабанного привода, который в значительной мере решит проблемы. связанные с тягой.

Как уже указывалось выше, виброкатки обычно применяются на гранулированных грунтах, хотя введение трамбующих выступов позволяет применять их на гранулированных грунтах с большим количеством мелких частиц.

Рекомендуется использовать катки с гладкими вальцами на грунтах с 10%-ным содержанием связного грунта. Такие катки - с кулачками на вальцах - обычно работают в паре с тягачом, а не на собственном ходу, поскольку использование трамбующих выступов на самоходных катках влечет за собой увеличение сопротивления качению и, следовательно, требует установки более мощных двигателей. В таких случаях применение на самоходных катках барабанного привода становится оправданным и необходимым.

Опыты в США, Франции, Италии с тяжелыми моделями виброкатков подтвердили возможность их надежной работы и на скоростях 15-16 км/ч, но при этом ощутимо снижается глубина уплотнения грунта.

Производительность современных комбинированных вибрационных катков достигает 500-600 м 3/ч.

В последние годы в США и странах Европы все чаще применяют кулачковые виброкатки со специальным эвольвентным профилем кулачка.

Масса таких катков достигает 35-40 т, мощность двигателя составляет 220-294 кВт. Они используются для уплотнения легких малосвязных грунтов слоямидо0,6м.

Рисунок 4.2 - Вибрационный каток Dynapac CG 223 HF

### 4.2.3 Катки на пневматическом ходу

Такие катки в основном предназначены для уплотнения тонких асфальтобетонных слоев основания или покрытия дороги, но в ряде стран Европы, например, во Франции, их используют для уплотнения оснований дорожных одежд и земляного полотна.

Однако растущий интерес во многих странах к виброкаткам привел к менее широкому применению машин на пневмоходу. Все дело в том, что при уплотнении насыпей грунт, как правило, хуже поддается уплотнению, чем материал дорожного покрытия, кроме того, насыпь отсыпают более толстыми слоями. Для обеспечения требуемой степени уплотнения насыпи приходится применять очень мощные катки на пневматическом ходу с высокой нагрузкой на колеса. Масса таких машин часто превышает 35 тонн. Такие машины в настоящее время делают самоходными, поскольку крупные прицепные механизмы были бы неманевренны и имели бы тенденцию к превышению нагрузки на уплотняемый материал.

Другой проблемой в связи с применением самоходных катков на резиновом ходу является то, что передвижение по основанию дорожной одежды иногда затруднено. Поскольку катки на пневматических шинах осуществляют свою функцию в основном за счет давления и перемешивания, они могут применяться на полулипких грунтах, таких, как илистый песок, равно как и на галечнике. Чаще всего машины на пневматическом ходу применяются для уплотнения оснований дорожных одежд там, где стройплощадка относительно невелика, и один и тот же каток будет впоследствии применяться и для работы при устройстве асфальтобетонных слоев оснований и покрытий дороги.



Рисунок 4.3 - Каток на пневматическом ходу

### 4.2.4 Кулачковые катки

Они пригодны для уплотнения всех грунтов, но особенно эффективны при уплотнении связных материалов. Контакт с грунтом происходит на малой площади, что обеспечивает большое удельное давление. При первых проходах кулачки погружаются в грунт на значительную глубину. По мере возрастания плотности грунта, глубина погружения кулачков уменьшается, чем обеспечивается равномерное уплотнение слоя по толщине. Производительность самоходных кулачковых катков в 2-3 раза выше, чем у прицепных, из-за большей скорости уплотнения материала.

Параметры применяющихся на строительстве дорог кулачковых катков (масса машин до 30 т, длина кулачка не более 0,3 м, опорная поверхность кулачка не более 50 см 2, толщина уплотняемого слоя до 0,3 м) - являются оптимальными, поэтому у катков этого класса нет резервов повышения толщины уплотняемого слоя.

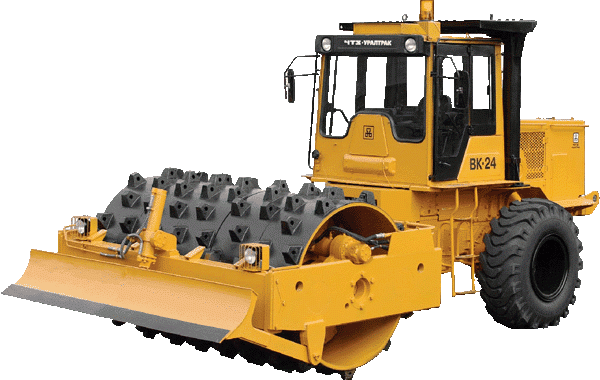
****

Рисунок 4.4 – Кулачковый каток

### 4.2.5 Решетчатые катки, катки с уплотняющими башмаками

Такие машины применяются в основном для уплотнения глинистых и крупнообломочных скальных грунтов. Скорость передвижения машин более 20 км/ч, толщина уплотняемого слоя грунта составляет 0,3-0,35 м. При диаметре вальцов решетчатых катков 2,5-2,6 м производительность их достигает 2,5-3 тыс. м 3/смену при толщине уплотняемого слоя грунта до 0,75 м.



Рисунок 4.5 – Решетчатый каток

## 4.3 МЕТОД УДАРНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ

Такой метод считается наиболее универсальным. Уплотнение слоев грунта происходит за счет кинетической энергии падающего груза. Для данного метода характерно краткое воздействие и большая глубина распространения напряженно деформированного состояния. Импульс силы равен изменению количества движения. Это позволяет рассчитать массу, высоту сбрасывания, число ударов трамбовки и толщину уплотняемого слоя грунта. Глубина уплотнения значительно увеличивается с повышением массы трамбовки и высоты ее падения.

Применение ударного метода экономически целесообразно, когда необходимо уплотнять толстые слои тяжелых глинистых грунтов (до 1,5 м), в том числе крупнообломочных горных пород и грунтов естественного залегания, грунтов с пониженной влажностью.

Наиболее эффективны с конструктивной и экономической точек зрения виброударные машины. производительность работы которых достигает 3 тыс. м 3/смену при глубине уплотнения слоев грунта до 1 м.



Рисунок 4.6 – Уплотнитель грунта

# 5 РЫХЛИТЕЛИ. КОСТРУКЦИИ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА

5.1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О БУЛЬДОЗЕРАХ

Бульдозер — землеройно-транспортная машина, состоящая из трак­тора, оборудованного управляемым отвалом с ножом для послойного срезания, перемещения и разравнивания грунта. Грунт срезается но­жом, накапливается перед отвалом и перемещается по поверхности рабочей площадки при передвижении бульдозера за счет тягового уси­лия трактора.

Бульдозерами возводятся насыпи, планируются площадки и откосы, отрываются и засыпаются траншеи, котлованы, каналы, штабелируются и распределяются по поверхности различные сыпучие материалы. Буль­дозеры применяются также для корчевки пней и валки деревьев, рас­чистки дорог и площадок и т. д.

Рабочее оборудование бульдозера с неповоротным отвалом состоит из отвала, толкающей рамы и механизма управления (рис.3, а).

Отвал представляет собой жесткую сварную конструкцию коробча­того сечения. Вдоль нижней кромки переднего изогнутого по дуге ок­ружности листа прикреплены ножи. С тыльной стороны отвал усилен ребрами и имеет проушины для присоединения к балкам толкающей рамы. По бокам отвала приварены щеки.

Толкающая рама связывает отвал с базовой машиной и передает ему рабочее усилие. Пространственная жесткость рабочему оборудова­нию придается раскосами, установленными в горизонтальной и верти­кальной плоскостях.

Отвал и толкающая рама легких бульдозеров выполняются, как правило, в виде цельной сварной конструкции.

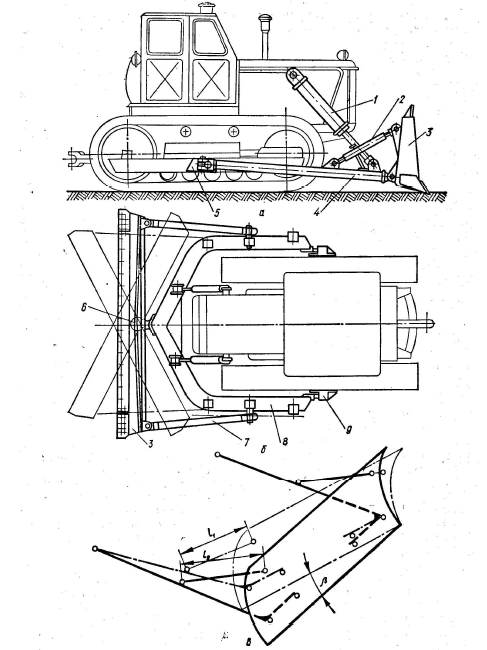


Рисунок 5.1 - Рабочее оборудование бульдозера:

а — с неповоротным отвалом; б — с поворотным отвалом; в — перекос отвала за счет изме­нения длины вертикальных раскосов;

1 — цилиндр подъема отвала;

2 — раскосы;

3 — отвал;

4 — балка толкающей рамы;

5 — опора балки;

6 - шаровая пята;

7 — боковые упоры;

8 — толкающая рама;

9 — опора рамы.

В большинстве конструкций бульдозеров длина или положение вертикальных раскосов могут изменяться, что позволяет изменить наклон отвала в вертикальной плоскости, т. е. задать другой угол резания. Иногда вместо раскосов устанавливают гидравлические цилиндры. В этом случае положение отвала можно изменять в процессе работы машины. При независимом регулировании длины каждого из раскосов и универсальности шарниров, связывающих продольные брусья с базовой машиной, угол наклона отвала может изменяться в продольной и попереч­ной вертикальной плос­костях (рис.5.1, в), что обеспечивает врезание в грунт правой или левой стороной отвала. Длина поворотных отвалов бульдозеров (рис.3, б) обычно боль­ше длины неповоротных. Это объясняется тем, что отвал в повернутом по­ложении должен пере­крывать поперечные га­бариты базовой машины. Его условия работы тре­буют иного очертания торцов и не допускают установки щек.

5.2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫХЛИТЕЛЕЙ

Бульдозеры-рыхлители тягового класса 10 изготавливают на базе гусеничных тракторов Т-1ЗОМ Г-1, Т-170 и их модификаций. Предназначены они для разработки мерзлых и трещиноватых скальных грунтов задним рыхлительным оборудованием.

Бульдозеры-рыхлители ДЗ-117А и ДЗ-116В включают базовый трактор Т-130МГ-1, бульдозерное оборудование машин ДЗ-109Б и ДЗ-110В соответственно и унифицированное для обеих моделей однозубое рыхлительное оборудование с четырехзвенным навесным устройством типа ДП-26С.

Рыхлительное оборудование состоит из опорной рамы, верхней и нижней тяги, рабочей балки с зубом, и гидроцилиндров подъема-опускания.

Опорная рама сварной конструкции является несущим элементом крепления рыхлительного оборудования на корпусе заднего моста трактора.

Рабочая балка предназначена для установки зуба и одновременно является звеном параллелограммного механизма навесного оборудования. В нижней задней части балки расположена площадка для работы с бульдозером-толкачом.

Верхняя и нижняя тяги служат для присоединения рабочей балки к опорной раме и представляют собой сварные конструкции коробчатого сечения.

Рабочий орган рыхлителя — зуб — состоит из стойки, наконечника, уширителей и деталей их крепления к стойке. Наконечник крепят на стойке пальцем с пружинной чекой. Предусмотрено два отверстия в стойке зуба для установки ее с разным вылетом. Уширители выполнены в виде сменных лопастей, закрепляемых в нижней части стойки под углом не более 20° к горизонту. Лопасть представляет собой L-образную опору, на выступающей части которой закреплен самоустанавливающийся поворотный диск, предохраняющий лопасти от износа и облегчающий процесс рыхления.

Гидросистема рыхлительного оборудования присоединяется к гидросистеме трактора.

Перевозку бульдозеров-рыхлителей производят железнодорожным транспортом на четырехосной платформе грузоподъемностью 60…63 т.

Бульдозеры-рыхлители тягового класса 25 выпускают на базе гусеничных тракторов ДЭТ-250М, ДЭТ-250М2, Т-25.01. Предназначены они для разработки мерзлых грунтов с большим количеством каменистых включений и трещиноватых скальных грунтов.

Бульдозеры-рыхлители ДЗ-126А, ДЗ-126В-1, ДЗ-126В-2 (рис. 4) состоят из базового трактора ДЭТ-250М или ДЭТ-250М2, бульдозерного оборудования от ДЗ-118, ДЗ-132-2, ДЗ-132-1 соответственно и унифицированного для всех моделей заднего рыхлительного оборудования ДП-9ВХЛ.

Для навески рыхлительного оборудования обе модификации трактора имеют корпус заднего моста с проушинами для крепления нижней тяги и два кронштейна для крепления верхней тяги.

Рыхлительное оборудование четырехзвенного вида однозубого типа состоит из верхней и нижней тяг, рабочей балки с жестко закрепленным зубом для глубокого рыхления, механизма изменения вылета стойки зуба и двух гидроцилиндров, расположенных штоками вверх в диагональном звене четырехзвенного механизма навески. Дистанционный механизм изменения вылета стойки зуба расширяет область эффективного рыхления грунтов.

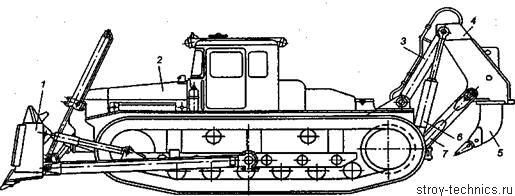


Рисунок 5.2. Бульдозер с рыхлителем ДЗ-126В-2

1 — бульдозерное оборудование ДЗ-132-1;

2 — трактор ДЭТ-250М2;

3 — верхняя тяга;

4 — рабочая балка;

5 — зуб с наконечником и износостойкой накладкой;

б — гидроцилиндр подъема-опускания;

7 — нижняя тяга

Верхние и нижние тяги сужены в сторону рабочей балки. Трапециевидная форма в плане тяг улучшает заднюю обзорность и исключает заклинивание глыб грунта под нижней тягой и рабочей балкой.

На задней стенке балки предусмотрено буферное устройство для работы с толкачом. На балке смонтирован механизм изменения вылета зуба.

Зуб содержит удлиненную стойку со сменным литым наконечником, износостойкую накладку и стопорное устройство крепления наконечника и накладки.

В стойке имеется четыре отверстия, позволяющие изменять вылет зуба относительно рабочей балки для рыхления глубиной 0,45; 0,7; 0,95; 1,2 м.

Управление механизмом изменения вылета зуба осуществляют из кабины трактора. Для этого в конструкции рыхлителя предусмотрено специальное устройство.

Изменение вылета зуба выполняют перестановкой стойки в коробе рабочей балки с использованием гидроцилиндров подъема-опускания при выдвинутом фиксирующем пальце и опущенном на грунт зубе.

Бульдозер с рыхлителем на тракторе Т-25.01 имеет бульдозерное оборудование ДЗ-158УХЛ и рыхли-тельное ДП-34-1УХЛ (ДП-34-2УХЛ) (рис. 5.3).

Базовый трактор гусеничный, с передним расположением двигателя и задним кабины, конструктивное исполнение узлов — блочное — для удобства обслуживания и ремонта, дизельный двигатель с газотурбинным наддувом и электростартерным пуском.

Гидромеханическая трансмиссия включает автономный узел в виде редуктора привода насосов с гидротрансформатором, соединенного с маховиком дизеля упругой муфтой, карданную передачу открытого типа и блок силовой передачи, состоящий из планетарной трехступенчатой коробки передач с механизмом реверса, механизма поворота и главной передачи.

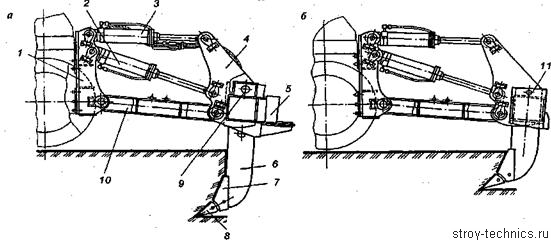


Рисунок 5.3 - Рыхлительное оборудование ДП-34- 1УХЛ (а) и ДП-34-2УХЛ (б) к трактору Т-25.01:

1 — опорный кронштейн;

2 — гидроцилиндр подъема-опускания;

3 — гидроцилиндр изменения угла рыхления;

4 — рабочая балка (ДП-34-1УХЛ);

5 — буферное устройство;

б — зуб;

7 — защитная накладка;

8 — наконечник;

9 — механизм перестановки стойки зуба;

10— нижняя тяга;

11 — рабочая балка (ДП-34-2УХЛ)

Гусеничная ходовая система выполнена с полужесткой трехточечной системой подрессоривания. На тележках установлено по семь жестко закрепленных опорных и по два поддерживающих катка. Покачивание тележек и деформация подушек обеспечивают снижение передачи ударных нагрузок на раму трактора.

Трактор оборудован предпусковым подогревателем дизеля, кондиционером и воздушным автономным отопителем кабины.

Бульдозерное оборудование неповоротное, предусмотрено в прямом, полусферическом или сферическом исполнении с гидроперекосом и механизмом компенсации в виде поперечной штанги.

Рыхлительное оборудование в одно- и многозубом исполнении состоит из унифицированных опорных кронштейнов, нижней тяги, гидроцилиндров подъема-опускания и регулировки угла.

Рабочая балка однозубой модификации имеет одно центральное отверстие для установки зуба увеличенного, наибольшего заглубления. В зубе предусмотрены четыре отверстия с шагом 0,23 м, что допускает регулировку максимального заглубления зуба в широких пределах. Перестановка стойки в одно из отверстий производится с использованием механизма, приводимого из кабины машиниста. Литые защитные накладки зуба унифицированы для обеих модификаций машин, а сварно-штампованные наконечники — также с рыхлителем ДП-9ВХЛ.

Конструкция рыхлительного оборудования обеспечивает получение оптимальных параметров рыхления как при заглублении, так и при установившемся рыхлении.

Управление бульдозерным и рыхлительным оборудованием осуществляется от гидравлической системы трактора, которая состоит из трех насосов, двух секционных распределителей, бака, фильтра, дозаправочного устройства, трубопроводов и шлангов.

Гидроцилиндры бульдозера оборудованы клапанами конечного хода и быстрого опускания. Цилиндры подъема-опускания бульдозерного оборудования и цилиндр перекоса управляются от одного гидрораспределителя, а цилиндры подъема-опускания рыхлительного оборудования и угла рыхления — от другого.

Бульдозеры-рыхлители тягового класса 35 выпускают на базе гусеничных тракторов Т-330 и Т-500 (Т-35.01).

Бульдозеры с рыхлителями ДЗ-94С, ДЗ-94С-1 (рис. 6) на базе трактора Т-330 включают в себя бульдозерное оборудование ДЗ-59С (рис. 5.3) и рыхлительное оборудование вмногозубом (ДП-10С) и однозубом (ДП-10С-1) исполнении. Предназначены они для работы в тяжелых условиях, в том числе для разработки мерзлых и скальных грунтов при температуре воздуха до — 60 °С.

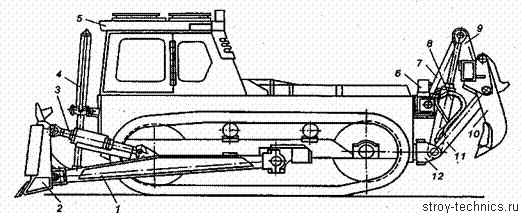


Рисунок 5.4 - Бульдозер-рыхлитель ДЗ-94С-1:

1 — толкающий брус;

2 — отвал;

3 — гидрораскос;

4 — гидроцилиндры подъема-опускания отвала;

5 — базовый трактор Т-330;

6 — гидроуправление рыхлителя;

7 — верхняя тяга;

8 — гидроцилиндры подъема-опускания рыхлителя;

9 — рабочая балка;

10 — зуб;

11 — нижняя тяга;

12 — нижняя опорная балка

Ходовая часть имеет качающуюся поперечную балку, подрессоренные опорные катки и направляющие колеса. Трактор оборудован электрогидравлической системой управления, в том числе землеройным оборудованием. Бульдозерное оборудование включает неповоротный отвал, толкающие брусья, гидрораскос, винтовой раскос, две диагональные тяги, гидрооборудование, механизм компенсации перекоса, узлы и детали соединения.

Базовый трактор Т-330 гусеничный, с передним расположением кабины и задним — двигателя, имеет гидромеханическую трансмиссию, состоящую из комплексного одноступенчатого трансформатора, двух бортовых трехступенчатых коробок передач в общем корпусе, выполняющих одновременно функции механизма поворота, карданных валов, центральных конических передач, одноступенчатых бортовых редукторов.

Отвал сварной коробчатого сечения с козырьком в верхней части. В нижней усиленной части крепятся средние, правый и левый крайние ножи. Средние ножи имеют два ряда отверстий для перестановки по мере износа. При полном износе ножи переворачивают. Горизонтальные раскосы шарнирно закреплены на толкающих брусьях и соединены друг с другом в центральной части отвала посредством механизма компенсации перекоса. Соединение раскосов с осью выполнено втулками, а свободный конец оси механизма — с отвалом, посредством серьги.

Толкающие брусья имеют равнопрочное сечение по длине, с наружной стороны они усилены износостойкими накладками. Шаровые опоры выполнены со сферическими втулками. Каждый брус соединен с отвалом крестовиной с двумя взаимно перпендикулярными пальцами. Гидроцилиндр перекоса отвала и винтовой раскос имеют пальцы со сферическими втулками.

Винтовой раскос и гидрораскос обеспечивают регулировку угла резания ножей. Гидрораскос состоит из гидроцилиндра с гидрозамком и предохранительного гидроклапана. Гидрозамокпредназначен для предотвращения переливания рабочей жидкости из полостей гидроцилиндра в гидросистему. Подвод рабочей жидкости осуществляется по трубопроводам и рукавам высокого давления.

Рыхлительное оборудование бульдозера с рыхлителем ДЗ-94С четырехзвенного вида многозубого типа состоит из верхней и нижней тяг, рабочей балки с жестко закрепленными 1…3 зубьями, буферного устройства и гидропривода. Стойки зубьев оснащены наконечниками.

Опорная рама рыхлителя состоит из двух отдельных опор — балок. Балки закреплены горизонтально. К проушинам верхней балки крепится верхняя тяга рыхлительного оборудования. Нижняя балка имеет четыре пары проушин: две по краям для соединения с нижней рамой и две в средней части — для установки двух гидроцилиндров.

Верхняя тяга стержневого типа выполнена в виде прямоугольного коробчатого сечения, нижняя — в виде жесткой пространственной конструкции.

Рабочая балка коробчатого сечения усилена внутри шестью диафрагмами. На ней с шагом 0,95 м расположены в проушинах три зуба. На среднем зубе предусмотрено буферное устройство для работы с толкачом.

Управление рыхлительным оборудованием осуществляется электрогидравлическими распределителями от основной раздельно-агрегатной гидросистемы трактора.

Однозубое рыхлительное оборудование в составе бульдозера с рыхлителем ДЗ-94С-1 по конструкции аналогично ДЗ-94С.

Бульдозер-рыхлитель ДЗ-129ХЛ включает в себя бульдозер ДЗ-124ХЛ и рыхлитель ДП-29ХЛ с регулируемым углом рыхления, отличается от модели ДЗ-59С размерами и конструкцией отвала, который выполнен полусферической формы. Кроме того, бульдозер может быть снабжен сменным отвалом сферического типа, который предназначен преимущественно для разработки кусковых материалов, скальных пород и сыпучих, несвязных грунтов.

Бульдозер приспособлен для работы при низких отрицательных температурах.

Рыхлительное оборудование многозвенного типа состоит из опорной рамы, нижней тяги, рабочей балки, шарнирно-сочлененной верхней тяги и трех гидроцилиндров: двух — подъема и опускания зуба, одного — изменения угла рыхления.

Бульдозер ДЗ-124ХЛ может быть укомплектован также рыхлительным оборудованием четырехзвенного вида в однозубом (ДП-36-1УХЛ) и многозубом (ДП-36-2УХЛ) исполнении с регулируемым углом рыхления (рис. 5.5).

Бульдозер-рыхлитель ДЗ-141ХЛ (рис. 5.7) смонтирован на базе трактора Т-500 с передним расположением двигателя и задним кабины, трансмиссия — гидромеханическая с использованием ряда узлов Т-330. Предусмотрена модификация трактора Т-35.01, отличающаяся плане тарной коробкой передач трансмиссии вместо вальной на Т-500. Максимальное тяговое усилие на «стоп-режиме» — 735 кН.

Бульдозерное оборудование с неповоротным отвалом полусферической формы, гидроперекосом и механизмом компенсации выполнено аналогично бульдозерному оборудованию на тракторе Т-25.01 с полусферическим отвалом. Ножи унифицированы с оборудованием трактора Т-330.

Рыхлительное оборудование четырехзвенного вида с регулируемым углом рыхления и одним жестко закрепленным зубом по конструкции аналогично ДП-34-1УХЛ на тракторе Т-25.01.

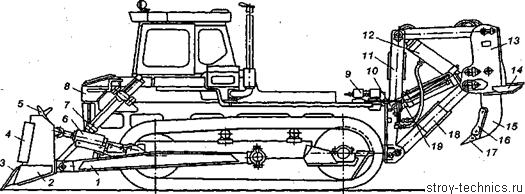


Рисунок 5.5 - Бульдозер-рыхлитель ДЗ-129ХЛ:

1 — толкающий брус;

2 — отвал;

3 — крайний нож;

4 — боковой нож;

5 — козырек;

6 — гидрораскос;

7 — гидроцилиндры подъема-опускания отвала;

8 — трактор Т-330;

9 — гидросистема управления рыхлительным оборудованием;

10 — опорная рама;

11 — шарнирно-сочлененная верхняя тяга;

12 — гидроцилиндр регулировки угла рыхления;

13— рабочая балка;

14 — буфер;

15— зуб;

16— защитная накладка;

17— наконечник;

18— нижняя тяга;

19 — гидроцилиндры подъема-опускания рыхлителя

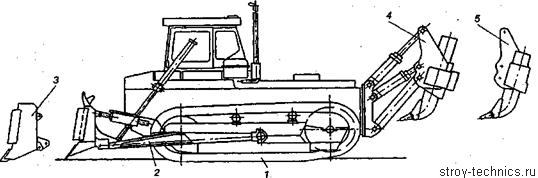


Рисунок 5.6 - Унифицированное рабочее оборудование к трактору Т-330:

1 — трактор Т-330;

2 — бульдозерное оборудование ДЗ-59С;

3 — отвал бульдозерного оборудования ДЗ-124ХЛ;

4 – рыхлительное оборудование ДП-36-1УХЛ;

5 — рабочая балка с зубьями рыхлительного оборудования ДП-36-2УХЛ

Гидроцилиндры подъема-опускания и регулировки угла рыхления унифицированы. Механизм перестановки зуба выполнен в виде гидроцилиндра, шарнирно закрепленного на поперечной опоре балки.

Привод гидроцилиндров навесного оборудования осуществляется от раздельно агрегатной гидросистемы базового трактора. Система управления выполнена аналогично трактору Т-25.01.

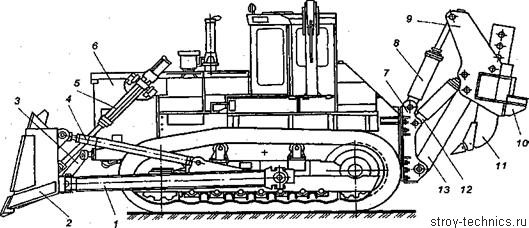


Рисунок 5.7 - Бульдозер-рыхлитель ДЗ-141ХЛ:

1 — толкающий брус;

2 — отвал;

3 — поперечная штанга;

4 — раскос;

5 г гидроцилиндр подъема-опускания отвала;

б — трактор Т-500;

7 — опорный кронштейн;

8 — гидроцилиндр регулировки угла;

9 — рабочая балка;

10 — буфер;

11 — зуб;

12 — гидроцилиндр подъема-опускания рыхлителя;

13 — нижняя тяга

Особенности трактора Т-800: переднее расположение двигателя, имеющего жидкостное охлаждение, газотурбинный наддув и промежуточное охлаждение наддувного воздуха, электростартерная система пуска из кабины машиниста; гидромеханическая трансмиссия с переключением на ходу передач переднего и заднего хода, в том числе и реверс; коробка перемены передач с разделением мощности на два потока, обеспечивающая также поворот трактора; упругая подвеска ходовой системы с индивидуальнымподрессоривнием опорных катков торсионами круглого сечения. Для работы в условиях Крайнего Севера двигатель трактора оборудован пусковым устройством, обеспечивающим подготовку двигателя к работе и быстрый запуск в условиях низких температур.

Бульдозерное оборудование ДЗ-159УХЛ с неповоротным полусферическим отвалом с гидроперекосом и механизмом компенсации аналогично ДЗ-141ХЛ.

Рыхлительное оборудование ДП-35УХЛ четырехзвенного типа с регулируемым углом рыхления по конструкции аналогично оборудованию ДЗ-141ХЛ.

Для навески рыхлительного оборудования на заднем мосту трактора предусмотрены проушины.

Привод гидроцилиндров навесного оборудования от раздельно агрегатной гидросистемы базового трактора. Управление рабочим оборудованием осуществляется одним рычагом с переходом посредством электрического переключателя на заднее или переднее оборудование. Привод механизма изменения вылета рыхлителя осуществляется от гидросистемы.

Основными производителями бульдозеров и рыхлителей за рубежом являются фирмы «Катерпиллер» (США) и «Комацу» (Япония). Этими фирмами освоен выпуск широкой гаммы бульдозерного и рыхлительного оборудования к гусеничным тракторам общего назначения мощностью от 29,5 до 575 кВт.

В зависимости от типоразмера базового трактора и назначения наибольшее распространение получили бульдозеры: на базе тракторов мощностью до 100 кВт с универсальным оборудованием, имеющие дистанционное управление заглублением, перекосом и поворотом отвала; 100…200 кВт — с оборудованием, имеющим прямой поворотный или неповоротный отвал; свыше 200 кВт — с полусферическим неповоротным отвалом и механизмом дистанционного управления перекосом, обеспечивающие высокие удельные нагрузки и хорошие планирующие способности отвала.

Практически все зарубежные фирмы на базе тракторов мощностью свыше 250…300 кВт наряду с полусферическими отвалами могут поставлять сферические отвалы с гидроперекосом, имеющие увеличенный объем призмы волочения.

Конструкция рыхлительного оборудования, так же как и бульдозерного, непосредственно определяется назначением и типоразмером базового трактора.

На базе тракторов мощностью до 150…200 кВт изготавливают трехзвенное (до 50 кВт) и парал-лелограммноерыхлительное оборудование вмногозубом исполнении (три или пять зубьев) без дистанционной регулировки угла рыхления. Тракторы мощностью 200…300 кВт оснащают четырехзвенным рыхлительным оборудованием в одно- и трехзубом исполнении как без регулировки угла рыхления, так и с ручной или дистанционной регулировкой. В последнем случае для регулировки угла рыхления используют дополнительную пару гидроцилиндров взамен верхней тяги.

Тракторы мощностью свыше 300 кВт оборудуют рыхлителями с дистанционно регулируемым углом рыхления в одно- и трехзубом исполнении, предусматривают также однозубые модификации для глубокого рыхления грунтов (на наиболее тяжелых тракторах более 2\_м при номинальном угле).

Рыхлители в однозубом исполнении оборудованы механизмом дистанционной перестановки зуба по глубине.

По своим конструктивным признакам бульдозеры и бульдозеры-рыхлители зарубежных фирм аналогичны отечественным.

## 5.3 ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ БУЛЬДОЗЕРА

Тяговый расчет бульдозера позволяет оценить возможности тягача при транспортировании грунта с подрезанием стружки, определить подъем, который может преодолевать машина с максимальной призмой волочения.

Условия движения бульдозера без буксования

,

где  – сила тяги по сцеплению;

 – тяговое усилие, развиваемое трактором, кН;

 – сумма сопротивлений движению, кН.

,

где  – эффективная мощность двигателя,

=0,8 – КПД машины;

 – скорость машины на первой передаче,

Сумма сопротивлений, возникающих в случае лобового резания и транспортирования грунта отвалом бульдозера;

,

где  – сопротивление движению бульдозера, кН;

 – сопротивление грунта резанию, кН;

 – сопротивление волочению призмы грунта впереди отвала; кН;

 – сопротивление трению грунта по отвалу, кН.

,

где *f* – коэффициент сопротивления движению трактора по грунту для гусеничного движителя;

 – расчетный угол подъема.

Расчет сопротивления грунта резанию

,

где *L* – длина отвала,

 – минимальное значение глубины резания, м;

 – удельное сопротивление грунта резанию,

,

где  – коэффициент потерь грунта при перемещении призмы волочения

 – фактический объем призмы волочения, м3.

,

где  – высота отвала,

 – коэффициент, который зависит от соотношения ;

Сопротивление перемещению призмы волочения

,

где – плотность грунта,

 – коэффициент трения грунта о грунт,

Сопротивление трения грунта по отвалу

,

где  – угол резания, град;

 коэффициент трения грунта по стали;

,

где  – сила тяги по сцеплению,

 – тяговое усилие, развиваемое трактором,

– сумма сопротивлений движению.

## 5.4 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЫХЛИТЕЛЯ

При расчёте производительности надо учитывать размеры разрыхляемого участка, вид грунта и технические показатели базовой машины.

Сила тяги по сцеплению при движении по плотному грунту



Сопротивление рыхления грунта



где  – глубина рыхления;

*В* – ширина полосы рыхления;





Условие движения без буксования тягача



Производительность рыхлителя

;

где *v* – скорость движения рыхлителя;

 - глубина рыхления;

 - ширина полосы рыхления;

*z* – число зубьев ;

 - коэффициент учитывающий снижение рабочей скорости

();

 - коэффициент учитывающий уменьшение толщины разрыхляемого слоя ();

 - число проходов по одному резу;

- число слоев рыхления в поперечных направлениях для подготовки грунта к транспортированию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гринкевич П.С.** Строительные машины. Изд. 2-е перераб. и доп. М., Изд. Машиностроение, 1965. с.204 -221.– ISBN 000-0000-00-0.

2.**Хархута Н.Я.**Дорожные машины. М., Изд. Машиностроение, 1968.

416 стр. .– ISBN 000-0000-00-0.

3.<http://stroy-technics.ru/article/buldozery-rykhliteli>

# 6 СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭКСКАВАТОРА

## 6.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАТИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ОДНОКОВШЕВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Целью статического расчета экскаватора является определение условий уравновешивания поворотной платформы, проверка устойчивости экскаватора и определение реакций опорных катков, катков-захватов и центрирующей цапфы.

Для уравновешивания поворотной платформы служит противовес, который выбирают из условия , согласно которому равнодействующая всех сил , действующих со стороны поворотной платформы , не должна выходить за пределы опорно-поворотного круга. Однако полностью уравновесить поворотную платформу нельзя. Поэтому предполагается , что неуравновешенная часть нагрузки будет восприниматься катками-захватами. Руководствуясь этим соображением, вес противовеса выбирают по условным расчетным схемам. Противовес рассчитывается для прямой лопаты и проверяется для других видов рабочего оборудования. Следует стремиться к тому, чтобы выбранный противовес удовлетворял по возможности большему числу сменного рабочего оборудования. Если это удается, то выбирают противовесы для отдельных групп оборудования. При расчете определяются два значения силы тяжести противовеса. Одно значение соответствует возможности опрокидывания поворотной платформы «вперед», т. е. в сторону рабочего оборудования, а другое значение определяется исходя из возможности опрокидывания платформы назад , т. е. в сторону противовеса. Выбранная сила тяжести противовеса не должна быть меньше того значения , которое соответствует опрокидыванию платформы назад. При несоблюдении этого условия надлежит пересмотреть компоновку оборудования на поворотной платформе. При оборудовании прямой лопаты сила тяжести противовеса при опро­кидывании поворотной платформы «вперед» определяется при наклоне стрелы, равном 35—40°. Предполагается, что ковш груженый, рукоять горизонтальна и выдвинута на 2/3 своего хода в случае малых и средних машин и полностью выдвинута в случае машин большой мощности. Сопротивление грунта копанию не учитывается , так как предполагается ,что оно воспринимается роликами-захватами. Вес противовеса g1 в этом случае найдется из уравнения равновесия относительно переднего катка (точка В) нагруженного экскаватора (рис.6.1 а)

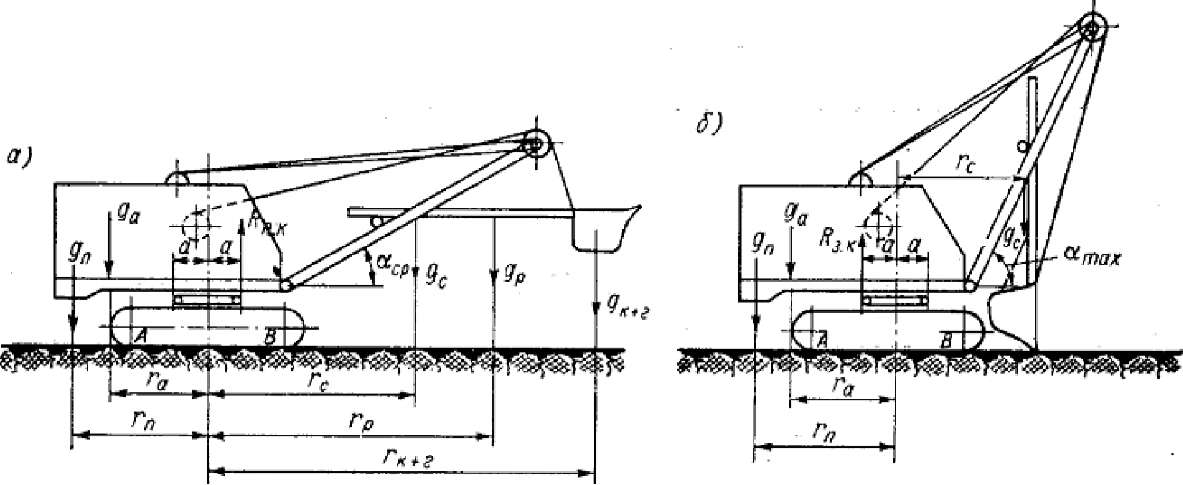


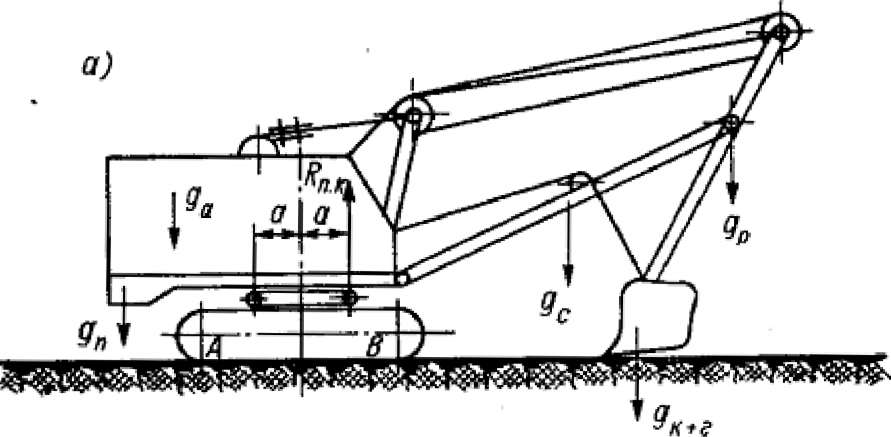
Рисунок 6.1 - Расчетная схема для определения противовеса при оборудовании прямой лопаты: а — при опрокидывании поворотной платформы вперед; б— при опрокидывании поворот­ной платформы назад.

Расчетная схема для определения силы тяжести противовеса при опрокидывании поворотной платформы назад дана на рис, 1. б. Здесь стрела расположена под углом к горизонту 55—60°, ковш разгружен, оперт на грунт и находится у пяты стрелы. Сила тяжести противовеса находится из уравнения моментов всех сил относительно заднего опорного катка (точка А)



Если в результате окажется, что gn2 >gnl, то склу тяжести противовеса следует выбирать между этими значениями — ближе к gnV Когда gnl > gn2, то произойдет опрокидывание платформы назад. Это указывает на то, что агрегаты и механизмы на поворотной платформе слишком выдвинуты вперед. Пользуясь методом веревочного многоугольника, противовес можно определить графически.

При оборудовании обратной лопаты сила тяжести противовеса, пре­пятствующего опрокидыванию поворотной платформы вперед, выбирается согласно расчетной схеме, (рис. 1, а). Здесь предполагается, что груженый ковш вышел из забоя, и экскаватор начинает поворот на выгрузку. Определение силы тяжести противовеса производится из уравнения моментов всех сил относительно переднего опорного катка (точка В), При определении силы тяжести противовеса, способной опрокинуть платформу назад предполагается, что ковш при максимальном вылете опущен на землю. Для определения противовеса следует составить уравнение равно­весия относительно заднего опорного катка (точка А на рис. 6.1 б). При этом предполагается, что вес ковша полностью воспринимается грунтом и в опрокидывании платформы участвует половина веса рукояти и стрелы. По найденным таким образом значениям сил тяжести противовеса окончательный его выбор производится так же, как и в случае прямой лопаты.



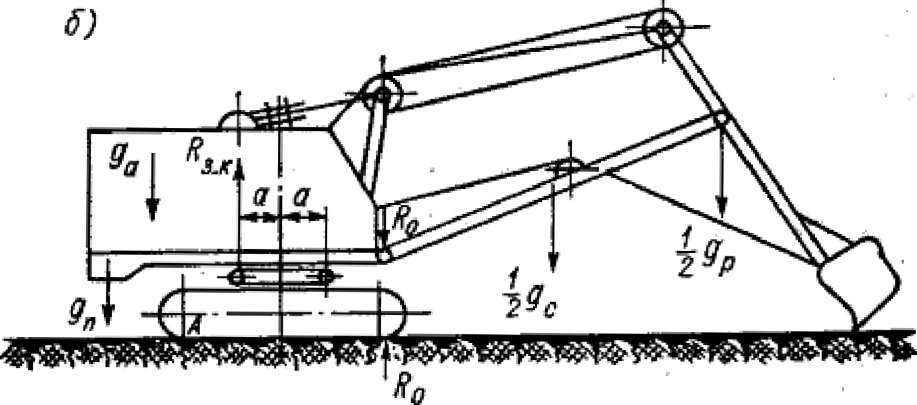


Рисунок 6.2 - Расчетная схема для определения противовеса при оборудовании обратной лопаты; а — при опрокидывании поворотной платформы вперед; 6 — при опрокидывании поворотной платформы назад

В случае оборудования драглайном при рассмотрении возможности опрокидывания платформы вперед предполагается, что производится подъем груженого ковша, а стрела по отношению к горизонту наклонена под углом 30°.

Сила тяжести противовеса при опрокидывании назад определяется при опушенном на грунт ковше и при угле наклона стрелы 45—50°.

Устойчивость экскаватора характеризуется коэффициентом устойчивости ky, который определяется:



где Mj — момент сил, удерживающих экскаватор от опрокидывания;

Мо — момент сил, способствующих опрокидыванию экскаватора.

При нормальной устойчивости ky = 1,1…1,2. Меньшее значение этого коэффициента указывает на возможность опрокидывания экскаватора, а большие значения — на имеющие место недоиспользуемые резервы устойчивости при проектировании рабочего оборудования. Следует различать так называемую рабочую устойчивость экскаватора, т. е. устойчивость в направлении рабочего оборудования и собственную устойчивость, или устойчивость в направлении противовеса. Обычно устойчивость в рабочем положении определяется для случая, когда рабочее оборудование располагается поперек к гусеничному ходу. Устойчивость в транспортном состоянии проверяется на максимальном уклоне и подъеме, которые определяются тяговым расчетом.

Устойчивость прямой лопаты проверяется в двух рабочих положениях. Первое положение соответствует концу копания, когда рукоять горизонтальна и выдвинута до конца, а угол наклона стрелы α = 35…40о. Опрокидывание машины возможно относительно края гусеничного хода (точка А) на рис. 6.3.

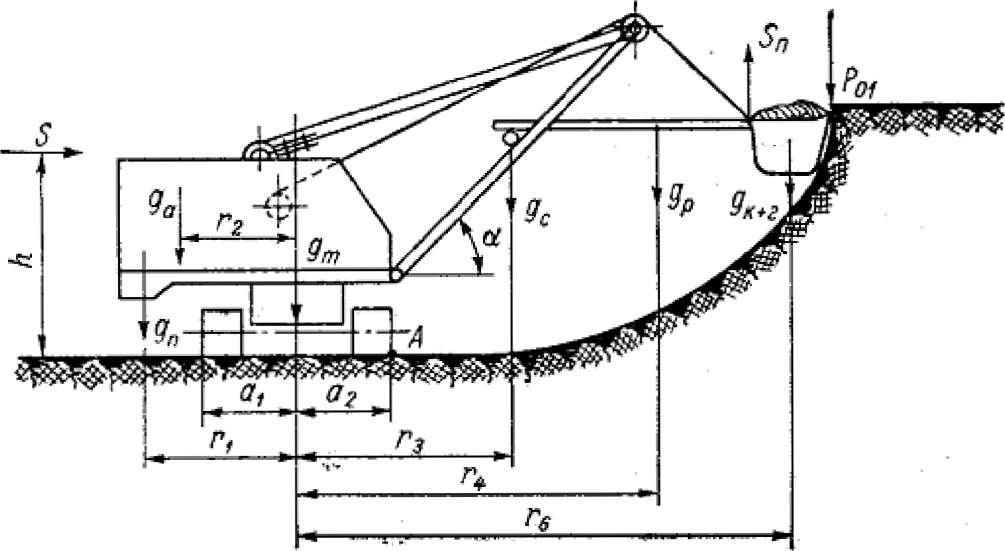


Рисунок 6.3 - Расчетная схема к проверке устойчивости экскаватора при оборудовании прямой лопаты

В этом положении на ковш действует сила Pov которая опреде­ляется из уравнения равновесия относительно оси напорного вала всех сил, действующих на ковш и рукоять. При этом сила подъема Sn определяется по мощности двигателя. При многомоторном приводе при рассмотрении устойчивости следует учесть также напорное усилие, развивающееся при взятии рукояти «на себя» и способствующее опрокидыванию машины. Однако это усилие учитывают только при расчете машин боль­шой мощности, для которых проверка на устойчивость особенно важна.

Проверку устойчивости следует провести также в транспортном положении. При этом рассматриваются случаи движения экскаватора на подъем и под уклон. В обоих случаях рабочее оборудование повернуто в сторону движения, а рукоять вертикальна. При движении на подъем угол наклона стрелы принимается равным α = 50…60°, а при движении под уклон α = 35…40°. В обоих случаях учитывается давление ветра, которое способствует опрокидыванию. Удельная ветровая нагрузка при­нимается равной q = 25 кГ/м2, а общая сила от действия ветра

We = qF кГ,

где F — наветренная поверхность экскаватора в м2

Устойчивость обратной лопаты проверяется по двум расчетным схемам. В первом случае (рис. 4, а) предполагается, что происходит отрыв ковша у бровки забоя. Тяговый барабан при этом заторможен, и вся мощность двигателя расходуется на подъем. В случае одномоторного привода при определении но мощности двигателя максимального усилия подъема принимается в расчет коэффициент динамичности, равный 1,3.

Из уравнения моментов всех сил относительно оси шарнира пяты стрелы определяют реакцию грунта Pov которую полагают направленной перпендикулярно прямой, соединяющей ось шарнира пяты стрелы с зубом ковша.

C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\Безымянный_cr.jpg

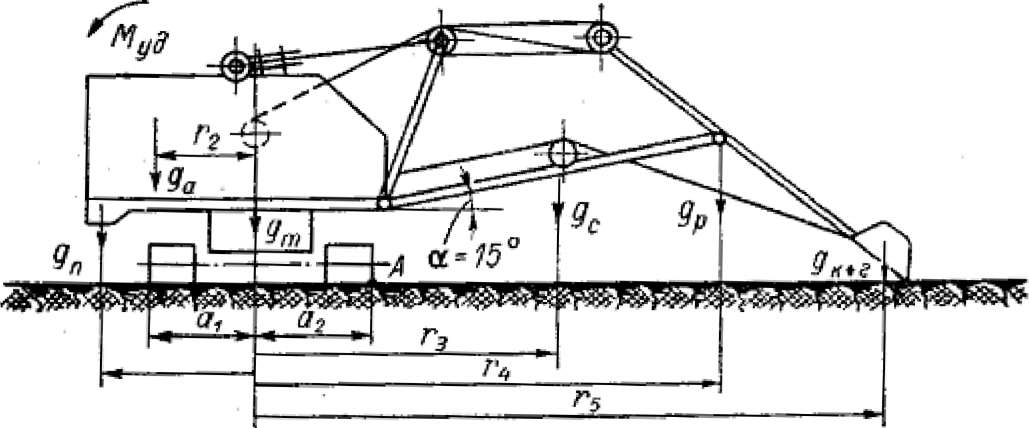


Рисунок - 6.4. Схема для проверки устойчивости экскаватора при оборудовании обратной при разгрузке липкого грунта

Удерживающий момент



Второе расчетное положение соответствует разгрузке липкого грунта на максимальном вылете ковша (рис. 6.4).

Устойчивость драглайна проверяется в положении, соответствующем повороту на выгрузку (рис. 6.5). Угол наклона стрелы принимается минимальным (αmin = 25…30°). Предполагается, что ковш подтянут к голове стрелы, и экскаватор работает на уклоне с углом γ =10..12. В случае машин большой мощности у принимается не более 7°. Опрокидывающий момент находится с учетом центробежных сил, вызванных поворотом

М0 = Мс + Ми

где Мс — момент сил относительно точки А от весов рабочего оборудования, грунта и ветровой нагрузки; Ми — момент от сил

Силы инерции (центробежные силы) рассчитываются с учетом всех вращающихся масс. При этом узлы, расположенные на платформе, рас­сматриваются как отдельные сосредоточенные массы. Предполагается также, что масса стрелы распределена равномерно по ее длине. Инерционная нагрузка от веса ковша с грунтом:



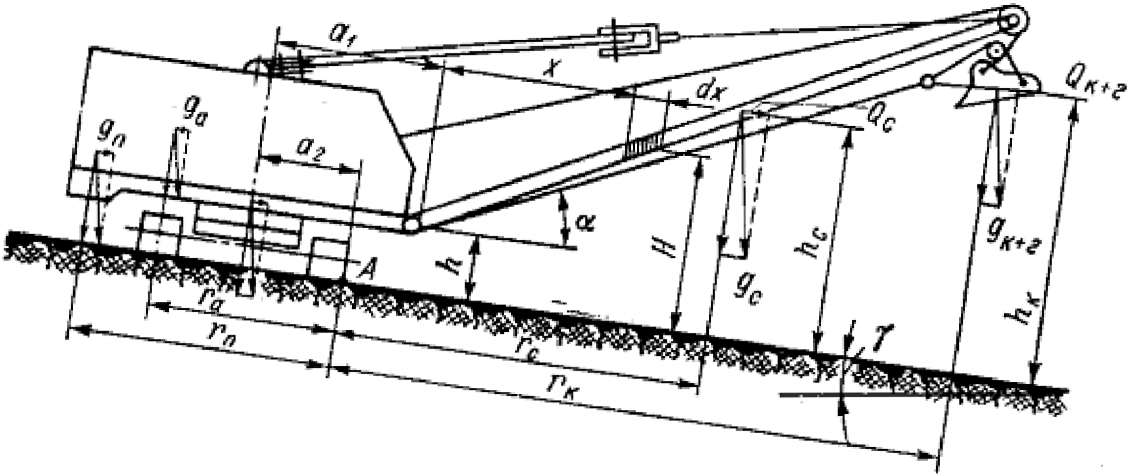


Рисунок 6.5 - Схема к расчету устойчивости при оборудовании драглайна

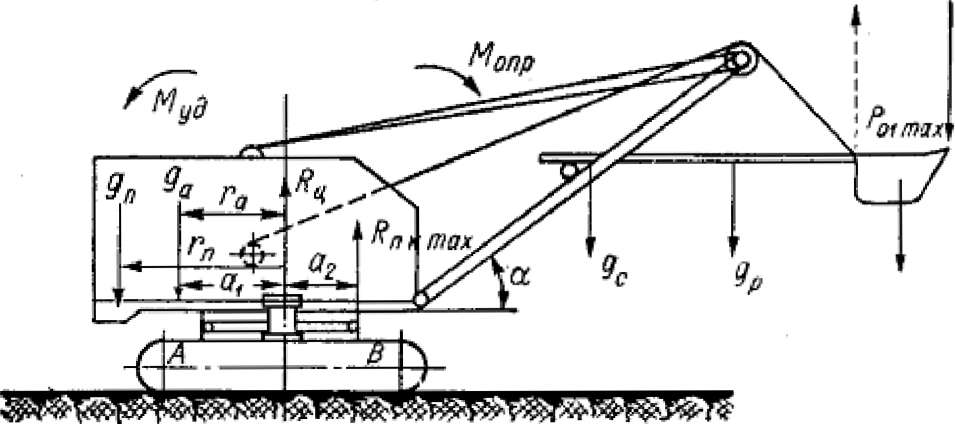


Рисунок 6.6 - Схема для определения реакции опорных катков, катков-захватов и центрирующей цапфы

Момент от силы инерции выражается в виде



При приближенных расчетах сила инерции стрелы может быть учтена путем введения коэффициента динамичности в статический момент опро­кидывания:



# где k=1,3..1,4- коэффициент динамичности

Наибольшие значения нагрузки наопорно-поворотное устройство имеет место при оборудовании крана, драглайна и грейфера. Тем не менее эти определения следует проводить для всех видов рабочего оборудования На рисунке 6.6 представлена расчетная схема ,составленная применительно к оборудованию прямой лопаты. Предполагается , что стрела расположена под углом α=25..30° и сила P определяется в предположении , что мощность двигателя расходывается только на подьем ковша.

Реакция передних катков находится в предположении отсутствия катков-захватов и центрирующей цапфы из уравнения моментов всех сил относительно оси вращения платформы.

Реакция центрирующей цапфы находится из уравнения суммы проекций всех сил на вертикальную ось, Усилия, действующие на катки-захваты, можно найти из условия равновесия всех действующих сил относительно переднего катка

К задачам статического расчета относятся: уравновешивание поворотной платформы, определение противовеса и проверка общей устойчивости экскаватора. К дополнительным задачам этого расчета относятся определение реакций опорных катков платформы, захватов и центрирующей цапфы.

Поворотная платформа находится в равновесии при условии, что результирующая сил тяжести поворотной части экскаватора не выходит за пределы опорного периметра, проходящего через срединные точки линий контактов катков с опорным кругом катания при повороте платформы. Это же условие служит основанием для определения минимального противовеса.

Расчет производится для двух положений и случаев загрузки ковша: первый соответствует возможности выхода результирующей сил тяжести поворотной части экскаватора за пределы опорного периметра платформы в сторону противовеса, второй — в сторону рабочего оборудования. В экскаваторе с прямой лопатой в первом расчетном положении, силы тяжести ковша с рукоятью передаются на грунт (ковш лежит на грунте у гусениц). Во втором расчетном положении ковш с грунтом находится на уровне оси напорного вала при вылете рукояти, равном 2/3 наибольшего.

Противовес можно подобрать аналитически или графически. В первом случае используется уравнение моментов всех сил относительно соответствующих точек опорного периметра. Для графического определения рекомендуется способ веревочного многоугольника.

Противовес, подобранный по первой расчетной схеме, может быть недостаточным для обеспечения устойчивости платформы во втором расчетном положении при чрезмерном смещении механизмов вперед, длинном и тяжелом рабочем оборудовании и недостаточных размерах опорного контура. В таком случае платформу уравновешивают соответствующим смещением находящегося на ней оборудования, облегчением рабочего оборудования и увеличением размеров опорного контура, а затем повторяют расчет.

Расчетные схемы экскаваторов с другими видами рабочего оборудования принимаются по тем же принципам: первая — при рабочем оборудовании перед началом копания, вторая — при ковше с грунтом в положении, соответствующем началу поворота экскаватора на выгрузку.

Для универсальных экскаваторов подбирают такой противовес, который удовлетворяет условиям применения возможно большего числа видов сменного рабочего оборудования. Обычно подбирают один противовес для прямой лопаты, второй — для других видов рабочего оборудования и третий — для крана.

Общая устойчивость одноковшового экскаватора проверяется для его рабочих и транспортных положений.

Общую устойчивость экскаваторов с прямой лопатой проверяют при двух рабочих и двух транспортных положениях. Одно из рабочих положений соответствует самому неблагоприятному случаю работы, второе — преодолению препятствий в грунтовом массиве. В транспортных положениях проверка выполняется для преодоления наибольшего заданного подъема и спуска по максимальному заданному уклону.

Наиболее неблагоприятный случай производства работ соответствует положению ковша, при котором его режущие кромки находятся на уровне оси напорного вала, вылет рукояти наибольший и отделяемая стружка имеет расчетную толщину. Расчет выполняют для двух состояний режущей части ковша: предельно изношенной и неизношенной. В первом случае касательная сила сопротивления грунта максимальна, а нормальная сила направлена в сторону от грунтового массива (ковш выталкивается из грунтового массива). Во втором случае касательная сила сопротивления грунта меньше, чем при изношенной части ковша, но нормальная сила сопротивления грунта направлена в сторону грунтового массива.

Для проверки устойчивости составляются уравнения моментов всех сил, действующих на экскаватор относительно точки С, находящейся на наружной грани опорных катков гусеничных машин. Устойчивость оценивается коэффициентом запаса устойчивости, равным отношению момента сил, удерживающих экскаватор от опрокидывани я, к моменту сил, стремящихся его опрокинуть.

Для универсальных одноковшовых экскаваторов с прямой лопатой 1,05... 1,1. Большее значение коэффициента свидетельствует об излишней массе экскаватора.

Расчет на преодоление препятствия в грунтовом массиве выполняют при следующих условиях: рабочая площадка — горизонтальная, стрела наклонена под углом 45° к горизонту, подъемный канат — вертикальный, опорная база — минимальная (ходовая тележка находится под прямым углом к направлению рабочего оборудования), касательная к траектории резания реакция грунта — максимальная, а нормальная к траектории резания реакция грунта равна нулю.

Касательная к траектории копания реакция грунта зависит от максимального подъемного усилия и определяется из условия равновесия всех сил, действующих на ковш без грунта и рукоять.

Усилие при однодвигательном приводе определяется, исходя из передачи всей мощности двигателя на подъем, а при многодвигательном приводе соответствует стопорному моменту на валу подъемного двигателя.

Нормальная к траектории резания реакция грунта, как отмечалось, принимается равной нулю; предполагается случай, когда нормальная составляющая сопротивления грунта площадкам износа уравновешивает нормальные составляющие сопротивления копанию, действующие в противоположном направлении.

Расчет на отрыв препятствия при полном вылете стрелы не производится, так как машинист может убрать препятствие при меньшем радиусе резания после передвижки экскаватора.

Случай наклонного положения экскаватора не рассматривается, так как такое условие его работы нехарактерно — машинист может уменьшить опрокидывающий момент за счет увеличения угла наклона стрелы.

Устойчивость экскаватора для случая преодоления наибольшего подъема проверяется при условии, что рабочее оборудование направлено в сторону перемещения экскаватора, стрела наклонена под минимальным рабочим углом к поверхности площадки, рукоять выдвинута полностью, ковш без грунта находится у земли, направление ветра встречное с давлением 250 Па. Большой запас устойчивости объясняется тем, что во время движения по рыхлому грунту вследствие внецентренного действия результирующей силы ветра возможно увеличение угла наклона экскаватора из-за просадки гусениц. В связи с этим необходимо предварительно определить наибольшее давление на грунт, которое не должно превышать допустимое.

Для случая движения под уклон устойчивость проверяется для экскаватора со стрелой, наклоненной под максимальным рабочим углом к поверхности площадки, свободно висящей рукоятью и такими же положением ковша, давлением и направлением ветра и запасом устойчивости, как в предыдущем случае.

Общая устойчивость экскаватора-драглайна проверяется при направлении рабочего оборудования поперек гусениц, на площадке, наклоненной под углом до 12°, с груженым ковшом на полном вылете, при стреле, наклоненной под максимальным рабочим углом (обычно 25—30°), и действии центробежных сил, вызванных поворотом. Устойчивость проверяется по уравнению моментов всех действующих сил относительно точки опрокидывания. Коэффициент запаса устойчивости для машин малой и средней мощности должен находиться в пределах от 1,1 до 1,15. Для машин большой мощности при допускаемом угле наклона площадки до 7° коэффициент запаса устойчивости составляет от 1,17 до 1,2. При запасе устойчивости большем требующегося возможно увеличение длины стрелы и вместимости ковша.

Общая устойчивость экскаватора с обратной лопатой проверяется для двух рабочих положений: одно из них соответствует условиям преодоления препятствия в грунтовом массиве у бровки забоя, второе — выгрузке из ковша липкого грунта при наибольшем радиусе.

В первом случае предполагают, что тяговый барабан заторможен и сопротивление препятствия преодолевается только усилием подъема; сопротивление препятствия характеризуется вектором, направленным по касательной к траектории режущей части ковша, когда нормальная к траектории резания реакция отсутствует (нормальная составляющая сопротивлений грунта площадкам износа уравновешивает нормальные составляющие сопротивления копанию, действующие в противоположном направлении).

Наибольшая возможная сила сопротивления грунта соответствует максимальному подъемному усилию и определяется из уравнения моментов всех сил, действующих на рабочее оборудование, относительно точки оси пятового шарнира стрелы.

Усилие при однодвигательном приводе определяется из условия передачи всей мощности двигателя на подъем ковша.

Общая устойчивость экскаватора проверяется из условия неопрокидывания относительно точки при направлении ходовой тележки под прямым углом к направлению рабочего оборудования. Коэффициент запаса устойчивости должен быть от 1,1 до 1,15.

Для второго рабочего положения условие неопрокидывания экскаватора проверяется аналогично первому, причем принимается, что площадка стоянки экскаватора наклонена под углом а = 12°.

Реакции опорных катков, захватов и центрирующей цапфы для универсальных и полууниверсальных экскаваторов обычно определяют при оборудовании прямой лопатой, когда реакции наибольшие. Расчет ведут по наиболее неблагоприятному случаю, возникающему при направлении стрелы в плане на угол гусениц. При определении наибольшей реакции на передние катки угол наклона стрелы принимается наименьшим.

Результаты общего расчета служат основанием для рабочего проектирования конструкций и механизмов одноковшовых экскаваторов. В нем необходимо принимать во внимание динамичность рабочего процесса машины, для чего Д. П. Волковым предложен метод построения нагрузочных диаграмм для проектируемого механизма или конструкции.

# 7 ТРАМБУЮЩИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

## 7.1 ОБЩЕФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРАМБОВАНИЯ ГРУНТОВ

В строительстве дорог, гидротехнических сооружений, аэродромов и других объектов большое значение имеет уплотнение свежеотсыпанных земляных масс и других строительных материалов. Оно предотвращает недопустимые осадки, повышает несущую способность (прочность) и водостойкость грунтов.

Грунты являются многофазными системами. В них находятся минеральные частицы различной крупности, воздух и вода. Сущность уплотнения состоит в том, что под воздействием массы вышележащих слоев грунта, с участием массы рабочего органа уплотняющей машины или без него удаляется из грунта воздух, а в некоторых случаях и избыток влаги. В результате минеральные частицы сближаются, количество воздуха в грунте уменьшается с 15 до 3,0%. Способы уплотнения и виды деформаций грунтов. Грунты, отсыпаемые в насыпи и другие сооружения, и материалы дорожных одежд могут уплотняться естественным путем (осадкой) и искусственно при помощи машин и орудий. Естественное уплотнение грунтов — длительный процесс, поэтому при поточно-скоростном строительстве дорог, когда весь комплекс работ выполняется в течение одного сезона, приходится прибегать к искусственному уплотнению.

Существует три принципиально различных способа искусственного уплотнения грунтов: укатыванием, трамбованием, вибрированием.

Уплотнение укатыванием происходит в результате давления, создаваемого вальцами колесами, перекатывающимися по поверхности уплотняемого материала; по такому принципу работают все катки. Трамбование осуществляется ударами рабочих органов машин, вибрирование — передачей грунту колебательных движений, от действия которых и вертикальной нагрузки минеральные частицы взаимно перемещаются и материал уплотняется.

Независимо от способа уплотнения в результате приложения к поверхности грунта кратковременных нагрузок возникают деформации двух видов: обратимые (упругие), т. е. восстанавливающиеся после снятия нагрузки, и необратимые (остаточные). Последние, составляющие цель процесса уплотнения, в свою очередь подразделяются на объемные деформации, протекающие с уменьшением объема уплотняемого материала, и на деформации только формы (пластическое течение грунта). При уплотнении обычно наблюдаются оба вида необратимых деформаций, но соотношение их меняется. Оно зависит от состояния грунта, величины и характера приложения нагрузки. Чем больший удельный вес приходится из всех необратимых деформаций на объемные деформации, тем успешнее протекает процесс уплотнения грунта.

При сравнительно малой величине внешних нагрузок необратимые деформации в основном происходят за счет изменения объема грунта, вызывая его уплотнение. При высоких значениях нагрузок необратимые деформации в основном происходят за счет деформации формы, что проявляется в смещении и выпирании грунта. При несоблюдении этого условия поверхность грунта получается разрыхленной и трещиноватой, что отрицательно влияет на процесс уплотнения. С другой стороны, напряжения не должны быть слишком низкими, так как это приведет к значительному снижению эффективности уплотнения (потребуется много проходов машин). Наилучшие результаты уплотнения получаются при а0= (0,09— 0,10) ар,МПа. Влияние влажности грунта на его уплотнение показано на графике (рис. 79). На нем б — объемная масса скелета (плотность) грунта, по которому судят о степени уплотнения; W — влажность грунта (%).

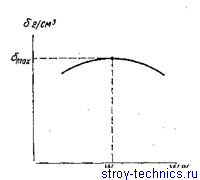


Рисунок 7.1 - График зависимости трамбования грунта от его влажности: а и б — влажность и плотность грунта

Увеличение влажности до определенного значения W приводит к повышению плотности грунта. Это происходит потому, что с увеличением количества влаги уменьшается внутреннее трение между частицами грунта и он лучше уплотняется. При дальнейшем увеличении влажности грунта увеличение плотности возможно только за счет выжимания воды из пор грунта. Однако процесс фильтрации протекает очень медленно и не может происходить под влиянием кратковременных нагрузок. По этой причине значительное количество воды остается в грунте после работы уплотняющих средств, вследствие чего плотность грунта не только не повышается, а наоборот, даже снижается (на рис. 7.1 нисходящая ветвь кривой).

## 7.2 ТРАМБОВКИ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВИБРОЗАЩИЩЕННЫЕ [1]

## ПТ-6, ПТ-9, ПТ-4503.

Трамбовка пневматическая предназначена для работ в литейном производстве по послойному уплотнению формовочных смесей. Также пневмотрамбовки применяются для уплотнения грунта на строительстве и в ремонтно-дорожном деле, где невозможно применение громоздких трамбующих и укладывающих машин. Пневматические трамбовки бывают двух видов: напольные и верстачные. Принцип действия данных видов пневмотрамбовок во многом аналогичен, но главное отличие между ними заключается в размере обрабатываемых деталей. Так, верстачные пневматические трамбовки используются для уплотнения форм при литье небольших деталей. А пневматические трамбовки напольного типа используются для уплотнения смеси на основе песка для литья больших заготовок.

Кроме этого, пневматические трамбовки различаются по таким техническим характеристикам как: энергия удара, частота удара, расход воздуха, диаметр поршня, ход поршня, диаметр башмака, габаритные размеры, диаметр воздухопроводящего шланга, масса и т.д. Показатель «энергия удара» пневматической трамбовки считается одним из основных параметров эффективности уплотнения песчаных смесей и показывает примерную глубину, на которую данная пневматическая трамбовка может уплотнить формовочную смесь. Характеристика «частота удара» пневматической трамбовки считается показателем производительности при уплотнении.



Рисунок 7.2 – Трамбовка пневматическая виброзащищенная ПТ-4503



Рисунок 7.3 – Трамбовка пневматическая виброзащищенная ПТ-6



Рисунок 7.4 – Трамбовка пневматическая виброзащищенная ПТ-6

Устройство и принцип работы пневмотрамбовки.

|  |
| --- |
| чертеж трамбовки пневматической |
| Рисунок 7.5 - Чертеж пневмотрамбовки |

Трамбовка пневматическая виброзащищенная состоит из следующих основных узлов:

1. Пусковой рукоятки,
2. ствола поршня,
3. воздухопровода и ударной части.

Принцип работы. При нажатии на пусковой рычаг пневмотрамбовки, сжатый воздух, через питатель, поступает в внутреннюю трубу к клапану. Под действием сжатого воздуха клапан перемещается в правое или левое положение, подавая воздух в переднюю или заднюю часть полости пневмотрамбовки.

Под действием сжатого воздуха, поршень трамбовки пневматической, с насаженным на его коническую часть башмаком, совершает возвратно-поступательные движения, нанося удары по обрабатываемому материалу.

## 7.3 ВИБРОТРАМБОВКИ

Вибротрамбовка является идеальной техникой для уплотнения самых разнообразных типов грунта, песка, щебня в условиях ограниченных пространств. Благодаря своим небольшим размерам, вибротрамбовку удобно использовать при засыпке траншей, установке столбов, мачт освещения и свай, а также при проведении небольших ремонтных работ. По принципу своей работы вибротрамбовка схожа с виброплитой, однако есть и различия: усилие передается через редуктор, от привода к вибрационному блоку вибротрамбовки. Главное преимущество использования такого вида техники как вибротрамбовка — ее малые габариты и высокая мощность. Малая площадь воздействия вибротрамбовки (наиболее распространены подошвы с габаритами 330х280 мм) во время работы обеспечивает силу воздействия, которая способна уплотнить грунт до 700 мм в глубину, небольшие же размеры вибротрамбовки, и ее вертикальная ориентация, позволяют использовать ее в траншеях и других стесненных площадях. Вибротрамбовка, в зависимости от комплектации поставляется с различными типами двигателей: бензиновым, дизельным, либо электрическим приводом.[2]



Рисунок 7.6 – Вибротрамбовка Е-Tcc [3]



Рисунок 7.7 – Вибротрамбовка с оператором



Рисунок 7.8 – Вибротрамбовка навесная без траверсы СР 120

## 7.4 ВИБРОПЛИТЫ ВУ-05-45, ВУ-11-75

Виброуплотнитель ВУ-05-45, ВУ-11-75 предназначен для уплотнения различных видов сыпучих и связных дорожных покрытий, таких как песок, гравий, песчано-гравийная смесь, асфальтобетон при проведении дорожно-строительных, ремонтных и прочих работ, связанных с уплотнением поверхности на ограниченном пространстве. Виброуплотнитель представляет собой конструкцию из плиты, являющейся его рабочей частью, в центре которой установлен электромеханический вибратор общего назначения с круговыми колебаниями ИВ-99Б, ИВ-98Б, который представляет собой трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором с установленными на концах вала ротора дебалансами. Дебалансы, вращаясь с валом ротора, создают вынуждающую силу. К плите через специальные виброизоляторы прикреплена рама с рукояткой управления. На рукоятке установлен выключатель электропитания вибратора. Уплотнение происходит за счет вертикальной составляющей вынуждающей силы, возникающей в вибраторе. Поступательное движение виброуплотнителя происходит за счет горизонтальной составляющей вынуждающей силы. Для регулирования величины вынуждающей силы вибратора дебалансы на обоих концах вала выполнены двойными. Регулирование осуществляется путем изменения угла между подвижным и неподвижным дебалансами на обоих концах вала. Виброуплотнитель ВУ-05-45 может работать с регулируемым электронным преобразователем частоты, позволяющим менять частоту вибрации от 0 до 1,5 номинальной, в пределах допустимой величины вынуждающей силы, экономить электроэнергию, ограничивать пусковые токи, выбирать оптимальный режим работ.



Рисунок 7.9 – Виброплита ВУ-05-45

## 7.5 ТРАМБУЮЩИЕ МАШИНЫ

Трамбующие машины уплотняют грунт ударами (трамбованием) свободно падающих грузов или принуди­тельным опусканием рабочего органа машины, а также вибрацией, приложенной к массе рабочего органа маши­ны, контактирующего с грунтом.

Трамбующие машины применяют для уплотнения связных грунтов, отсыпаемых слоями значительной тол­щины (1...1.5 м), а также для уплотнения просадочных естественных с ненарушенной структурой грунтов, для увеличения их несущей способности и уплотнения поверх­ностей дна и откосов водоводных и оросительных каналов в целях уменьшения фильтрации воды.

Простейшим трамбующим устройством является пли­та массой 1..-4 т, подвешиваемая на канатах к стреле экскаватора, поднимаемая лебедкой экскаватора или тру­боукладчика и свободно падающая на грунт при включе­нии сцепной муфты барабана лебедки.

С помощью такого устройства достигают уплотнения грунта на глубину до 2 м при нескольких ударах плиты по одному месту. Производительность трамбующей пли­ты 80...120 м3/ч.

Специальная трамбующая машина ДУ-12В со свобод­но падающими грузами смонтирована на базе гусеничного трактора. Рабочий орган машины состоит из двух трамбующих плит 5 массой по 1550 кг, переме­щающихся по направляющим штангам. Плиты подве­шены на канатах, свободные концы которых закреплены на блоках полиспастного механизма. Направляющие бло­ки канатного полиспаста расположены на конструкции, состоящей из передних стоек, задних стоек и стяжек. Входной вал редуктора соединен с коленчатым валом двигателя трактора фрикционной муфтой и промежуточ­ным валом. На выводном валу редуктора закреплен кри­вошипный механизм, который, воздействуя на подвижную

Для уменьшения скорости перемещения машины пре­дусмотрен ходоуменьшитель. Число ударов плиты 12...18 в 1 мин. Ширина уплотняемой полосы составляет 2400 мм. Глубина уплотнения до 1,2 м. Производительность маши­ны около 450 м3/ч.

Трамбующие вибрационные плиты в строительстве применяют для уплотнения грунтов в стесненных услови­ях и при небольших объемах работ.

Рабочий орган виброплиты представляет собой металлический поддон с установленными на нем одним или двумя вибраторами направленного действия. При работе вибраторов происходит уплотнение грунта и одновременное самостоятельное перемещение виброплиты в заданном направлении. Перемещение плиты достигается соответствующей установкой дебалансов вибраторов. Суммарная возбуждающая сила является результирую­щей центробежных сил противоположно вращающихся пар дебалансов. При направлении силы строго вертикаль­но машина вибрирует на месте, а при направлении силы под углом к вертикали машины — пе­ремещается по грунту вперед или назад под воздейст­вием горизонтальной составляющей возбуждающей си­лы. Управление перемещением плиты в заданном направ­лении обеспечивается рабочим с помощью рукояти, прикрепленной к корпусу машины. Привод к вибратору осуществляется электродвигателем или двигателем внут­реннего сгорания.

Трамбующие машины действуют по принципу удара и бывают прицепными, навесными, самоходными и ручными (трамбовки).

К прицепным трамбующим машинам относятся катки с падающими грузами. При вращении катка грузы поочередно поднимаются, а затем сбрасываются на уплотняемую поверхность.

К навесным трамбующим машинам относятся трамбующие плиты, подвешиваемые к экскаваторам или кранам, дизель-трамбовочные и другие машины, создаваемые на базе тракторов.

Ее рабочими органами являются две плиты, поочередно поднимаемые и свободно сбрасываемые кривошипно-полиспастным механизмом. Движение плит ограничивается направляющими. Масса каждой плиты 1300 кг, высота падения 1,3 м. Скорость перемещения трактора снижена ходоуменьшителем и обеспечивает 4—6 ударов по каждой точке уплотняемой поверхности.

За рубежом распространены взрывные трамбовки массой до 3000 кг. Они представляют собой одноцилиндровый двухтактный двигатель легкого топлива, питаемый карбюратором испарительного типа. Шток поршня двигателя опирается через поддон на грунт и в момент воспламенения топливной смеси, отталкиваясь от него, подпрыгивает вместе с цилиндром; после выхлопа сгоревших газов вся трамбовка падает на уплотняемую поверхность. Ось цилиндра отклонена от вертикали, поэтому при каждом прыжке взрывная трамбовка передвигается в сторону наклона на 0,1—0,15 м. Высота прыжка зависит от плотности грунта и обычно не превышает 0,4 м. Управляется трамбовка рабочим, сопровождающим ее, при помощи длинной рукоятки. Глубина активной зоны достигает 0,7 м.

К трамбующим можно отнести и вибротрамбующие машины, работающие с отрывом от уплотняемой поверхности. Скорость движения рабочих органов этих машин зависит от уплотняемой среды, частота ударов всегда значительна, что объединяет их по характеру воздействия на грунт с виброуплотняющими машинами. Поэтому к трамбующим принято относить только те машины, скорость движения рабочих органов которых не зависит от уплотняемой среды и может быть заранее рассчитана.

Рабочий орган трамбующих машин обладает значительной массой и воздействует на грунт в результате свободного падения. В момент удара рабочего органа о поверхность грунта напряжения вблизи поверхности быстро возрастают и распространяются затухающей волной вглубь уплотняемого слоя. Вслед за волной напряжений по объему грунта начинает распространяться волна деформаций. Время удара и деформация грунта растут с увеличением массы ударной части и высоты ее падения. Напряжения и деформация, а следовательно, и степень уплотнения грунта уменьшаются по мере удаления от поверхности.Как и при статическом воздействии на грунт катка, для трамбующих машин существует активная зона, глубина которой может быть определена по формуле с заменой в ней отношения напряжений отношением удельных импульсов.При расчете трамбующих машин по заданной толщине уплотняемого слоя п из условий энергоемкости уплотнения минимальный размер рабочего органа в плане должен составлять (0,9...1,2)\*Н, а высота его падения должна быть 0,3...0,8 м.

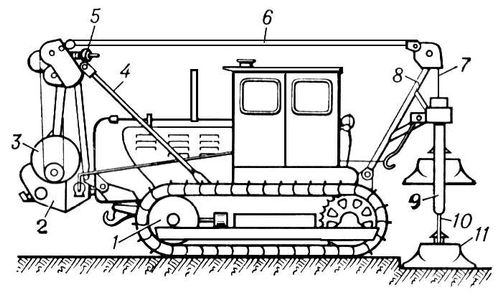


Рисунок 7.10 – Машина для трамбования грунтов

Машины этого класса воздействуют на грунт вибрацией, т. е. частыми колебаниями с малой амплитудой и значительным ускорением, достаточным для перемещения частиц грунта в наиболее устойчивое положение. Возбудителем этих колебаний является вибратор (один или несколько), который, будучи смонтирован в корпусе машины, способен вызывать колебания ее рабочего органа — плиты, колеса, вальца и т. п. http://www.sups.ru/mm_spacer.gif

## 7.6 ГЛУБИННЫ ГИДРОВИБРОТРАМБОВКИ[5]

Для уплотнения несвязных грунтов на всю глубину слоя, подлежащего уплотнению, применяют глубинные вибротрамбовки, работающие гидровибрационным методом. При этом методе уплотнения отпадает необходимость в послойном уплотнении грунта в насыпях и обратных засыпках, что позволяет уменьшить сроки выполнения и стоимость работ.

Гидровибротрамбовки применяют и для подводного уплотнения песчаных грунтов. До сих пор для такого уплотнения не было никаких механизмов. Принцип гидровибрационного метода заключается в сочетании работы водной струи, действующей под давлением, с вибрацией. Впервые этот метод был предложен в 1935 г. в Германии, а с 1947 г. получил применение в США и Англии под названием метода виброфлотации для уплотнения песчаных грунтов на глубину 5—15 м. Гидровибрационная установка состоит из глубинного гидровибратора, подвешенного к крюку самоходного стрелового крана, и передвижной электростанции (при отсутствии централизованного электроснабжения).

Принципиальная конструктивная схема гидровибратора приведена на рис. 160. Он состоит из корпуса и штанги, соединенных между собой через прокладку. В корпусе вибратора помещен электродвигатель, вал ротора которого соединен при помощи муфты с валом вибратора, имеющим неуравновешан-ный груз — дебаланс. Штанга во время работы гидравибратора практически не участвует в передаче колебаний; ее длина назначается исходя из намечаемой глубины уплотнения. Вода к гидровибратору подается при помощи гибких шлангов от насосной установки с оптимальным давлением 600—800 кн/м2 (6—8 ат). К соплам вибратора вода подается по каналам (путь воды показан стрелками).

Уплотнение грунта при помощи гидровибрационных установок производится путем последовательного погружения и извлечения гидровибратора в различных точках.

Каждый отдельный цикл работы гидровибрационной установки состоит из следующих последовательных операций:

1. Гидровибратор устанавливается при помощи самоходного крана вертикально над местом погружения, включается его электродвигатель, и подается вода через нижнее сопло.

2. Производится погружение гидровибратора в грунт под действием собственного веса на требуемую глубину уплотнения. Скорость погружения зависит от веса гидровибратора, начальной плотности и гранулометрического состава грунта и обычно составляет 1—2 м/мин. Во время погружения происходит предварительное уплотнение и образование воронки.

3. При достижении требуемой глубины погружения поток воды переключается на верхние сопла, а подача воды через нижнее сопло прекращается. Образовавшаяся вокруг гидровибратора воронка засыпается песком при помощи бульдозера или лопат.

4. Производится извлечение гидровибратора с остановками через каждые 30— 40 см при продолжающейся подаче воды через верхние сопла. Во время извлечения по мере осадки грунта производится его подсыпка.



Рисунок 7.11 - ручной глубинный вибратор РЭВГ-220 [6]

После каждого цикла работы гидровибратора образуется столб уплотненного грунта диаметром 3—5 м и глубиной, равной глубине погружения. Расположение точек погружения на площади уплотняемого массива грунта и расстояния между точками устанавливаются расчетом в зависимости от необходимой плотности основания.

Опыт эксплуатации экспериментальных образцов глубинных виброуплотнителей в различных производственных условиях показал, что необходимы вибротрамбовки следующих типов:

а) легкий — для уплотнения слоев грунта толщиной до 1,5 м;

б) средний — для уплотнения слоев от 1,5 до 4 м;

в) тяжелый — для уплотнения слоев от 3 до 10 м.

По конструкции вибротрамбовки всех типоразмеров одинаковы и представляют собой комплект секций, соединенных в штангу. Нижняя головная секция — гидровибратор имеет вибромеханизм и систему отверстий для нагнетания воды в грунт, а остальные секции штанги являются сменными; количество этих унифицированных секций зависит от глубины уплотнения грунта. Типажом на новые машины предусматривается выпуск глубинных вибротрамбовки мощностью от 4,5 до 14 кет с номинальной глубиной уплотнения грунта соответственно от 1,5 до 10 м.

В настоящее время ведутся работы по усовершенствованию конструкций машин для уплотнения грунта, а также изысканию новых принципиальных схем их работы. Заслуживают, в частности, внимания комбинированные способы уплотнения грунтов, например, вибрирование с трамбованием. Возможно также создание трамбующих машин не со свободным, а с принудительным падением рабочих органов и вибрационных машин с высокими частотами колебаний.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. <http://mirzw.ru>
2. <http://www.sups.ru/>
3. <http://betonotech.ru/>
4. <http://stroy-machines.ru/>
5. <http://best-stroy.ru/>
6. <http://stroy-technics.ru/>
7. http://spectehnica.com/