

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Тракторы и автомобили»



КОСТАРЕВ К.В.

## МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.

Общие сведения, технические характеристики и расчет  
производительности.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Уфа 2012

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и бакалавров по направлению 270800 «Строительство» профилей «Промышленное и гражданское строительство» и «Гидротехническое строительство» при выполнении практических занятий по дисциплине «Строительные машины», самостоятельной работы студентов, а также может быть использовано при выполнении дипломных или курсовых проектов, расчетно-графических работ.

В пособии приведены сведения о средствах механизации отечественного и зарубежного производства используемых в промышленном и гражданском строительстве, а также при строительстве, содержании, ремонте и реконструкции автомобильных дорог.

Рецензент: доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка и автомобилей» к.т.н. Гафуров И.Д.

Учебное пособие рекомендовано к изданию в типографии и внедрению в учебный процесс методической комиссией механического факультета (протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.).

## ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство является одной из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Строительные машины используются на всех этапах строительного производства – в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины, мела и т. п.); в изготовлении железобетонных, металлических, деревянных и других строительных элементов заводским способом; на погрузке, разгрузке и транспортировке материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и других видов строительства, т.е. от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и т. п. работ. Строительные машины являются также средствами механизации ремонтных и восстановительных работ.

Если в первой половине прошлого столетия внедрением в строительное производство машин решалась задача замены трудоемких ручных строительных процессов машинными, а впоследствии – вытеснения ручного труда широким внедрением средств малой механизации, то в настоящее время в области механизации строительства решаются проблемы более высокого уровня, к которым относятся: в сфере повышения эффективности машинного строительного производства – создание комплексов машин, обеспечивающих наиболее высокую выработку строительной продукции при минимальных затратах на ее создание; в социальной сфере – обеспечение комфортных условий обслуживающему машины персоналу, широкое внедрение автоматических систем управления с целью облегчения труда человека-оператора и повышения качества строительных работ. Если прежде строительные машины создавались под уже существующие технологии как средства, облегчающие труд строителей, то в дальнейшем сама возможность механизации определенных строительных процессов в ряде случаев явилась побудителем создания более совершенных строительных технологий. Пример тому – индустриальный метод строительства с использованием элементов сооружений или полуфабрикатов заводского изготовления, который немислим без применения машин.

Из сказанного следует, что весь строительный цикл от создания проекта строительного объекта до его реализации представляет собой комплекс взаимно увязанных составных частей, включая механизированную технологию и строительные машины как средства ее обеспечения.

Для эффективного решения строительных задач каждый участник строительного процесса должен быть, прежде всего, специалистом в своей узкой области и на познавательном уровне быть способным оценивать влияние на нее смежных частей указанного комплекса. Например, для специалиста-строителя в отношении строительных машин это означает, прежде всего, способность ориентироваться в технологических возможностях различных моделей машин определенного назначения для оптимального комплектования ими (по номенклатуре и по количественному составу) технологических процессов в заданных производственных условиях.

## ГЛАВА №1.

Классификация строительных машин, механизмов и оборудования.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Машина** - устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда.

**Механизм** - система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других тел.

**Строительной машиной** называют устройство, которое посредством механических движений преобразует размеры, форму, свойства или положение в пространстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Современное строительство является одной из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Строительные машины используются на всех этапах строительного производства - в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины, мела и т. п.); в изготовлении железобетонных, металлических, деревянных и других строительных элементов заводским способом; на погрузке, разгрузке и транспортировке материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и других видов строительства - от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и т. п. работ. Строительные машины являются также средствами механизации ремонтных и восстановительных работ.

Для эффективного решения строительных задач каждый участник строительного процесса должен быть, прежде всего, специалистом в своей узкой области и на познавательном уровне быть способным оценивать влияние на нее смежных частей указанного комплекса. Например, для специалиста-строителя в отношении строительных машин это означает, прежде всего, способность ориентироваться в технологических возможностях различных моделей машин определенного назначения для оптимального комплектования ими (по номенклатуре и по количественному составу) технологических процессов в заданных производственных условиях.

Классификация строительных машин – это система, основанная на распределении машин по совокупности признаков их сходства и различия, а также взаимосвязей. Она делится на различные классификационные подразделения (уровни). Согласно общему классификатору промышленной продукции строительные машины отнесены к классу «Строительные и дорожные машины» (рис. 1.1), который делится на подклассы, группы, подгруппы, виды, подвиды и индексы.

**Класс** – подразделение машин, объединенных общностью назначения в строительстве.

**Подкласс** – подразделение машин для определенного вида работ.

**Группа** – подразделение машин, сходных по принципу действия.

**Подгруппа** – подразделение машин, объединенных принципом действия, методом выполнения технологической операции, конструктивной схемой, ограниченное величинами главного параметра.

**Вид** – разновидность данной подгруппы.

**Подвид** – разновидность данного вида, отличающаяся конструктивным исполнением, например, ходового устройства.

**Индекс** - конкретное обозначение модели машины данного подвида.

Наиболее общим признаком классификации строительных машин является их назначение или виды выполняемых работ. По этому признаку классификация машин представляется иерархической схемой. На первом уровне все машины разбиты на следующие основные классы: транспортные, транспортирующие, грузоподъемные, погрузо-разгрузочные, для земляных работ, для свайных работ, для дробления, сортировки и мойки каменных материалов, для приготовления, транспортирования бетонных смесей и растворов и уплотнения бетонной смеси, для отделочных работ, ручной механизированный инструмент и другие средства малой механизации.

Каждый класс делится на группы (второй уровень), например, строительные краны из класса грузоподъемных машин; группы, в свою очередь каждая из названных групп машин в свою очередь может быть разделена по способу выполнения работ и виду рабочего органа на подгруппы или типы, в зависимости от порядка иерархической схемы (третий уровень), например, стреловые самоходные краны из группы строительных кранов и т. д.

Чем глубже иерархия машин, тем более узкая их специализация.

Более подробно рассмотрим классификацию дорожно-строительных машин (ДСМ), так как дорожное строительство отличается от других видов строительства тем, что в нем задействовано очень большое количество разных типоразмеров машин и механизмов.

**ДСМ** - это агрегат (машина) или несколько агрегатов (комплект машин) с одним или несколькими рабочими органами для выполнения всех операций технологического процесса дорожного строительства.

Основные **параметры машин** и оборудования, называемые производственно – технологическими, подразделяют на:

- **технологические**, характеризующие возможности машины;
- **технические**, характеризующие комплектацию и основные параметры машин;
- **эксплуатационные**, характеризующие возможные условия работы.

Общий парк ДСМ можно разделить на 6 условных групп:

1) машины и комплекты машин для приготовления и подачи дорожно-строительных материалов: асфальтобетоносмесители, бетоносмесители, карьерные смесители, дробильно-сортировочные установки, эмульсионные установки, нагреватели и насосы битумные, дозаторы минеральных материалов, цемента и органических вяжущих материалов;

2) линейные машины непрерывного действия для строительства слоев дорожной одежды и земляного полотна: асфальтоукладчики, бетоноукладчики, укладчики барьера безопасности, колесоотбойного бруса и бордюра, уширители

(укладчики полос уширения и краевых полос) дорожной одежды, линейные грунтосмесители, самоходные и прицепные распределители щебня, рисайклеры, ремиксеры, дорожные фрезы, профилировщики, перегружатели и подборщики смеси, канавокопатели, машины ударного действия для разрушения бетонного покрытия, нарезчики швов;

3) различные машины с длительным циклом действия: бульдозеры, рыхлители, автогрейдеры;

4) различные машины с кратким циклом действия: экскаваторы, экскаваторы-планировщики, погрузчики;

5) транспортно-строительные машины и транспортные средства: навесные распределители, битумо-(эмульсие) щебнераспределители, автогудронаторы, скреперы, смесители-укладчики литых эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС), асфальтовозы, бетоновозы, асфальтобетоносмесители, битумовозы, цементовозы, землевозы, автомобили-самосвалы;

6) уплотняющие средства: катки и вибраторы.

Система ДСМ по технологическому назначению включает 5 групп для строительства:

- I. земляного полотна;
- II. дорожных одежд и покрытий;
- III. водопропускных сооружений (труб, мостов и др.) и укреплений откосов;
- IV. добычи и приготовления строительных материалов;
- V. технологический транспорт (подъёмно-транспортный, погрузочно-разгрузочный).

Комплекс ДСМ состоит из 5 основных групп для содержания и ремонта дорог и полос аэродромов (ДА):

- I. для летнего и зимнего содержания ДА;
- II. для маркировки проезжей части, содержания обстановки пути, озеленения и благоустройства;
- III. для ремонта земляного полотна, сооружений водоотвода и полосы отвода;
- IV. для ремонта и восстановления дорожных одежд и покрытий;
- V. для ремонта и реконструкции искусственных сооружений.

Конструкции и параметры ДСМ зависят от технологических особенностей строительства ДА, а именно:

- 1- линейной протяженности работ и удалённости от промбаз;
- 2- частоты повторяемости, цикличности и синхронизации операций;
- 3- жёсткой регламентации ряда операций во времени;
- 4- увязки производительности комплекта машин между собой и со скоростью технологического процесса;
- 5- больших объемов транспортных операций.

Система индексации ДСМ (все машины и оборудование разбиты на группы в соответствии с назначением и конструктивными особенностями) состоит из буквенной (указывает группу, к которой относится машина) и цифровой (порядковый номер регистрации) частей. В табл.1 приведена классификация

строительных машин 27 видов по буквенным обозначениям, названию и назначению.

Таблица 1

Классификация дорожно-строительных машин (ДСМ)		Экскаваторы		Полуприцепы		Оборудование		Инструменты		Краны	
Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования	Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования	Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования	Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования	Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования	Буквенная классификация	Название и производственное назначение машин и оборудования
ДЗ	дорожные землеройные: бульдозеры, скреперы, автогрейдеры	ТМ	многоковшовые	СБ	для приготовления бетонных растворов и смесей	КС	стреловые самоходные				
ДП	для подготовительных работ: корчеватели, кусторезы, рыхлители	ТО	одноковшовые	СО	для отделочных работ	КБ	башенные строительные				
У	для уплотнения грунтов и дорожных покрытий	ТР	разрушители нерудных материалов	СМД	дробильно-сортировочные	ИЭ	механизированный электрический				
ДС	для строительства и реконструкции покрытий дорог	ТЦ	автоцементовозы	КО	для уборки и очистки городов	ИП	пневматический				
ДЭ	для эксплуатации, содержания и ремонта дорог	ЭО	одноковшовые	ТА	пневмонасосы, пневмоподъемники	ИГ	с гидро- и пневмогидравлическим приводом				
СП	для погружения свай	ЭТЦ	траншейные цепные	ТК	конвейеры, питатели	ИМ	с двигателем внутреннего сгорания				
БМ	бурильные и бурильно-крановые	ЭТР	роторные универсальные			ИВ	вибраторы				

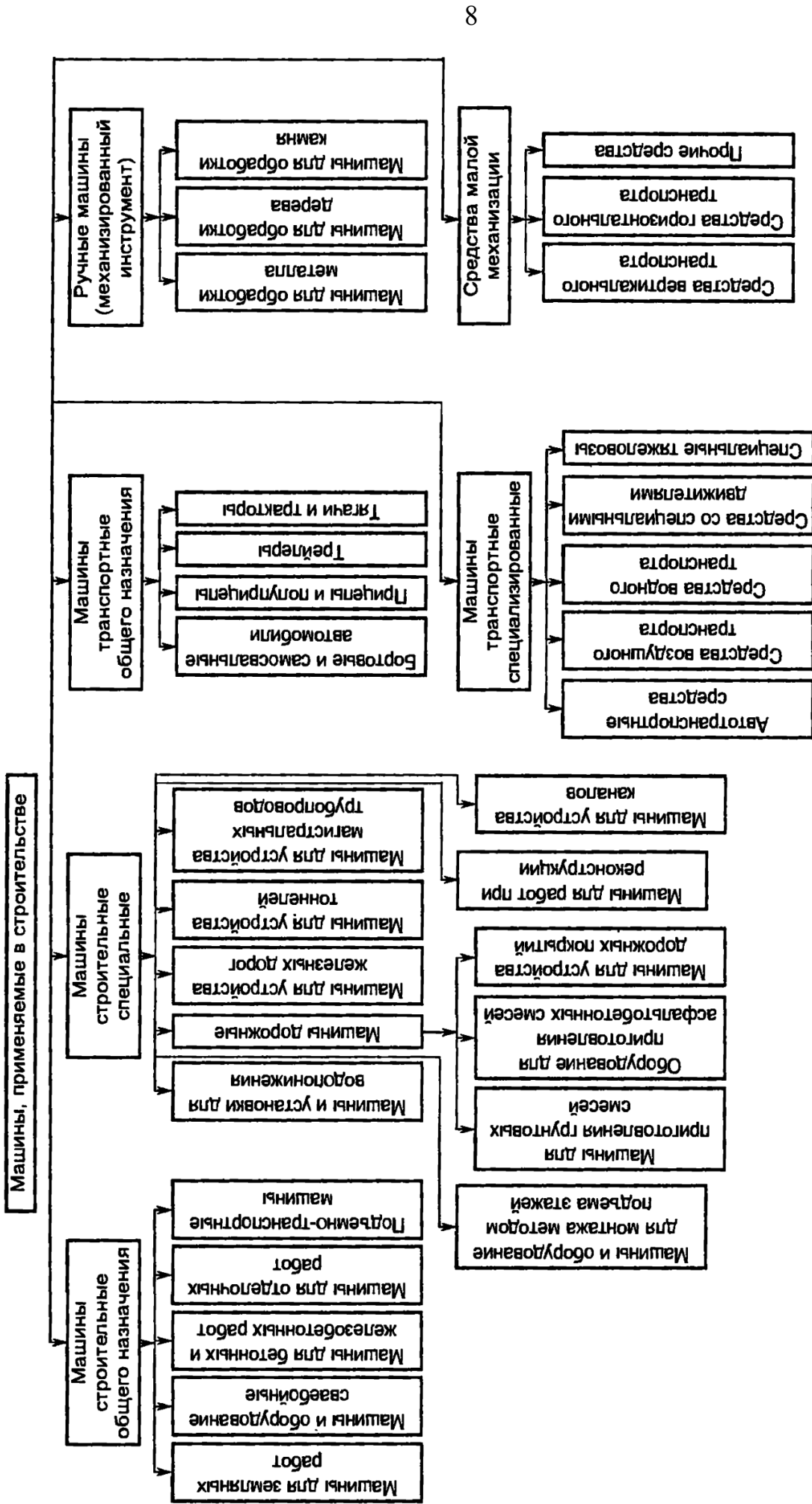


Рис. 1.1. Классификация строительных машин



## Контрольные вопросы:

- 1) Что называется машиной?
- 2) Что называется строительной машиной?
- 3) Какой признак классификации строительных машин является наиболее общим?
- 4) Какие параметры строительных машин называются производственно – технологическими?
- 5) На какие группы делится парк дорожно – строительных машин?

## Устройство и принцип работы гидравлического домкрата

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Домкрат** – это стационарный, переносной или передвижной грузоподъемный механизм для подъема и фиксации на заданной высоте тяжелых предметов. Домкрат может использоваться как самостоятельное устройство при выполнении ремонтных или строительных работ, так и в составе более сложных механизмов (кранов, подъемников, прессов и т.д.).

Домкрат может выполнять как сложнейшие операции, например перемещать пролеты моста, так и более легкие: поднять и держать корпус автомобиля при ремонтных работах. Также с помощью современного домкрата можно натянуть провода на линиях высокого напряжения, сжать мощную пружину, протолкнуть через грунт трубу водопровода, разрушить старое перекрытие в здании и многое другое. Без домкрата невозможен подъем и перемещение крупных блоков или отдельных частей монтируемых сооружений, узлов или деталей оборудования. В отличие от других подобных ему устройств (например, лебедки) он более компактен, прост в обслуживании, надежен в эксплуатации. Еще одно его отличие в том, что при работе домкрат всегда располагается непосредственно под грузом. Грузоподъемность некоторых домкратов достигает сотен тонн, высота подъема варьируется от нескольких сантиметров до нескольких метров.

## Характеристики домкратов

**Грузоподъемность домкрата** – характеризует максимально возможный вес поднимаемого груза.

**Высота подхвата** – минимальное расстояние между опорной поверхностью (землей, полом) и подхватом (опорной точкой домкрата) в нижнем рабочем положении, соответственно - нижней кромкой груза. В автомобильном разрезе это клиренс.

**Высота подъема** – максимальное расстояние от опорной поверхности до подхвата в верхнем рабочем положении.

**Рабочий ход** – расстояние между нижним и верхним рабочим положением подхвата.

**Собственный вес** – вес домкрата в рабочем состоянии. Для некоторых видов домкратов актуальна так же характеристика передаточного числа – например соотношение площади плунжера гидравлического насоса с площадью подъемного плунжера в гидравлических домкратах. От него зависит усилие на рукоятке домкрата с ручной подкачкой или мощность двигателя электрического насоса.

Домкраты классифицируются по следующим признакам:

1. **по типу привода** – различают домкраты ручные и электрические.
2. **по принципу действия и конструктивным особенностям** – домкраты делятся на реечные, винтовые, гидравлические (в том числе специальные) и пневматические.

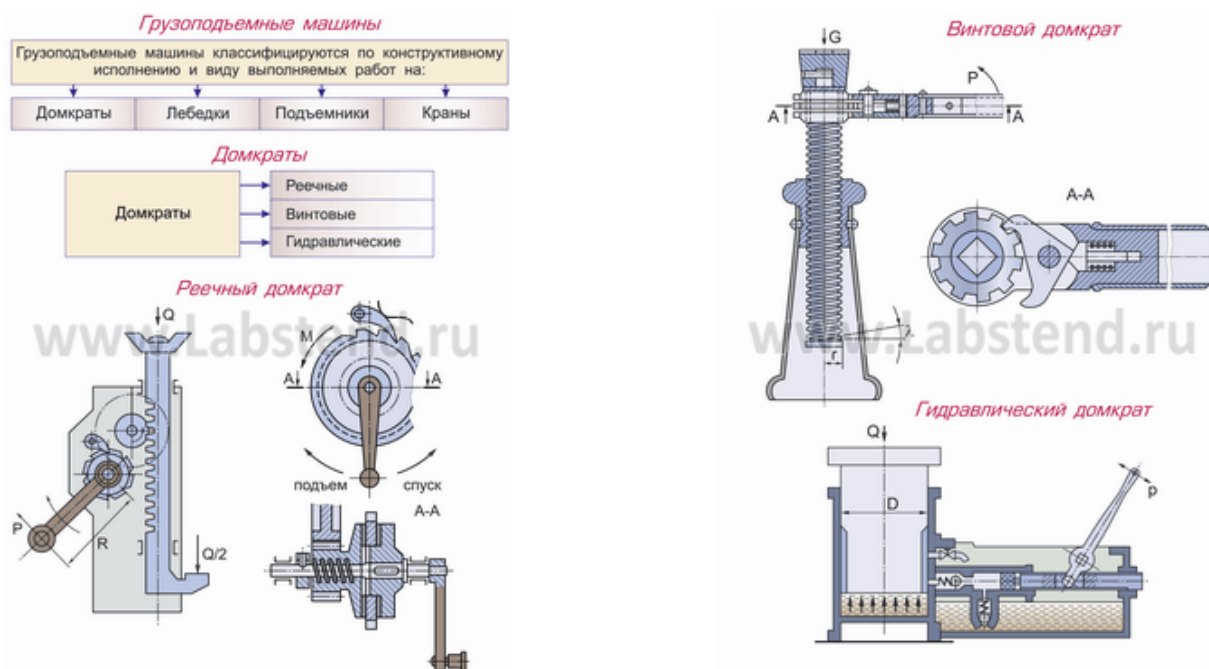


Рис. 2.1. Типы домкратов

### РЕЕЧНЫЙ ДОМКРАТ

Основной деталью реечного домкрата является грузонесущая стальная рейка с опорной чашкой для груза. Важная особенность реечного домкрата это низкое расположение подъемной площадки. Нижний конец рейки (лапа) имеет прямой угол для подъема грузов с низко расположенной опорной поверхностью. Поднятый на рейке груз удерживается стопорными устройствами.

Домкраты реечные имеют несколько модификаций. По типу передаточного механизма реечные домкраты делятся на рычажные и зубчатые. В первом случае рейка выдвигается качающимся приводным рычагом, во втором - шестерней, вращаемой приводной рукояткой. Домкраты грузоподъемностью до 6 тонн имеют одноступенчатую передачу, от 6 до 15 тонн – двухступенчатую, свыше 15 тонн – трехступенчатую.

Домкраты работают как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Эти приспособления просты и удобны в обслуживании, ремонтпригодность их высокая. Еще к их достоинствам относят большой рабочий ход и высоту подъема, компактность, плавность хода, высокий КПД (до 0,85).

Надежная простая и неприхотливая конструкция реечных домкратов хорошо зарекомендовала себя при работе в различных условиях. Данные реечные домкраты предназначены для промышленного использования. Реечные домкраты ДР подразделяются по грузоподъемности: 3, 5, 10, 16, 20, 25 тонн.

При манипуляции с грузом существует опасность, особенно в случае неправильной эксплуатации реечного домкрата или неправильного ухода. Обязательно необходимо обеспечить, чтобы реечный домкрат обслуживал обученный персонал, ознакомленный с инструкцией и правилами техники безопасности указанные в паспорте. Реечный домкрат необходимо регулярно осматривать и смазывать подъемный механизм.

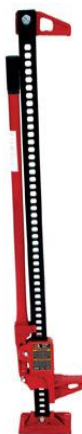


Рис. 2.2. Зубчатый реечный домкрат ДР-5

Рычажный реечный домкрат

### Технические характеристики домкратов реечных, ДР.

Технические характеристики	Домкрат реечный ДР-5	Домкрат реечный ДР-10
Грузоподъемность, т., верх/лапа	5/3,5	10/7
Высота от подошвы до грузовой лапы, мм	80	100
Рабочий ход, мм	345	390
Длина/ширина/высота, мм	190x283x730	252x435x800
Масса, кг	28	46

Перед началом работы по поднятию груза реечный домкрат должен быть установлен на твердый фундамент, в вертикальном положении, чтобы обеспечить устойчивое положение домкрата. Также реечный домкрат может быть использован для горизонтального перемещения груза. Запрещается поднимать и перемещать груз неизвестного веса. Никогда не используйте реечный домкрат неисправный или с изношенным механизмом.

Реечный домкрат управляется с помощью рукоятки. Поднимание и опускание груза с помощью реечного домкрата можно остановить на любой высоте подъема. Стабильное положение груза обеспечивают спусковой тормоз и система собачек с принудительным зацеплением в рукоятке реечного домкрата.

**Внимание:** Следует помнить, что реечный домкрат ДР имеет заявленную грузоподъемность, например 5 тонн, только на верхней опорной площадке. На лапе грузоподъемность реечного домкрата составляет всего 70% от заявленной.

### ВИНТОВОЙ ДОМКРАТ

Главная деталь винтового домкрата это винт с шарнирно закрепленной грузоподъемной чашкой, приводимый во вращение рукояткой. Роль несущих элементов выполняют стальной корпус и винт. В зависимости от направления вращения рукоятки винт поднимает или опускает откидной подхват. Удержание груза в нужном положении происходит за счет торможения винта, что обеспечивает безопасность работы. Различают вертикальные и горизонтальные (ромбовые)

винтовые домкраты. Для горизонтального перемещения груза используется домкрат на салазках, снабженных винтом. Грузоподъемность винтовых домкратов достигает до 15т.



Рис. 2.3. Ромбовый винтовой домкрат

**Основные преимущества винтовых домкратов:** значительный рабочий ход и высота подъема, малый вес, низкая цена. Винтовой домкрат в большинстве случаев надежен в эксплуатации. Это обусловлено тем, что груз фиксирует трапецеидальная резьба и при его подъеме гайка вращается вхолостую.

К достоинствам этих инструментов относят прочность и устойчивость, а также то, что они могут работать без дополнительных подставок.

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДОМКРАТ

Гидравлические домкраты, как следует из названия, работают на жидкости. Такие домкраты различаются по конструкции (одно-и двухплунжерные) и по типу привода (ручные периодического действия или электрические непрерывного действия). Основные несущие элементы: корпус, выдвигаемый поршень (плунжер) и рабочая жидкость (как правило, гидравлическое масло). Корпус является направляющим цилиндром для поршня и резервуаром для рабочей жидкости. Усиление от приводной рукоятки передается через рычаг на нагнетающий насос. При движении вверх жидкость из резервуара подается в полость насоса, а при нажатии нагнетается в полость рабочего цилиндра, выдвигая плунжер. Обратному перетеканию жидкости препятствуют всасывающий и нагнетательный клапаны.

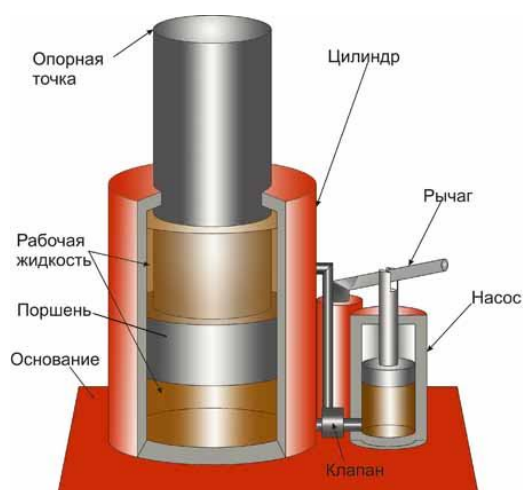


Рис. 2.4. Схема гидравлического домкрата

К достоинствам гидравлических домкратов относится жесткость конструкции, устойчивость, плавность хода, точность торможения, большая грузоподъемность, компактность, небольшое усилие на приводной рукоятке, высокий КПД (0,75-0,8). Устройство гидравлического домкрата позволяет поднимать грузы с минимальной высоты почти у основания конструкции. Это расширяет сферу его применения по сравнению с механическим домкратом.

К недостаткам можно отнести малую скорость, небольшую высоту подъема за один рабочий цикл, сложность конструкции (перевозить и хранить гидравлический домкрат можно только в вертикальном положении, иначе рабочая жидкость может вытечь из резервуара). Еще одна трудность это невозможно точно отрегулировать высоту опускания. Кроме того, у таких домкратов могут произойти значительно более серьезные поломки, чем у механических подъемных устройств.

Грузоподъемность гидравлических домкратов колеблется в пределах от 2 до 200т. Вариации упомянутых устройств множество – классические бутылочные (одноштоковые и телескопические), подкатные, специальные домкраты (ромбовые, двухуровневые и зацепные). Принципиальное отличие домкратов гидравлических специальных от обычных заключается в том, что они предназначены для подъема тяжелых грузов на значительную высоту, достигающую несколько метров. Более того, домкраты специального назначения позволяют фиксировать и удерживать грузы на этой высоте. Гидравлический одноштоковый домкрат бутылочного типа отличается простотой конструкции и удобством эксплуатации, что расширяет область его применения и позволяет эффективно выполнять работы любой сложности.



Рис. 2.5. Гидравлический одноштоковый домкрат бутылочного типа



Рис. 2.6. Домкрат подкатной

Разновидность гидравлического домкрата – домкрат подкатной. В основе такого домкрата лежит тот же принцип, что и у бутылочного с тем лишь отличием, что ось цилиндра находится не в вертикальной оси, а поршень не совмещен напрямую с подхватом и приводит в действие подъемный рычаг.

Подкатным такой домкрат назван потому, что представляет собой тележку на колесах и способен катиться по ровной поверхности. При подъеме рычага и подхвата, домкрат смещается или "подкатывается" под груз. Отсюда и название. В движение такой домкрат приводится тем же качанием рычага, что и бутылочный, опускается так же - поворотом клапанного винта. Если присмотреться к рукоятке на иллюстрации, можно увидеть перегородку в торце трубки. При необходимости опустить автомобиль или другой груз вниз, трубчатую рукоятку насаживают на клапанный винт, а перегородка входит в паз этого винта - что-то вроде отвертки наоборот. Вращая вокруг своей оси рукоятку, пользователь соответственно вращает и винт, сбрасывая давление в рабочем цилиндре и опуская груз на необходимую высоту.

Чаще всего подкатные домкраты можно встретить на станциях шиномонтажа - они идеально подходят для подъема одной стороны автомобиля, достаточно быстры в работе и установке. Недостатки у такой конструкции проистекают из самого названия - для работы подкатному домкрату необходима ровная твердая поверхность, асфальт или бетон.

Чтобы домкраты, равно как и другой гидравлический инструмент, служили долго и надежно, надо четко соблюдать правила эксплуатации. Именно из-за



нарушения инструкции и возникает подавляющее количество поломок. В частности, нужно следить, чтобы в рабочую жидкость не попадали грязь и песок, а также контролировать уровень масла в баке.

### ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ДОМКРАТ И СТЕКЛОДОМКРАТ

Пневматические домкраты незаменимы в случае небольшого зазора между опорой и грузом, при малых перемещениях, точном монтаже, если предстоит работа на рыхлом, неровном или болотистом грунте. Пневматические домкраты активно используют при проведении ремонтных и строительно-монтажных работ на любых объектах. Пневматический домкрат - излюбленный инструмент автолюбителей. По мизерности физических затрат с ним не сравнится, пожалуй, ни одно другое подобное устройство. Главный недостаток пневматических домкратов - их высокая стоимость. На нее влияют относительная сложность конструкции, связанная в основном с герметизацией соединений, дорогостоящая технология изготовления герметичных оболочек. Необходимо остановиться и на стеклодомкратах, или в просторечии-присосках. Их используют для переноски и монтажа стекол, глазурированной кафельной плитки и пластика. Стеклодомкрат представляет собой пластиковый корпус с резиновой подошвой. В зависимости от количества присосок названные приспособления подразделяют на одно-, двух- и трехсекционные.



одинарный FIT 16951

Рис. 2.7. Стеклодомкраты



двойной FIT 16960



тройной FIT 16962

Рис. 2.8. Пневмодомкраты (ПД-20, ПД-10, ПД-4, ПД-2) грузоподъемностью 2-20т.



**Пневматические домкраты** предназначены для поднятия и выверки разнообразных грузов в случаях, когда между грузом и опорной площадкой расстояние не достаточное для использования гидравлических домкратов, при работе на песчаных и болотистых почвах при проведении строительно-монтажных, ремонтных и аварийно-спасательных работ.

Пневмодомкраты эластичные представляют собой многослойную резинокордную оболочку (подушечного типа) армированную металлическим тросиком.

Сертификат соответствия Госстандарта России № РОССТУ.НХ12.Н01263

#### Технические характеристики пневматических домкратов.

Наименование	ПД-2	ПД-4	ПД-10	ПД-20
Грузоподъемность, т	2	4	10	20
Рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6
Рабочий ход, мм	90	140	260	350
Габаритные размеры, мм	190x250x20	250x350x20	430x470x25	550x630x25
Масса, кг	1,3	2,5	6,0	11,5

Особенности применения пневмодомкратов:

- суммирование подъемной силы (сложение грузоподъемностей) при традиционной схеме размещения домкратов;
- удвоение рабочего хода при "пакетной" (не более двух штук) схеме размещения домкратов.

**Пневмодомкраты** приводятся в действие от:

- Малогабаритных компрессоров;
- Баллонов сжатого воздуха;
- Воздушных насосов педального типа.

Для управления пневмодомкратами используются специальные и универсальные пульты управления.

#### *Какому домкрату отдать предпочтение?*

При выборе необходимо учитывать грузоподъемность - максимальное усилие, развиваемое домкратом. Немаловажное значение имеет высота подхвата-расстояние по вертикали от опорной площадки до подхвата в его нижнем рабочем положении. Другие важные характеристики: высота подъема, рабочий ход. Нужно обратить внимание на то, какое усилие требуется при поднятии груза. Нужно учесть, насколько домкрат устойчив, то есть способен сохранять рабочее положение под воздействием различных факторов. Не упадет ли он из-за неправильной установки, неровной рабочей поверхности, сильного порыва ветра и т.д. Устойчивость в основном зависит от площади опорной площадки и от жесткости ее соединения с другими деталями домкрата. И наконец, еще один важный момент. Тот или иной тип домкрата следует выбирать в зависимости от того, какую работу необходимо выполнить. Кроме того, этот инструмент, как, впрочем, и любой другой, требует не только сноровки, но и бережного к себе отношения.



## Контрольные вопросы:

- 1) Какой механизм называется домкратом?
- 2) К какой группе строительных машин относятся домкраты?
- 3) Перечислите основные характеристики домкратов.
- 4) Приведите схему гидравлического домкрата и опишите его устройство и работу.
- 5) Что необходимо учитывать при выборе домкрата?

## Устройство и рабочие процессы одноковшовых экскаваторов

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Одноковшовые строительные экскаваторы являются наиболее распространенным видом землеройных машин. Они служат для разработки грунта и перемещения его в отвал или для погрузки в транспортные средства. Разрабатывают они грунты I—IV групп и разрыхленные мерзлые или скальные грунты. Кроме того, экскаваторы применяют на сваебойных, погрузочно-разгрузочных, монтажных и других работах, используя различные виды сменного рабочего оборудования. По назначению одноковшовые экскаваторы подразделяют на универсальные и специальные.

*Универсальные экскаваторы* оснащены несколькими видами рабочего оборудования, а *специальные* — только одним видом такого оборудования.

В пособии рассматриваются только универсальные экскаваторы, которые классифицируют по числу установленных двигателей, типу привода, возможности вращения поворотной части, конструкции ходового устройства, типу подвески и видам рабочего оборудования.

*По числу установленных двигателей* экскаваторы бывают одно- и многомоторными.

*Одномоторными* называют экскаваторы, у которых все рабочие механизмы приводятся одним или несколькими двигателями, работающими на один вал, а *многомоторными* — у которых рабочие механизмы приводятся несколькими независимо работающими двигателями. В многомоторном экскаваторе с индивидуально-групповым приводом используют как индивидуальный, так и групповой привод.

В механической трансмиссии движение от силовой установки передается с помощью зубчатых, цепных, клиноременных и канатных передач.

В объемном гидроприводе энергия от силовой установки передается с помощью жидкости. Объемные гидропередачи в экскаваторах применяют как без добавления, так и с добавлением к ним механических передач.

В гидродинамической передаче используют гидромуфты или гидротрансформаторы.

В электродинамической передаче вместо гидромуфт или гидротрансформаторов устанавливают электромуфты.

В смешанных передачах применяют два или три типа различных передач. На большинстве экскаваторов получили распространение смешанные электромеханические или гидромеханические передачи.

*По типу привода* различают экскаваторы с механическим, гидромеханическим, гидравлическим, электрическим и смешанным приводами.

Экскаватор с механическим приводом характерен применением только механических передач. Если в механическую трансмиссию экскаватора включают гидродинамическую передачу (преимущественно гидротрансформатор), то такой тип привода называют гидродинамическим.

В объемном гидроприводе первичным потребителем энергии являются насосы, нагнетающие жидкость под давлением по гидросети к гидродвигателям, от которых приводятся в движение рабочее оборудование и механизмы экскаватора.

При электрическом приводе передача энергии от силовой установки к механизмам машины производится как электрическим, так и механическим способами.

В смешанных приводах используют 2 или 3 типа различных передач. На большинстве экскаваторов получили распространение смешанные электромеханические или гидромеханические приводы. Механическая трансмиссия в настоящее время применяется все реже. Гораздо чаще применяют гидравлический или электрический привод.

По возможности вращения поворотной части (платформы) экскаваторы бывают полноповоротными и неполноповоротными, когда угол вращения ограничен.

По типу ходового устройства (рис. 3.1) экскаваторы подразделяются на гусеничные, пневмоколесные, на специальном шасси, на базе самоходной машины. Гусеничные ходовые устройства бывают с минимально допустимой площадью опорной поверхности гусениц (для работы на грунтах с высокой несущей способностью) и с увеличенной поверхностью гусениц (для работы на грунтах с низкой несущей способностью).

Пневмоколесным называют экскаватор на колесном ходовом устройстве.

К экскаваторам на специальном шасси относят машины на колесном ходовом устройстве автомобильного типа.

Экскаватор на базе самоходной машины имеет ходовое устройство на базе трактора или автомобиля. В этом случае экскаватор называют также навесным.

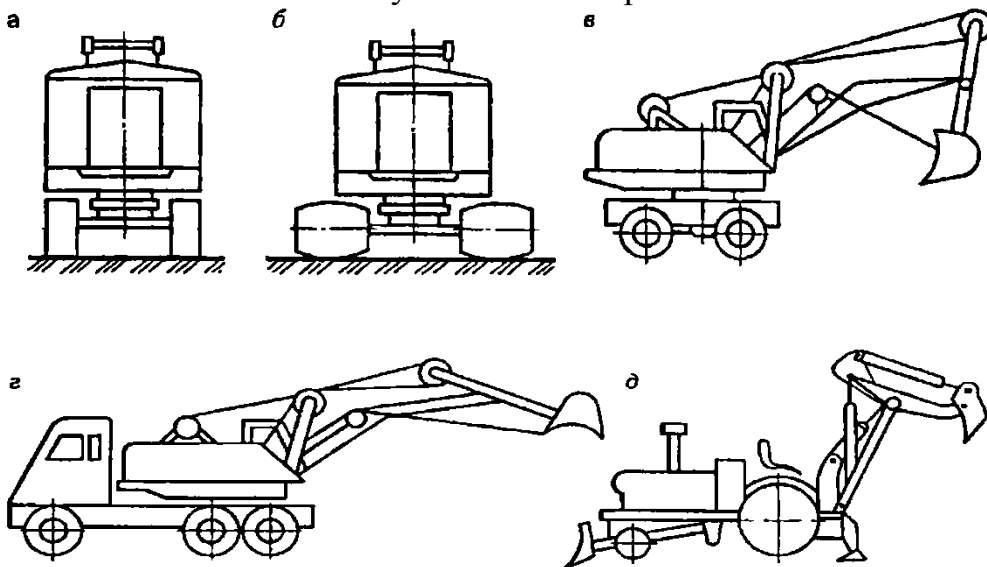


Рис. 3.1. Типы ходовых устройств экскаваторов: а, б – гусеничный; в – пневмоколесный; г – на специальном шасси; д – на базе трактора.

По типу подвески рабочего оборудования (рис.3.2) различают экскаваторы с гибкими элементами (преимущественно канатами) для удержания и приведения в действие рабочего оборудования (гибкая подвеска) и с жесткими элементами — преимущественно гидравлическими цилиндрами (жесткая подвеска).

Для послойной разработки грунта применяют *планировочное оборудование* с ковшом или ножом. Для планировочных работ используют также рабочее оборудование с рабочим органом, укрепленным на стреле, изменяющей при работе свою длину и поворачивающейся в вертикальной плоскости. Такое оборудование называют *землеройно-планировочным*.

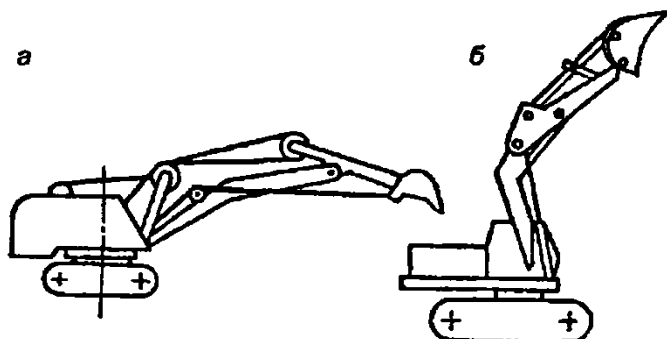


Рис. 3.2. Типы подвесок рабочего оборудования экскаваторов:  
а – с гибкой подвеской; б – с жесткой подвеской.

По видам рабочего оборудования экскаваторы классифицируются (рис.3.3) на:

*С прямой лопатой* – разрабатывает грунт выше уровня стоянки: ковш, укрепленный на рукояти, копает в направлении от экскаватора, т. е. «от себя». Различают маятниковые и напорные прямые лопаты. У маятниковой рукоять совершает только маятниковое движение относительно стрелы.

*С обратной лопатой* – предназначен для разработки грунта ниже уровня стоянки: ковш, укрепленный на рукояти, копает в направлении к экскаватору т. е. «на себя». Боковую обратную лопату используют для работы в стесненных условиях.

Рабочее оборудование, которое монтируют из узлов прямой и обратной лопат, называют *универсальной лопатой*.

При больших глубинах копания грунт ниже уровня стоянки разрабатывают *драглайном* с помощью ковша, подвешенного на канатах. Каналы очищают боковым драглайном.

Погрузочные и разгрузочные операции с сыпучими грунтами и дробленными породами, а также копание колодцев с вертикальными стенками, очистку прудов и каналов выполняют рабочим оборудованием *грейфера*, снабженным захватывающим ковшом.

Для рыхления прочных и мерзлых грунтов вместо ковша обратной лопаты гидравлического экскаватора устанавливают гидромолот.

С помощью *кранового оборудования*, устанавливаемого на экскаваторах, выполняют перегрузочные и монтажные работы.

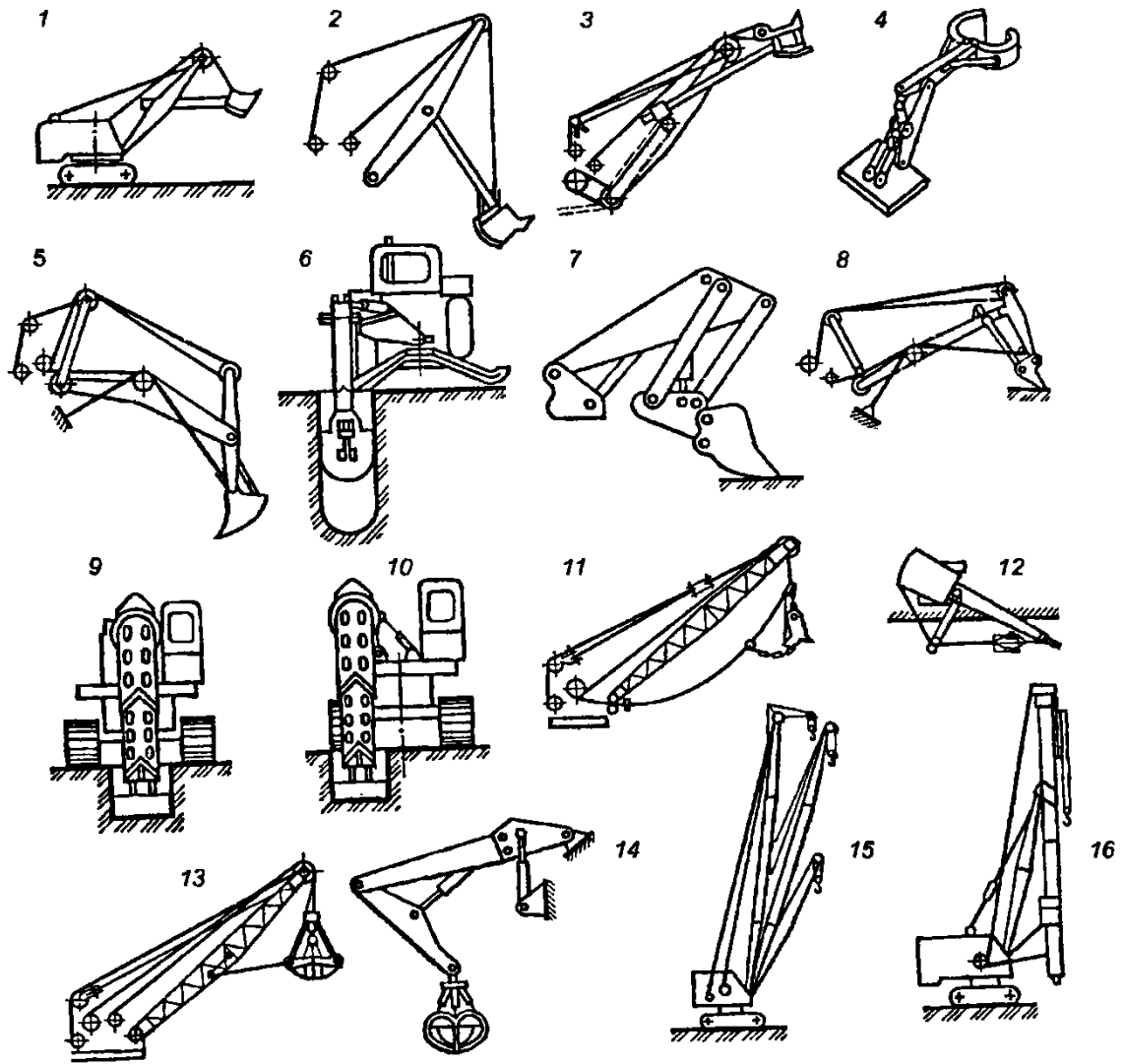


Рис. 3.3. Виды исполнения рабочего оборудования:

1 – прямая лопата; 2 – маятниковая прямая лопата; 3 – напорная прямая лопата; 4 – прямая лопата со створчатым ковшом; 5 – обратная лопата; 6 – боковая обратная лопата; 7 – погрузочное оборудование; 8 – планировочное оборудование; 9 – землеройно-планировочное оборудование с телескопической стрелой; 10 – землеройно-планировочное оборудование со смещаемой осью копания; 11 – драглайн; 12 – боковой драглайн; 13 – канатный грейфер; 14 – жесткий грейфер; 15 – крановое оборудование; 16 – копер.

Для забивки свай на экскаватор устанавливают копер.

До недавнего времени в индексе экскаваторов указывались только вместимость ковша и порядковый номер модели (например, Э-301 — экскаватор с ковшом  $0,3 \text{ м}^3$ , порядковый номер модели 1; Э-652А — с ковшом  $0,65 \text{ м}^3$  модель 2, прошедшая 1 модернизацию; Э-10011 — с ковшом  $1 \text{ м}^3$  модель 11; Э-1252Б — с ковшом  $1,25 \text{ м}^3$ , модель 2, прошедшая 2 модернизацию, и т. д.).

В настоящее время в индексе экскаватора четыре цифры, обозначающие: размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования и порядковый номер модели. Кроме того, используются

дополнительные буквенные обозначения порядковой модернизации машины и ее климатического исполнения.

Например, индекс ЭО-3322АТ обозначает: экскаватор одноковшовый универсальный 3-й размерной группы, на пневмоколесном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, 2-я модель, прошедшая первую модернизацию, тропическое исполнение; индекс ЭО-5111БХЛ: экскаватор одноковшовый универсальный 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с гибкой подвеской рабочего оборудования, 1-я модель, прошедшая вторую модернизацию, северное исполнение.

## ОДНОКОВШОВЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Эти экскаваторы обладают преимуществами по сравнению с экскаваторами с механическим приводом. Так, гидравлический привод расширяет технологические возможности экскаваторов с различными видами рабочего оборудования. Например, при использовании обратной лопаты увеличивается заполнение ковша за счет больших усилий копания (так как сопротивление грунта копанию воспринимается через стрелоподъемные цилиндры массой всего экскаватора), что повышает производительность машины. Появляется возможность копания только поворотом ковша при неподвижной (относительно стрелы) рукояти, что позволяет выполнять работы, например, в городских условиях, т. е. в непосредственной близости от подземных коммуникаций, где требования к безопасности ведения работ часто вынуждают использовать ручной труд.

При использовании оборудования погрузчика достигаются близкое к горизонтальной плоскости движение режущей кромки ковша и большее его заполнение.

При использовании грейфера эффективность копания обеспечивается благодаря воздействию массы всего экскаватора.

Такой экскаватор успешно отрывает приямки, колодцы, а также перегружает длинномерные штучные грузы (например, бревна).

Имеются также экономические преимущества экскаваторов с гидравлическим приводом. Так, расширение номенклатуры сменного рабочего оборудования и их специфическая кинематика, а также независимое регулирование скоростей совмещаемых рабочих движений позволяют механизировать те работы, которые ранее выполнялись вручную.

## РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ

Производительность экскаваторов показывает выемку какого объема грунта он может произвести за один час работы и она определяется по формуле:

$$P_{\text{э}} = \frac{q_{\text{э}}}{t_{\text{ц}} \times K_{\text{р}}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где:  $q_{\text{э}}$  - вместимость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$  (табл. 3.1);

$t_{\text{ц}}$  - продолжительность цикла, ч (табл. 3.2);

$K_p$  - коэффициент разрыхления грунта ( $K_p=1,1$  для несвязных материалов и песчаных грунтов,  $K_p=1,2$  для глинистых грунтов);

$K_{zp}$  - коэффициент, учитывающий группу материала или грунта по трудности разработки (по табл. 3.3);

$K_e$  - коэффициент использования внутрисменного времени ( $K_e=0,70$  при погрузке в транспортные средства,  $K_e=0,80$  при работе в отвал);

$K_T$  - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной  $K_T=0,60$ .

Производительность экскаваторного оборудования определяется по формуле:

$$П_э = \frac{q_э}{t_ц \times K_p} \times K_{гр} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где:  $q_э$  - вместимость ковша погрузчика,  $\text{м}^3$  (табл. 3.3);

$t_ц$  - продолжительность цикла, ч (см. табл. 3.2);

### Технические характеристики экскаваторов

Таблица 3.1.

Марка	Тип ходового оборудования	Тип рабочего оборудования	Вместимость ковша $q_э, \text{м}^3$	Максимальная глубина копания $H_k, \text{м}$	Максимальный радиус		Максимальная высота разгрузки $H_p, \text{м}$
					Копания $R_k, \text{м}$	Разгрузки $R_p, \text{м}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
СК 50	гусеничный	обратная лопата	0,16	3,86	5,96	4,7	3,29
ЭО-2626Б	пневмо – колесный	обратная лопата	0,25	4,15	5,3	4,4	3,2
R 308	гусеничный	обратная лопата, грейфер	0,35	3,9	7,7	6,3	6,1
ЭО-2621В-3	пневмо – колесный	прямая и обратная лопата, гидромолот	0,28	4,15	5,0	4,6	2,5
ЭО-3311Г	пневмо – колесный	обратная лопата	0,4	7,8	7,8	6,8	5,4
		драглайн					3,8
ЭО-4112	гусеничный	обратная лопата	0,65	5,8	9,2	8,1	6,1
		драглайн	0,8	10,0	14,3	12,5	5,3
ЭО-4225А	гусеничный	грейфер	1,0	15,0	9,1	8,5	3,0
АТЭК-851	пневмо – колесный	обратная лопата	0,8	5,26	8,28	7,4	7,43
А-900	пневмо – колесный	обратная лопата, грейфер	0,85	6,2	9,6	8,4	8,05
А-904	гусеничный	обратная лопата, грейфер	1,05	7,5	10,5	9,2	8,15
АТЭК-761	гусеничный	обратная лопата	1,3	6,5	9,45	8,5	7,7

1	2	3	4	5	6	7	8
ЭО-5124А	гусеничный	прямая лопата	2,0	6,2	10,1	9,3	5,8
		обратная лопата	1,6				
ЭО-4326	пневмо – колесный	обратная лопата	1,42	6,3	8,0	7,3	6,5
ЭО-4225А	гусеничный	прямая лопата	2,5	6,0	8,0	8,0	6,3
ЕК-270LC	гусеничный	обратная лопата	1,5	7,7	11,2	10,0	7,97
		грейфер	0,8				
ЕК-400	гусеничный	обратная лопата	1,8	7,3	11,3	10,1	7,4
JS 300	гусеничный	обратная лопата	1,85	8,2	11,7	10,4	7,46
R 924	гусеничный	обратная лопата	2,0	7,6	10,6	9,3	7,2
R 934	гусеничный	обратная лопата	2,2	7,95	11,2	9,8	7,7
R 944	гусеничный	обратная лопата	2,6	8,25	11,8	10,1	8,0
R 954	гусеничный	обратная лопата	2,8	7,5	11,3	9,7	7,3

Время рабочего цикла одноковшовых экскаваторов

Таблица 3.2.

Вместимость ковша $Q_3$ , м <sup>3</sup>	Время цикла, $t_{ц}$ , ч
< 0,65	0,0045
0,65...0,80	0,0055
> 0,80	0,0065

Техническая характеристика экскаваторов-погрузчиков

Таблица 3.3.

Модель	Объем ковша погрузчика, м <sup>3</sup>	Максимальная высота разгрузки погрузчика $H_p$ , м	Объем экскаваторного ковша, м <sup>3</sup>	Максимальная глубина копания $H_k$ , м	Максимальный радиус		Максимальная высота разгрузки экскаватора $H_{p,м}$
					Копания $R_k$ , м	разгрузки $R_p$ , м	
JCB 1CX	0,32	2,1	0,08	2,55	4,24	3,5	2,38
JCB 3CX	0,9	2,7	0,3	5,3	7,8	6,3	5,0
WB91R-2	1,03	2,75	0,25	4,95	5,55	4,2	5,5
Caterpillar 446C	1,1	2,7	0,32	5,22	7,87	6,5	4,31
JCB 4CX	1,3	2,7	0,5	4,35	5,4	4,1	4,1



## Схема рабочих параметров экскаватора

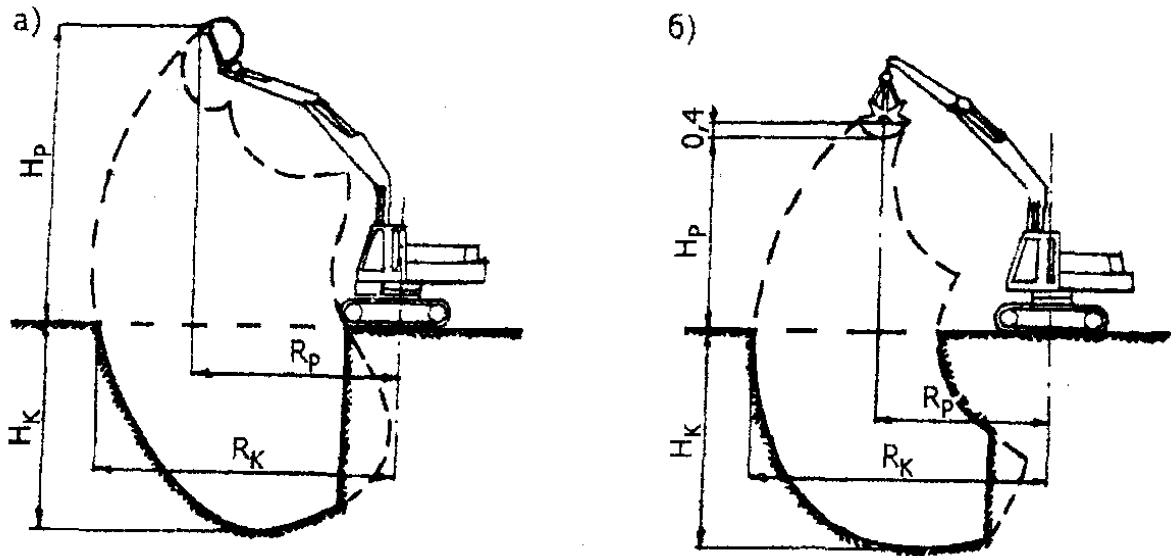


Рис. 3.4. Схема рабочих параметров экскаватора: а - обратная лопата; б - грейфер:  
 $H_p$  - высота разгрузки;  $H_k$  - глубина копания;  $R_p$  - радиус разгрузки;  
 $R_k$  - радиус копания.

Производительность погрузочного оборудования определяется по формуле:

$$\Pi_{\Pi} = \frac{q_k}{t_{\text{ц}}} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $q_k$  – вместимость ковша погрузчика,  $\text{м}^3$  (см. табл.3.3);  $t_{\text{ц}}$  – время полного цикла, ч (на гусеничном ходу  $t_{\text{ц}}=0,017\text{ч}$ ; на каждые следующие 10м дальности перемещения следует добавлять к  $t_{\text{ц}}$  для пневмоколесных погрузчиков 0,008ч, для погрузчиков на гусеничном ходу 0,013ч);  $K_B=0,70$  при погрузке в транспортные средства,  $K_B=0,80$  при работе в отвал;  $K_T=0,60$ .

Контрольные вопросы:

- 1) Какой экскаватор называется полноповоротным?
- 2) Приведите марку экскаватора и дайте ее расшифровку.
- 3) Перечислите виды исполнения рабочего оборудования экскаваторов.
- 4) Что понимают под производительностью экскаватора?
- 5) Определите производительность одного из экскаваторов (по указанию преподавателя).

## Устройство и рабочие процессы бульдозеров

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Бульдозеры и бульдозеры-рыхлители служат для механизации земляных работ при послойном копании, перемещении (на расстояние 60—180 м), укладке и планировке грунтов.

Бульдозеры и бульдозеры-рыхлители принято классифицировать по номинальному тяговому усилию и ходовым системам базовых тракторов, назначению, конструктивным отличиям навесного оборудования.

Основным их квалификационным параметром является *номинальное тяговое усилие*, по величине которого различают: бульдозеры очень легкие (малогабаритные) — до 25 кН, легкие — 25—135 кН, средние — 135—200 кН, тяжелые — 200—350 кН и сверхтяжелые — свыше 350 кН.

Под номинальным тяговым усилием бульдозера понимается наибольшее тяговое усилие, которое может реализовать базовая машина со смонтированным на ней навесным оборудованием на плотном грунте при буксовании не выше 7% для гусеничных и 20% для колесных базовых машин.

Соответственно модели гусеничных бульдозеров, определены по тяговым классам тракторов типоразмерным рядом: 1,3,4,6,10,15,25,35,50,75,100, и 150 охватывающим бульдозеры с номинальным тяговым усилием трактора от 10 до 1500 кН и бульдозеры-рыхлители — 100—1000 кН.

Различают бульдозеры общего, специального и многоцелевого назначения. *Бульдозеры общего назначения* предназначены для землеройно-транспортных и планировочных работ в различных грунтовых условиях при температуре воздуха от —40 до +40 °С.

*Бульдозерами специального назначения* выполняют специализированные работы: чистку снега, сгребание торфа, разработку сыпучих материалов, толкание скреперов при загрузке, проведение подземных и подводных работ. Различают также специальные бульдозеры для работы в экстремальных условиях: в радиационно опасных и загазованных местах, на грунта с пониженной несущей способностью, а также при весьма низких (до —60 °С) и высоких (до +60 °С) температурах.

*Бульдозеры многоцелевого назначения* наряду с выполнением обычных землеройно-транспортных работ используют для разработки и засыпки траншей, каналов, скважин, отрыв коры и проведения земляных работ на мерзлых грунтах, погрузочно-разгрузочных работ. В этом случае бульдозерное оборудование агрегируют с задним оборудованием экскаватора, рыхлителя, канавокопателя, бурильно-крановой машины и т. п. (бульдозер-погрузчик ДЗ-133, ДЗ-160).

*Бульдозеры-рыхлители* выпускают общего и специального назначения. Машины *общего назначения* служат для разработки и транспортировки мерзлых и разборно-скальных грунтов. Бульдозеры-рыхлители *специального назначения* имеют рыхлительное оборудование в однозубом исполнении для глубокого рыхления

грунтов (более 1,5—2 м). В многозубом исполнении рыхлители используют на горных работах.

*По типу ходовой части* бульдозеры и бульдозеры-рыхлители бывают гусеничные и пневмоколесные. *Гусеничные* получили большее распространение благодаря низкому давлению на грунт в сочетании с реализацией значительных тяговых усилий и высоких сцепных свойств. *Колесные* машины отличаются высокими транспортными скоростями и мобильностью.

*По способу установки рабочего органа* различают бульдозеры с неповоротным и поворотным отвалами.

*По типу отвала* подразделяют на бульдозеры с прямым, полусферическим, сферическим и специальным (угольным, для сыпучих материалов) отвалом.

*По приводу рабочего оборудования* различают бульдозеры с гидравлическим и канатно-блочным управлением. Все современные бульдозеры оснащают гидрофицированным управлением подъема-опускания отвала, а на тяжелых бульдозерах и гидроперекосом отвала.

*По виду навесного оборудования* различают рыхлители трехзвенные, четырехзвенные (параллелограммные) и многозвенные; с регулируемым и нерегулируемым углом рыхления; с изменяемым шагом зубьев.

*По количеству зубьев* различают однозубое и многозубое рыхлительное оборудование. Однозубые рыхлители предназначены для разработки особо прочных материалов и могут использоваться также для специальных работ. Многозубые рыхлители содержат в комплекте, как правило, 3 зуба.

*По способу крепления* разделяют рыхлительное оборудование с жестким или шарнирным креплением зубьев. При жестком креплении поворот зуба исключается. Шарнирное крепление обеспечивает поворот зуба, снижая воздействие боковых нагрузок на рабочий орган и базовый тягач.

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БУЛЬДОЗЕРОВ И БУЛЬДОЗЕРОВ-РЫХЛИТЕЛЕЙ

Они зависят от параметров и используемых базовых тракторов, преимущественно самоходных гусеничных: Т-4АП2, Т-130, Т-170, Т-180, ДЭТ-250М, ДЭТ-250М2, Т-330, Т-25.01, Т-500, Т-800 или колесных Т-150К, К-702 тракторов общего назначения либо промышленных модификаций сельскохозяйственных колесных МТЗ-1221 и гусеничных ВТ-90 тракторов. Последние оборудуют реверс-редукторами, усиливают несущую раму, подводят к передней части трактора трубопроводы гидропривода и вводят присоединительные элементы для гидроцилиндров подъема-опускания. Наиболее приспособлены для работы с бульдозерным оборудованием гусеничные тракторы общего назначения.

К основным параметрам бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей относятся: максимальное и номинальное тяговое усилие базового трактора, номинальная (эксплуатационная) мощность двигателя, конструктивная и эксплуатационная масса, ряд геометрических размерных показателей.

Конструктивная масса бульдозера и бульдозера-рыхлителя определяется без массы заправочных материалов, запасных частей, транспортных средств,

предотвращающих опускание рабочего оборудования, дополнительного и сменного оборудования.

Эксплуатационная масса машины включает эксплуатационную массу трактора в комплектации с двумя гидроцилиндрами подъема-опускания бульдозерного оборудования, а также массу емкостей, полностью заправленных охлаждающей жидкостью, топливом, маслом, смазочными материалами, массу рабочего оборудования и водителя (75 кг).

Основных размерные показатели бульдозеров — ширина отвала, его высота (в том числе с козырьком), максимальный подъем и опускание относительно опорной поверхности, основной и задний углы резания, угол поперечного перекоса отвала. Для бульдозеров с поворотным отвалом учитывают угол поворота отвала (рис. 4.1).

Максимальная высота подъема принимается исходя из получения углов съезда и въезда машины не менее  $25^\circ$ .

Основной угол резания определяется между опорной поверхностью бульдозера и передней плоскостью ножей. Он может изменяться ручной (не менее  $8^\circ$ ) или принудительной (гидроцилиндрами до  $20\text{—}32^\circ$ ) регулировкой.

Задний угол — угол между опорной поверхностью и поверхностью, соединяющей режущую кромку среднего ножа отвала с наиболее выступающий элементом конструкции в нижней части тыльной стороны отвала.

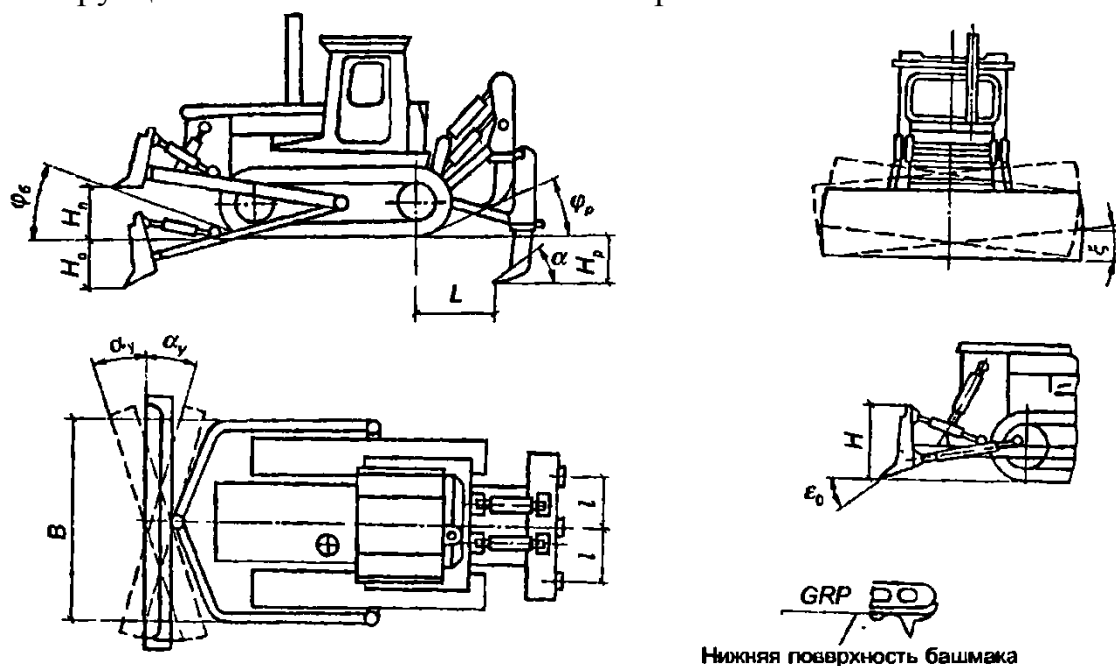


Рис. 4.1. Основные размерные показатели бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей:

$B$  — ширина отвала;  $H$  — высота отвала;  $H_n$  — максимальный подъем отвала над опорной поверхностью;  $H_0$  — максимальное опускание отвала ниже опорной поверхности;  $\epsilon_0$  — основной угол резания отвала;  $\epsilon$  — угол поперечного перекоса отвала;  $\alpha_y$  — угол поворота (установки) отвала в плане;  $\phi_b$  и  $\phi_p$  — углы въезда бульдозера и рыхлителя;  $H_p$  — максимальное заглубление рыхлителя;  $\alpha$  — угол рыхления;  $L$  — расстояние от наконечника зуба до оси ведущей звездочки трактора;  $l$  — шаг зубьев (многозубового рыхлителя); GRP — опорная поверхность.

Угол поперечного перекоса определяется наибольшим изменением длин правого и левого раскосов в противоположные стороны.

Основные размерные показатели бульдозеров-рыхлителей связаны с рыхлительным оборудованием: максимальное заглубление рыхлителя, угол въезда, расстояние от нижней точки нижней тяги до опорной поверхности, расстояние от наконечника зуба до оси ведущей звездочки трактора, шаг зубьев, ширина наконечника зуба, угол рыхления, задний угол рыхления, максимальное заглубление. Расстояние до опорной поверхности и звездочки принимают при номинальном угле (для рыхлителей с регулируемым углом рыхления при  $45^{\circ}$ ).

Максимальное заглубление зуба рассчитывают от опорной поверхности GRP гусениц при наибольшем вылете зуба (до режущей кромки наконечника).

Угол въезда рыхлителя задают в транспортном положении при наименьшем вылете зуба.

Шаг зубьев — расстояние между одноименными точками соседних зубьев.

Угол рыхления — угол между передней гранью наконечника и касательной к траектории в данной точке движения.

Задний угол рыхления определяется между задней гранью наконечника и касательной к траектории движения режущей кромки в данной точке.

Для рыхлительного оборудования к основным параметрам относят также число зубьев.

## БУЛЬДОЗЕРЫ КОЛЕСНЫЕ

Бульдозеры на колесных тракторах общего назначения и модификациях базовых сельскохозяйственных тракторов тягового класса 1,4—4 получили наибольшее распространение на малоэнергоёмких землеройных работах на грунтах I и II групп в районах с умеренным климатом при температуре от  $-40$  до  $+40$  °С. В агрегате с задним оборудованием они могут иметь многоцелевое назначение; при наличии сменного погрузочного оборудования они предназначены для земляных и погрузочно-разгрузочных работ небольшого объема, перемещения штучных грузов и т. п.

На тракторах тягового класса 1,4 (Беларус-1221) мощностью 40-55 кВт изготавливают неповоротные бульдозеры с прямым отвалом. Отвал сварной конструкции с лобовым листом усилен ребрами жесткости. В нижней части отвала крепят съемные ножи, а в верхней предусмотрен козырек. Бульдозерный отвал снабжен зубьями заднего хода и может быть оборудован уширителями (бульдозер ДЗ-102). Управление отвалом гидравлическое.

Бульдозеры с поворотным отвалом используют, как правило, в агрегате с задним оборудованием для засыпки траншей и планировочных работ небольшого объема в грунтах I и II групп. Бульдозерное оборудование в агрегате с траншейным цепным экскаватором ЭТЦ-165А применяется на тракторе «Беларус» обладает поворотом на  $45^{\circ}$  и перекосом до  $10^{\circ}$ . Все движения отвала гидрофицированы, управление поворотом и перекосом осуществляется из кабины машиниста.

Бульдозеры-погрузчики ДЗ-133 и ДЗ-160 на базе колесных тракторов являются машинами многоцелевого назначения. Основные рабочие органы у них — бульдозерный отвал и сменный ковш (рис. 4.2).

Бульдозерный отвал массой 200 кг сварной с одним средним и крайними сменными ножами. Он оборудован уширителями или челюстным захватом. Съемное устройство имеет цапфы и нижние пальцы для установки соответственно в верхние и нижние отверстия проушин отвала. Нижние пальцы могут поворачиваться в положение «снятия-монтажа» или фиксации рабочего органа. Время навески отвала — до 6 мин. Съемное устройство посредством шарниров и рычагов кинематически связано со стрелой рабочего оборудования.

Для разработки сухих грунтов и кусковатых материалов на боковинах крепятся левый и правый уширители. В верхней части отвала имеется козырек, а в нижней — три рыхлительных зуба для разработки прочных грунтов. Бульдозерный отвал, как отмечалось, может быть оборудован челюстным захватом для набора фунта из штабелей. Для захвата длинномерных грузов к боковинам захвата приварены ножи с зубьями. Управление челюстным захватом двумя гидроцилиндрами. Отвалом вылетом 2,5 м можно разгружать бортовые автомобили, прицепы, платформы.

Стрела рабочего оборудования установлена на жестко соединенных с трактором полурамах, прикрепленных впереди к буферу.

Многоцелевые возможности бульдозера обеспечиваются путем замены отвала на погрузочный ковш с зубьями (ширина — 1600 мм) либо установкой одного из сменных рабочих органов: ковша увеличенной вместимости без зубьев, ковша для уборки снега (ширина — 2200 мм), грузовых вилок с двумя лапами, сельскохозяйственных вилок с восьмью нижними и двумя верхними пальцами, монтажного крюка грузоподъемностью 0,75 т (ДЗ-133) или 1 т (ДЗ-160) с высотой подъема до 2,8 м.

Управление операциями подъема-опускания и поворота отвала осуществляется двумя парами гидроцилиндров. В гидроцилиндрах поворота отвала (ковша) установлен предохранительный клапан.

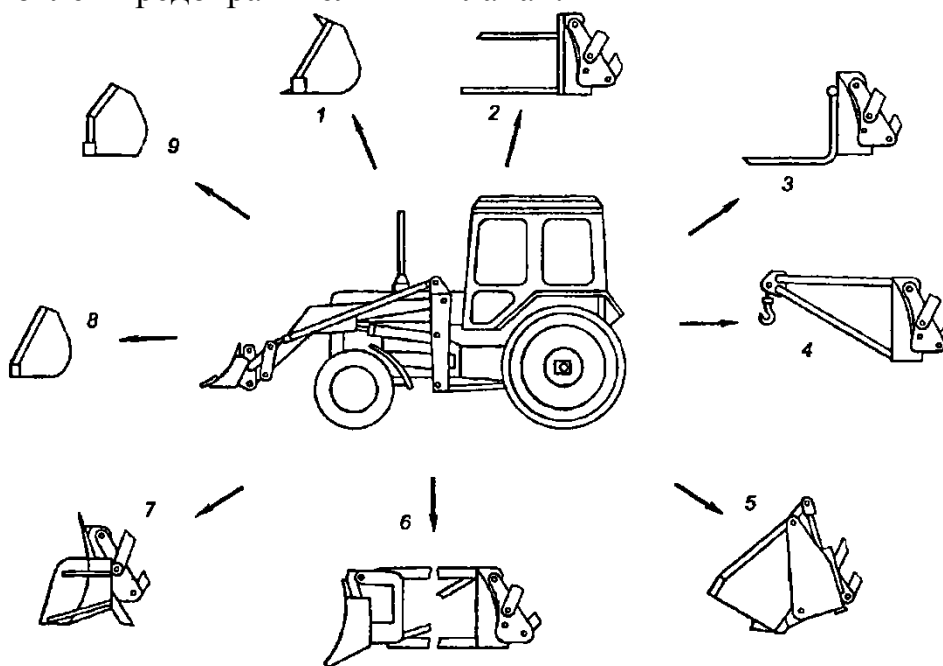


Рис.4.2. Бульдозер-погрузчик многоцелевого назначения ДЗ-133 со сменным оборудованием: 1 – ковш основной; 2 – вилы сельскохозяйственные;

- 3 – вилы грузовые; 4 – крюк монтажный; 5 – захват челюстной;  
 6 – удлинитель к отвалу; 7 – уширители и рыхлительные зубья к отвалу;  
 8 – ковш увеличенной вместимости; 9 – ковш для снега.

### БУЛЬДОЗЕРЫ НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

Бульдозеры ДЗ-42, ДЗ-42Г и ДЗ-42Г-1 (рис. 4.3) изготовлены на базе гусеничного трактора тягового класса 3 с реверс-редуктором и гидросистемой. Они предназначены для легких дорожно-строительных и мелиоративных работ (табл. 4.1).

Бульдозерное оборудование неповоротного типа состоит из отвала сварной конструкции; толкающих брусьев, приваренных к отвалу; поперечной балки; двух (ДЗ-42) или одного (ДЗ-42Г, ДЗ-42Г-1) гидроцилиндров подъема-опускания отвала и рукавов высокого давления.

С задней стороны отвала на бульдозерах ДЗ-42Г и ДЗ-42Г-1 имеется кронштейн для соединения со штоком гидроцилиндра. К нижней части отвала крепятся сменные ножи с двумя режущими кромками, а в средней верхней части отвал оснащен козырьком.

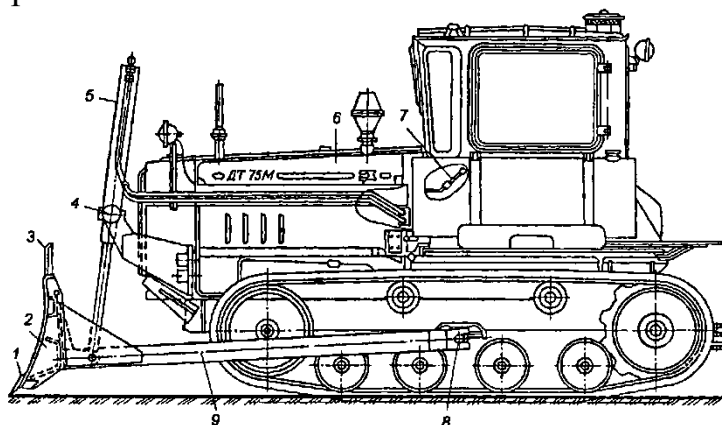


Рис. 4.3. Бульдозер ДЗ-42Г:

- 1 – нож; 2 – отвал; 3 – козырек; 4 – кронштейн; 5 – гидроцилиндр подъема-опускания; 6 – базовый трактор; 7 – рычаг управления гидрораспределителем; 8 – поперечная балка с цапфами; 9 – толкающий брус.

Технические характеристики бульдозеров на базе тракторов 3 и 4тягового класса

Таблица 4.1.

Наименование показателей	ДЗ-42	ДЗ-42Г	ДЗ-42Г-1	ДЗ-101А
Базовый трактор (гусеничный):	ДТ-75МР-С2	ДТ-75МР-С2	ДТ-75МР-С2	Т-4АП2-С1
мощность двигателя, кВт	66	66	66	96
тяговый класс	3	3	3	4
скорость, км/ч				
вперед	5,3÷11,18	5,3÷11,18	5,3÷11,18	2,22÷9,32
назад	4,54	4,54	4,54	3,39÷6,1
Отвал:				
ширина, мм	2560	2520		2860
высота козырька, мм	804	800		990
угол поперечного перекоса (в каждую сторону), град.	–	–		6
Подъем над опорной	600	830		860

поверхностью при погруженных грунтозацепах, мм				
Опускание ниже опорной поверхности при погруженных грунтозацепах, мм	300	410	435	
Габариты в транспортном положении, мм				
длина	4650	4980	5029	
ширина	2560	2520	2860	
высота	2300	2650	2565	
Масса, кг	7000	7065	7030	9900

Поперечная балка жестко крепится к кронштейнам лонжеронов трактора между опорными катками.

Управление гидроцилиндром отвала осуществляется от гидросистемы базового трактора, обеспечивающей подъем и опускание отвала.

На базе трактора Т-75НР-С2 разработана конструкция бульдозера ДЗ-162, оснащенного механизмом перекоса отвала и гидрораскосом, обеспечивающим дистанционный поперечный перекос отвала до  $10^\circ$  в каждую сторону.

Бульдозер ДЗ-101А с неповоротным прямым отвалом (рис.4.4) изготовлен на базе гусеничного трактора общего назначения 4 тягового класса и предназначен для выполнения землеройно-планировочных работ на грунтах I и II групп и разрыхленных грунтах III группы.

Бульдозерное оборудование состоит из сварного отвала, усиленного задними коробками жесткости с внутренними ребрами (рис. 4.5), левого и правого толкающих брусьев, раскоса регулируемой длины, гидроцилиндра перекоса и двух гидроцилиндров подъема-опускания отвала. Гидроцилиндры подъема-опускания устанавливаются на опорах, закрепленных на лобовине капота трактора.

Управление гидроцилиндрами бульдозера осуществляется от гидропривода трактора. Гидросистема бульдозера оборудована двусторонним запорным клапаном, предохраняющим гидропривод трактора от перегрузок.

Транспортировку бульдозеров тракторов тягового класса 1,4—4 осуществляют железнодорожным и автомобильным транспортом, а на небольшие расстояния — своим ходом.

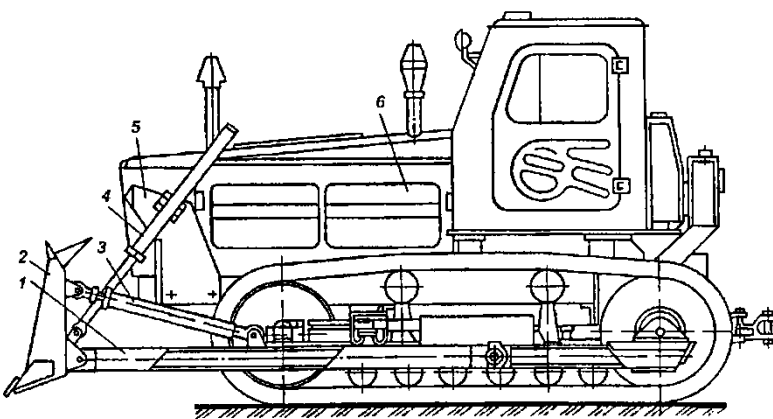


Рис. 4.4. Бульдозер ДЗ-101А:  
1—толкающий брус; 2—отвал; 3—гидрораскос; 4—

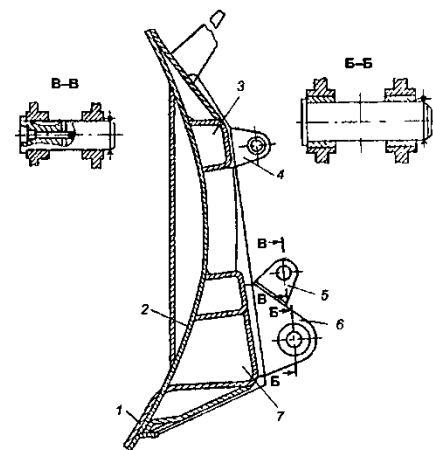


Рис. 4.5. Отвал бульдозера ДЗ-101А:  
1 — сменный нож; 2 — лобовой лист; 3



гидроцилиндр подъема-опускания; 5 – опора – верхняя коробка жесткости; 4 – гидроцилиндров; 6 – базовый трактор Т-4А. проушина крепления раскоса; 5 – проушина соединения отвала с гидроцилиндром подъема-опускания; 6 – проушина крепления толкающего бруса; 7 – нижняя коробка жесткости.

Бульдозеры на тракторах тягового класса 10 предназначены для разработки и перемещения грунта I—III категории и полезных ископаемых, для профилирования дорог, срезки грунта на косогорах с применением перекоса отвала. Бульдозеры применяют в гражданском, промышленном, горнорудном, гидротехническом строительстве, мелиорации и ирригации для устройства выемок, возведения насыпей, планировки площадок, разработки и засыпки котлованов. Они могут быть использованы на грунтах IV категории и выше после их предварительного рыхления в районах с умеренным климатом при температуре воздуха от  $-40$  до  $+40$  °С.

Бульдозеры тягового класса 10 выпускают на базе гусеничных тракторов Т-130МГ-1, его модернизированной модели Т-170 и ее модификации Т-170.01, Т-170.40 и Т-170.41. Тракторы Т-170 и его модификации отличаются от Т-130МГ-1 большей эксплуатационной мощностью (125 кВт), имеют увеличенное тяговое усилие (до  $142 + 9$  кН на третьей передаче), максимальное давление в гидросистеме (18 МПа), оборудованы кабиной на подрессоренной платформе и усиленной ходовой системой.

Модификации тракторов отличаются наличием пускового двигателя или электростартерной системой пуска, значением передаточного числа бортового редуктора.

Бульдозер с прямым поворотным отвалом ДЗ-109Б (ДЗ-171.1-05; -06; -07; -08) состоит из базового гусеничного трактора Т-130МГ-1 (Т-170 в соответствующей модификации) и бульдозерного оборудования, которое включает прямой отвал сварной конструкции. Рама выполняется в виде двух сварных пол у рам. Фиксация отвала осуществляется двумя боковыми толкателями, каждый из которых состоит из упорного бруса и трубчатого винтового раскоса, связанных шарнирно. Винтовой раскос имеет три метки: верхняя соответствует углу резания  $50^\circ$ ; нижняя —  $60^\circ$ ; средняя —  $55^\circ$ .

Положение отвала в плане изменяют путем перестановки боковых упоров толкателей в соответствующие кронштейны. Угол поворота в плане  $27^\circ$  в каждую сторону.

Управление гидроцилиндрами отвала осуществляется гидросистемой базового трактора, обеспечивающей подъем-опускание отвала.

Бульдозер с прямым неповоротным отвалом ДЗ-110В (ДЗ-171.1; ДЗ-171Л-02, -03, -04) состоит из базового гусеничного трактора Т-130МГ-3 (Т-170 соответствующей модификации) и бульдозерного оборудования.

Оборудование это включает отвал, правый и левый толкающие брусья, винтовой и гидравлический раскосы, механизм компенсации перекоса отвала, гидрооборудование.

Отвал сварной, усилен с тыльной стороны коробками жесткости, к которым приварены пары проушин для присоединения толкающих брусьев, крепления раскосов и гидроцилиндров подъема-опускания.

Толкающие брусья сварные, коробчатого сечения, имеют проушины для присоединения раскосов.

Бульдозеры на тракторах класса 10 с поворотным и неповоротным отвалами могут оснащаться системами комбинированного автоматического управления положением отвала «Копир-Автоплан-10/Л П» и «Комбиплан-10Л».

Применение комплекта унифицированных приборов и средств управления позволяет использовать систему в двух режимах: копирном, при котором автоматическое управление отвалом по высоте относительно опорной плоскости происходит от внешнего луча лазерного излучателя (лазерной направляющей), и автономно, в котором стабилизация положения отвала осуществляется по сигналам датчиков угловых положений (ДКБ), установленных на толкающих брусьях и отвале бульдозера.

Система состоит из аппаратуры автоматики и дополнительных агрегатов гидропривода. В состав аппаратуры «Копир-Автоплан-10/ЛП» может входить также блок перегрузки и тахогенератор.

Пульт управления и индикатор установлены в кабине бульдозера. Пульт управления служит для задания требуемого продольного (ДЗ-Ю9Б-1), продольного и поперечного (ДЗ-ПОВ-1) уклонов и преобразований сигналов датчиков в команду управления, которая подается на исполнительную аппаратуру гидропривода. Индикатор, ФПУ с устройством перемещения и датчик подъемного устройства используют с лазерным излучателем при работе в копирном режиме. Датчики ДКБ и ДП применяют в автономном режиме. Блок перегрузки и тахогенератор защищают двигатель от перегрузок при значительном возрастании усилий на отвале, т. е. подается сигнал на выглубление отвала.

При автоматической системе управления в гидропривод бульдозера дополнительно включают гидронасос, гидрораспределители с электрогидрозолотником, предохранительный и замедлительный (обратный с дросселем) гидроклапаны.

Автоматическая система реализует управление в копировальном режиме стабилизацией положения отвала по высоте относительно опорной плоскости, создаваемой лазерным излучателем, взаимодействующим со светодиодами ФПУ, установленными на отвале бульдозера. При смещении ФПУ из оптической плоскости формируются команды подъема-опускания отвала, чтобы ФПУ всегда находилось в оптической плоскости. При автономном режиме гидропривод осуществляет перемещение и перекося отвала по командам ДКБ. Точность планировки в копирном режиме —  $\pm 40$  мм и автономном —  $\pm 50$  мм.

Применение автоматизированных бульдозеров повышает их производительность, уменьшает утомляемость машиниста, позволяет использовать машинистов менее высокой квалификации.

Бульдозеры тягового класса 25 выпускают на базе гусеничных тракторов ДЭТ-250М и ДЭТ-250М2. Предназначены они для выполнения земляных работ больших объемов в грунтах I—IV групп и перемещения мерзлых и скальных грунтов после рыхления при температуре от  $-45$  до  $+45$  °С.

Бульдозер ДЗ-118 состоит из базового гусеничного трактора ДЭТ-250М и бульдозерного оборудования с прямым неповоротным отвалом.

Трактор имеет однопоточную трансмиссию, содержащую бесступенчатую электрическую и две механических передачи, механизм поворота в виде двух планетарных редукторов с блокированными многодисковыми фрикционами и ленточными тормозами; гусеничную ходовую систему с шестью опорными и двумя поддерживающими катками; независимую эластичную подвеску с круглыми торсионами.

Для увеличения сцепной тяги на мерзлых грунтах гусеницы трактора оснащают специальными зауженными сменными грунтозацепами высотой 100 мм.

Для работы в условиях севера предусмотрены обогрев кабины бульдозера, утепляющие чехлы на капоте двигателя и вентиляторе кабины, установлены две аккумуляторные батареи для системы пуска двигателя.

Бульдозерное оборудование ДЗ-118 включает неповоротный отвал, правый и левый толкающие брусья, винтовой раскос, гидрораскос в виде гидроцилиндра с ходом штока 250 мм.

Неповоротный отвал состоит из высокопрочного гнутого лобового листа, верхней и нижней коробок жесткости. В нижней части лобового листа приварена подножечная плита для крепления ножей.

Привод гидроцилиндров бульдозерного оборудования осуществляется от основной и дополнительной гидросистем базового трактора.

Подача рабочей жидкости к гидрораскосу осуществляется через упряжной шарнир и трубопроводы, проходящие внутри правого толкающего бруса.

Бульдозеры ДЗ-132-1 и ДЗ-132-2 состоят из базового трактора ДЭТ-250М2 и бульдозерного оборудования с неповоротным полусферическим или прямым отвалом.

К отличительным особенностям базового трактора от ЭТ-250М относятся: установка в трансмиссии измененных бортовых редукторов с увеличенным передаточным числом; замена насоса в гидроприводе управления землеройным оборудованием.

В результате замены бортовых редукторов увеличено тяговое усилие до 350 кН, одновременно несколько снижены максимальная передняя и задняя скорости (15,73 против 19 км/ч), что позволило более эффективно использовать тягово-сцепные качества трактора.

Значительные изменения конструкции бульдозерного оборудования обусловлены применением новой конструктивной схемы механизма компенсации, выполненного в виде поперечной штанги взамен традиционной сложной кинематической связи между толкающими брусьями и отвалом. Это позволило приблизить отвал к трактору, уменьшить длину толкающих брусьев и снизить металлоемкость агрегата; масса оборудования уменьшена на 568 и 298 кг для прямого и полусферического отвалов соответственно; увеличить усилие заглабления—выглабления на режущей кромке, улучшить обзорность и управляемость отвала; повысить проходимость машины; снизить трудоемкость изготовления оборудования, ремонта и техобслуживания. Одновременно увеличена ширина отвалов.

Обе модификации бульдозерного оборудования максимально унифицированы друг с другом, а места присоединения к базовому трактору (упряжные шарниры) унифицированы также с оборудованием бульдозера ДЗ-118.

### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУЛЬДОЗЕРОВ

Технические характеристики некоторых марок бульдозеров приведены в табл. 4.2.

Производительность бульдозеров при разработке и перемещении грунта определяется по формуле:

$$P_B = \frac{q}{t_{ц}} \times K_{гр} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $q$  - объём грунта, перемещаемого перед отвалом,  $\text{м}^3$ ;

$t_{ц}$  - время полного цикла, ч;

$K_{гр}$  - коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки (табл. 3.3);

$K_B$  - коэффициент использования внутрисменного времени ( $K_B = 0,75$ );

$K_T$  - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ( $K_T = 0,70$ );

### Технические характеристики бульдозеров

Таблица 4.2

Модель	Длина отвала b, мм	Высота отвала h, мм	Рабочие скорости, км/ч		
			$V_3$	$V_{II}$	$V_{об.х}$
TD 15 E	1,00	0,8	3,2	10,5	12,5
TK – 25.05	1,4	0,72	3,5	10,0	15,1
D 5C	1,93	1,43	3,1	10,0	11,9
ДЗ – 42В	2,52	0,8	2,5	5,0	8,0
Т – 4АП2	2,84	1,05	3,0	6,0	7,5
ДЗ – 171.4	3,2	1,3	2,8	5,8	7,6
ДЗ – 186	2,52	1,52	3,0	6,0	7,5
Б 10.02EP	3,4	1,3	3,4	6,2	8,4
Т – 50.01	3,94	1,4	3,5	12,0	14,2
ДЭТ – 350Б1Р2	4,2	1,8	4,7	9,5	13,2
D 355 A-3 (KOMATSU)	4,31	1,54	5,8	12,5	15,0
D 4C XL	4,99	1,17	5,1	11,0	11,9
D 9R	4,65	1,93	4,1	11,8	14,7
ДЗ – 141УХЛ	4,8	2,0	4,0	8,0	11,5
D 10R	5,26	2,12	5,2	12,5	15,6
D 11R	6,35	2,37	4,8	11,6	14,1

### Значения $K_{гр}$

Таблица 4.3

Группа материала или грунта	1	2	3	4
$K_{гр}$	1,0	0,8	0,65	0,5

Объем грунта, перемещаемого перед отвалом равен:

$$Q = \frac{0,75 \times h^2 \times b}{K_p} \times K_{\Pi}, \text{ м}^3$$

где:  $h$  - высота отвала, м (см. табл.4.2);

$b$  - длина отвала, м (см. табл.4.2);

$K_n$  - коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении,  $K_n=0,85$ ;

$K_p$  - коэффициент разрыхления грунта ( $K_p=1,1$  для песчаных грунтов,

$K_p=1,2$  для глинистых грунтов);

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_{\Pi} + t_{\text{об.х}} + t_{\text{пер}}, \text{ ч}$$

$t_3$  - затраты времени на резание (набор) грунта, ч;

$$t_3 = \frac{l_3}{1000 \times V_3}, \text{ ч}$$

$l_3$  - длина резания, м;

$V_3$  - скорость резания грунта, км/ч (см. табл. 4.2);

$$l_3 = \frac{Q}{b \times h_{\text{стр}}}, \text{ м}$$

$h_{\text{стр}}$  - толщина стружки резания, м ( $h_{\text{стр}}=0,10 \dots 0,25$  м);

$t_{\Pi}$  - затраты времени на перемещение и выравнивание грунта, ч;

$t_{\text{об.х}}$  - время обратного хода, ч;

$t_{\text{пер}}$  - время на переключение передач, подъем и опускание отвала;  $t_{\text{пер}}=0,005$  ч.

$$t_{\text{об.х}} = \frac{l_{\Pi}}{1000 \times V_{\text{об.х}}}, \text{ ч};$$

$$t_{\Pi} = \frac{l_{\Pi}}{1000 \times V_{\Pi}}, \text{ ч}$$

где:  $l_n$  - дальность перемещения грунта, м ( $l_n=10 \dots 40$  м);

$V_n$  - скорость движения при выравнивании (перемещении) грунта (см. табл.4.2);

$V_{\text{об.х}}$  - скорость обратного (холостого) хода, км/ч (см. табл.4.2).

Поперечная и поперечно-участковая схемы разработки грунта бульдозером приведены на рис. 4.6.

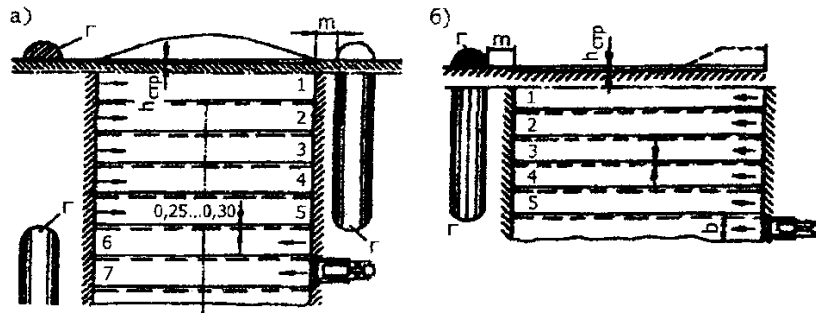


Рис. 4.6. Типовые схемы разработки грунта бульдозером:

а) поперечная (челночная); б) поперечно-участковая:

$\Gamma$  - вал грунта;  $a$  - ширина перекрытия полосы прохода;  $m$  - полоса временной дороги;  $b$  - длина отвала бульдозера;  $h_{стр}$  - толщина стружки срезания; 1,2,3 и т.д. - номера проходов бульдозера

Производительность бульдозера при разравнивании материалов и грунтов:

$$П_{Б.Р} = \frac{q}{t_{ц} \times K_{р.в}} \times K_{Гр} \times K_{В} \times K_{Т}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $q$  - объём материала (грунта), перемещаемого бульдозерным отвалом,  $\text{м}^3$ ;  
 $t_{ц}$  - время полного цикла, ч;

$K_{рв}$  - коэффициент, учитывающий часть отсыпаемого материала или грунта, перемещаемого при разравнивании (табл. 4.4);

$K_{Гр}$  - коэффициент, учитывающий группу материала или фунта по трудности разработки (см. табл. 4.3);

$K_{с} = 0,75$ ;  $K_{Т} = 0,60$ ;

$$q = 0,75 \times h^2 \times b \times K_{п}, \text{ м}^3$$

где:  $h$  - высота отвала бульдозера, м;

$b$  - длина отвала бульдозера, м;

$K_{п}$  - коэффициент, учитывающий потери материала или грунта при перемещении,  $K_{п} = 0,85$ .

$$t_{ц} = t_{п} + t_{об.х} + t_{пер}, \text{ ч};$$

$$t_{об.х} = \frac{l_{п}}{1000 \times V_{об.х}}, \text{ ч};$$

$$t_{п} = \frac{l_{п}}{1000 \times V_{п}}, \text{ ч}$$

$t_{пер} = 0,01$  ч,

где:  $l_{п}$  - дальность перемещения материала или грунта при разравнивании, м; зависящая от толщины разравниваемого слоя  $h_{сл}$  (см. табл.4.4 );

$V_n$  - скорость движения при разравнивании (перемещении) материала или грунта (см. табл.4.2).

а) при разработке грунта

$$\Pi_{Б.ПР} = \frac{1000 \times b \times \sin \alpha \times h_{стр}}{K_p} \times V_3 \times K_{ПВ} \times K_{Гр} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $\alpha$  - угол установки отвала в плане, град, ( $\alpha = 50 \dots 60^\circ$ );

$h_{стр}$  - толщина снимаемого слоя грунта, м;

$K_{П.В}$  - коэффициент потерь времени на холостой ход при разворотах и переключение передач ( $K_{П.В} = 0,6$ );

$K_B = 0,75$ ;  $K_T = 0,70$ ;

Значения дальности перемещения грунта  $l_{п}$  и  $K_{р.в}$

Таблица 4.4

Толщина разравниваемого слоя материала или грунта $h_{сл}, \text{ м}$	$l_{п}, \text{ м}$	$K_{р.в}$
0,1	8,0	0,85
0,2	6,5	0,75
0,3	5,0	0,6

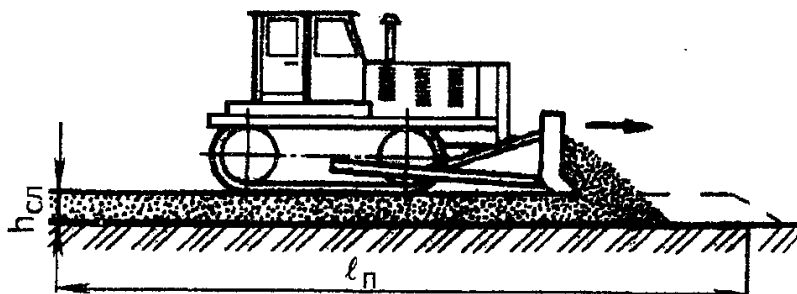


Рис. 4.7. Схема разравнивания материалов и грунтов бульдозером:  
 $h_{сл}$  - толщина разравниваемого слоя;  $l_{п}$  - дальность перемещения грунта при разравнивании.

б) при перемещении грунта

$$\Pi_{Б.ПП} = \frac{q}{t_{ц}} \times K_{Гр} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $q$  - объём материала, перемещаемого бульдозерным отвалом,  $\text{м}^3$ ;

$t_{ц}$  - время полного цикла, ч;

$K_B = 0,75$ ;  $K_T = 0,60$ ;

$$q = 0,75 \times h^2 \times b \times K_{П}, \text{ м}^3$$

$$t_{ц} = t_{п} + t_{об.х} + t_{пер}, \text{ ч};$$

$$t_{\text{об.х}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \times V_{\text{об.х}}}, \text{ ч}; \quad t_{\text{п}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \times V_{\text{п}}}, \text{ ч}$$

где:  $t_{\text{пер}} = 0,01 \text{ ч}$ ;

Расстояние перемещения грунта  $l_{\text{п}}$  вычисляют по формуле:

$$l_{\text{п}} = \frac{0,5 \times B_{\text{гр}} + C}{\sin \beta}, \text{ м}$$

где:  $B_{\text{гр}}$  - ширина полосы, на которой снимается (срезается) грунт, м;

$C$  - расстояние от границы полосы, с которой снимается грунт, до места складирования вала грунта;

$\beta$  - угол поперечного прохода к валу грунта ( $\beta = 50..80$ ).

Контрольные вопросы:

- 1) Что является основным классификационным параметром бульдозеров?
- 2) Что такое – номинальное тяговое усилие бульдозера?
- 3) Приведите классификацию бульдозеров по назначению с указанием области их применения.
- 4) Перечислите основные размерные показатели бульдозеров.
- 5) Какие используются схемы разработки грунта бульдозером
- 6) Определите производительность одного из бульдозеров (по указанию преподавателя) при разравнивании или перемещении грунта.



Устройство и рабочие процессы бетоносмесителей.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### ТИПЫ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ

#### ГРАВИТАЦИОННЫЕ БЕТОНОСМЕСИТЕЛИ

Наиболее распространены гравитационные смесители периодического действия, представляющие собой установленный на опорах опрокидной двухконусный барабан с размещенными на его стенках лопастями. Перемешивание происходит за счет того, что все загруженные в барабан составляющие смеси попеременно то поднимаются вверх, то под действием силы тяжести падают вниз.

Бетоносмеситель СБ-116А передвижной, предназначен для приготовления бетонной смеси с крупностью заполнителя до 40 мм. Он состоит из смесительного барабана, редуктора, механизма поворота и фиксации барабана, рамы с ходовой частью на пневматических колесах (рис. 5.1).

Смесительный барабан выполнен из листовой стали. Верхняя часть его имеет форму усеченного конуса, нижняя — цилиндра, в днище которого вварена втулка для посадки на вал редуктора. К стенкам барабана крепятся лопасти, которые можно быстро заменить при износе. Бетоносмеситель имеет редуктор, который со смесительным барабаном поворачивается вокруг своей оси на подшипниках, изменяя положение оси смесительного барабана. Управление смесительным барабаном осуществляется вручную с помощью рукоятки, установленной на корпусе редуктора. Положение барабана фиксируется штырем рукоятки, который входит в отверстие кронштейна на раме бетоносмесителя.

Привод вращения смесительного барабана осуществляется от двигателя внутреннего сгорания через клиноременную передачу и редуктор.

Бетоносмеситель СБ-174 предназначен для приготовления однородной бетонной смеси с крупностью заполнителя до 70 мм. Он представляет собой передвижную (на полозьях) машину циклического действия, состоящую из следующих основных узлов: рамы, смесительного барабана с траверсой, механизма подъема и опускания загрузочного ковша, вододозировочной системы и пульта управления.

Рама сварной конструкции служит основанием, на котором смонтированы все механизмы смесителя. Сварной смесительный барабан состоит из горловины, обечайки, ступицы и днища, выполненных из листовой стали. На внутренней поверхности барабана укреплены три изогнутые по кривой смесительные лопасти. Барабан укреплен на оси редуктора. Механизм опрокидывания барабана состоит из штурвала ручного опрокидывания барабана, редуктора, тормозного шкива, фиксатора с тягой, пружины и ножной педали.

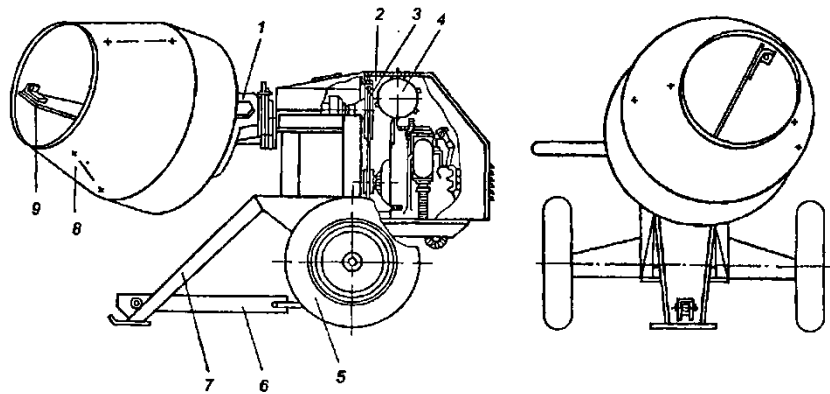


Рис. 5.1. Бетоносмеситель СБ-116А:

1 – редуктор; 2 – кожух; 3 – клиновой ремень; 4 – двигатель 2СД-М1-11; 5 – колесо; 6 – дышло; 7 – рама; 8 – смесительный барабан; 9 – лопасть.

Бетоносмеситель СБ-16Г (рис. 5.2) предназначен для приготовления бетонных смесей различных марок на стройках. Он представляет собой стационарную машину циклического действия, состоящую из рамы, траверсы, смесительного барабана, гидропрокидывателя, скипового подъемника, механизма подъема и опускания ковша, системы водопитания и электрооборудования.

Смесительный барабан выполнен из листовой стали. Верхняя часть его имеет форму усеченного конуса, нижняя — цилиндра, в днище которого вварена втулка для посадки на вал редуктора. К стенкам барабана прикреплены лопасти (3 с помощью болтов, а 3 приварены). Опрокидывание смесительного барабана осуществляется гидропрокидывателем, состоящим из гидроцилиндра, рычага, гидропривода и гидрораспределителя управления.

Гидроцилиндр закреплен к стойке рамы, там же размещена гидросистема с приводом. Скиповый подъемник состоит из рамы, загрузочного ковша, вибратора и механизма подъема и опускания ковша. К задней стенке ковша приварены две оси с роликами для передвижения ковша по направляющим рамы.

Электрооборудование бетоносмесителя состоит из электродвигателей и системы управления ими, включающих в себя магнитные кнопки управления, конечные выключатели и защиту.

**Бетоносмеситель СБ-91Б** (рис. 5.3) предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей на бетонных заводах и бетоносмесительных установках. Он может также работать на открытых площадках под навесом при температуре окружающей среды не ниже  $+2^{\circ}\text{C}$ . Основным оборудованием бетоносмесителя являются рама, смесительный барабан, траверса, гидропрокидыватель, механизмы вращения и опрокидывания смесительного барабана, электрооборудование, включающее аппаратуру пуска, защиты и управления.

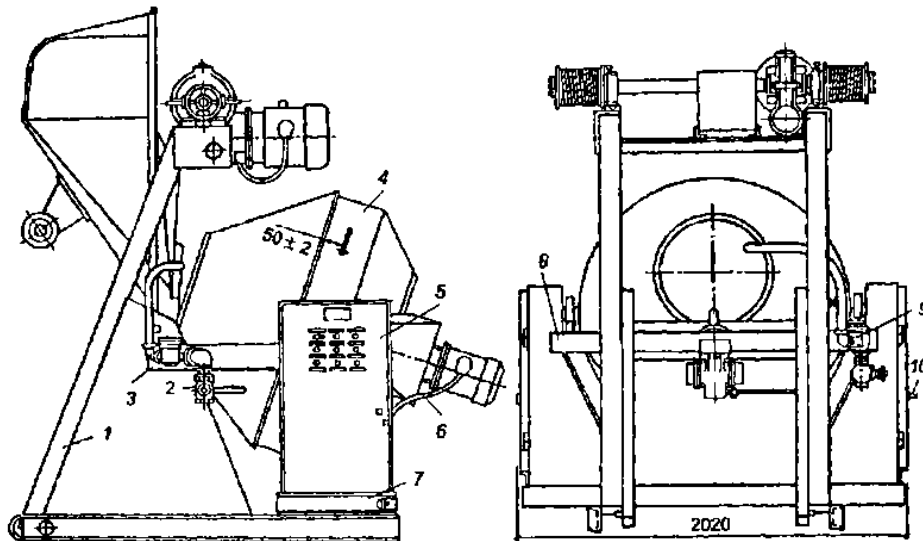


Рис.5.2. Бетоносмеситель СБ-16Г:

1 – сип; 2 – вододозировочная система; 3 – правый швеллер в сборе; 4 – смеситель в сборе; 5 – дверца электрошкафа; 6 – электрооборудование; 7 – рама смесителя; 8 – левый швеллер в сборе; 9 – система водопитания; 10 – ключ.

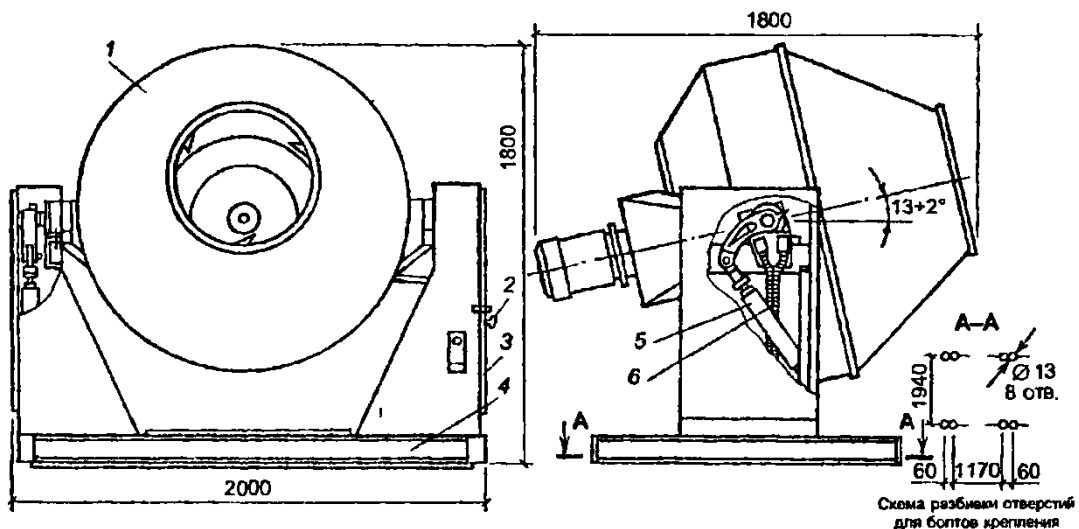


Рис. 5.3. Бетоносмеситель СБ-91Б:

1 – смеситель в сборе; 2 – ключ; 3 – дверь в сборе; 4 – рама бетоносмесителя; 5 – гидропрокидыватель; 6 – электрооборудование.

Перевод барабана из положения приготовления смеси в положение выгрузки (и обратно) осуществляется поворотом траверсы (вместе с барабаном и редуктором) гидроцилиндром через рычаг.

При автоматическом режиме работы с нажатием кнопки «Пуск» происходит вращение барабана, с помощью кнопки «Назад» смесительный барабан устанавливается в положение загрузки ( $13^\circ$  к горизонту, горловиной вниз).

После окончания перемешивания барабан переводится в положение выгрузки ( $60^\circ$  к горизонту, горловиной вниз) нажатием на кнопку «Вперед».

После выгрузки барабан переводится в положение загрузки и перемешивания. Цикл повторяется. Остановка вращения барабана осуществляется кнопкой «Стоп».

Бетоносмеситель **СБ-153** состоит из рамы, смесительного барабана, пневматического привода и электрооборудования.

В средней части траверсы вмонтирован дифференциальный планетарный цилиндрический редуктор.

Смесительный барабан имеет форму двух усеченных конусов. Внутри барабана на кронштейнах-держателях укреплены шесть лопастей. Пневматический привод служит для опрокидывания барабана при выгрузке бетонной смеси, возврата и фиксации его в положении загрузки. Питание электродвигателя осуществляется от электрической сети напряжением 380В. Загрузка и выгрузка смеси механизированы и осуществляются только при вращающемся барабане.

Технические характеристики гравитационных бетоносмесителей приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1.

Наименование показателей	СБ-116А	СБ-16В	СБ-91Б	СБ-153
1	2	3	4	5
Вместимость смесительного барабана, л:				
- по загрузке	100	500	750	1500
- по замесу	65	330	500	1000
Число циклов в час	26	32	30	22
Частота вращения смесительного барабана, мин <sup>-1</sup>	20	18	18	17,6
Угол наклона смесительного барабана к горизонту, град.				
- при перемешивании	12	17	13	15
- при разгрузке	40	60	60	55
Механизм вращения смесительного барабана:				
- тип ДВС	2СД-М1-11	-	-	-
- тип электродвигателя	-	4АХ80А4	АО2-21-4	4А160М6УЗ
- мощность, кВт	1,48	4	4	15
Механизм опрокидывания смесительного барабана:				
- тип электродвигателя	-	4АХ80А4	АО2-21-4	пневматический
- мощность, кВт	-	1.1	1,1	-
- частота вращения	-	1400	1400	-
Гидронасос:				
- тип	-	БГ12-41	Г12-41	-
- производительность	-	8	8	-
Гидроцилиндр:				
- тип	-	БГ12-41	Г12-41	-
- производительность, л/мин	-	8	8	-
Гидронасос:				
- диаметр, мм	-	-	65	-
- длина хода, мм	-	-	250	-

1	2	3	4	5
Рабочее давление воздуха, МПа	-	-	-	0,4 – 0,6
Мощность привода вибратора, кВт	-	0,27	-	-
Масса, кг	245	1900	1270	2700
Габариты, мм				
- длина	1850	2550	1850	2600
- ширина	1060	2020	2000	2522
- высота	1270	2850	1800	2300
Разработчик	НПО ВНИИстройдормаш совместно с заводом изготовителем			
Изготовитель	Тюменский завод строительных машин		Славянский завод строительных машин	

## БЕТОНОСМЕСИТЕЛИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

В таких смесителях перемешивание выполняют лопасти специальной формы, насаженные на вертикальный вал, расположенный в центре цилиндрической чаши смесителя.

Бетоносмеситель СБ-133А (рис.5.4.) циклический турбулентный передвижной предназначен для приготовления бетонных смесей с осадкой конуса 3см и строительных растворов подвижностью 4см. Основное оборудование его: ротор, неподвижный бак, разгрузочное устройство и электродвигатель.

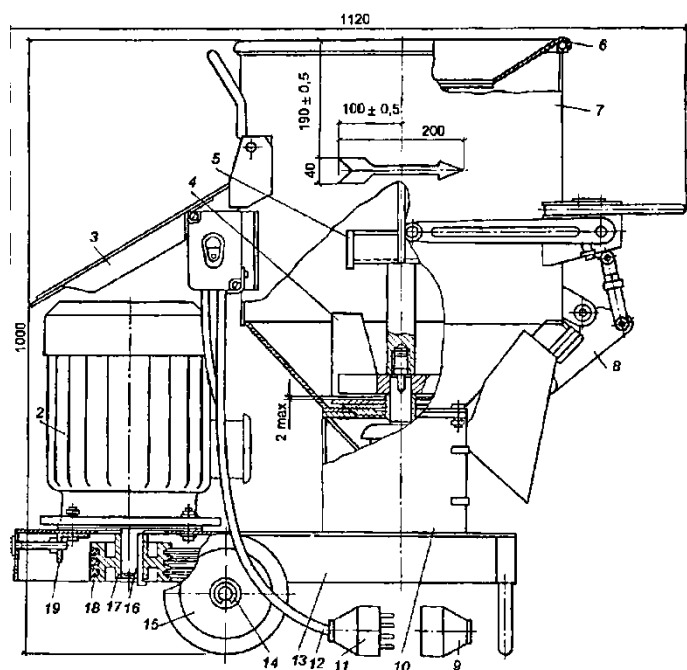


Рис.5.4. Бетоносмеситель СБ-133А:

- 1 – натяжной винт;
- 2 – электродвигатель;
- 3 – щиток; 4 – ротор;
- 5 – лопасть; 6 – крышка;
- 7 – бак; 8 – выгрузное устройство;
- 9 – розетка;
- 10 – ограждение; 11 – вилка;
- 12 – кабель; 13 – основание с приводным валом;
- 14 – стопорное кольцо;
- 15 – колесо; 16 – вал электродвигателя;
- 17 – шкив;
- 18 – ремень; 19 – салазки.

Составляющие смеси загружаются отдельными порциями через отверстия в крышке бака. Компоненты смеси перемешиваются с помощью быстровращающегося ротора, который представляет собой своеобразное рабочее колесо насоса, помещенное в неподвижном цилиндрическом баке с основанием в виде усеченного конуса, днище которого футеровано.

Вращение ротора осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу. При вращении ротор лопатками отбрасывает смесь к конусной части бака. Две лопатки, установленные на стенке бака, тормозят движение смеси от окружности и направляют ее спирально вверх, откуда смесь, падая на ротор, вновь

вовлекается в движение. Разгрузочное устройство находится в нижней части бака. При загрузке компонентов смеси и перемешивании оно закрывается крышкой с резиновым уплотнением. Через нижний рычаг, который может свободно поворачиваться на оси относительно кронштейна, крышка шарнирно присоединяется к баку.

Электродвигатель крепится к основанию, что позволяет осуществлять натяжение ремней при ослабленных болтовых креплениях. Сверху электродвигатель закрыт щитком.

Смеситель загружается при включенном электродвигателе и в строгой последовательности: вода, цемент, заполнители. Загружается он заполнителями равномерно за 30 сек (более интенсивная подача заполнителей может привести к заклиниванию ротора и его остановке).

Бетоносмеситель СБ-141 предназначен для приготовления бетонных смесей с крупностью заполнителя до 70 мм. Он состоит из чаши, смесительного устройства, верхней рамы, основной рамы, вертикального вала, привода смесительного устройства, скипового подъемника, выгрузочного устройства, системы водоподдачи, электрооборудования.

Принцип работы бетоносмесителя следующий: дозированные составляющие смеси подаются ковшем скипового подъемника в чашу, одновременно в смесь вводится необходимое количество воды. С помощью смесительного устройства смесь перемещается по круговой траектории к периферии или к центру чаши и перемешивается лопастями в вертикальном направлении. После перемешивания смесь выгружается. Затем цикл повторяется. Специальное устройство, закрепленное на вертикальном валу, приводится во вращение от электродвигателя через клиноремennую передачу и двухступенчатый цилиндрический редуктор. Устройство представляет собой ротор, снабженный наружной, внутренней и средней лопастями.

На роторе размещены на специальных кронштейнах наружный и внутренний скребки. Лопасты укреплены на кронштейнах, которые могут поворачиваться в корпусе подвески.

Разгрузочное устройство состоит из сектора, рамы и пневмоцилиндра. Сектор представляет собой литую чугунную деталь с плоской поверхностью, закрывающей разгрузочное отверстие в днище чаши. Скиповой подъемник состоит из рамы, загрузочного ковша и привода. Привод разгрузочного устройства осуществляет и опускание ковша. Ковш останавливается в крайних (верхнем и нижнем) положении с помощью двух кулачков, закрепленных на зубчатом колесе, и двух конечных выключателей.

Электрооборудование бетоносмесителя включает электродвигатели, пусковую электроаппаратуру, электропроводку, электрошкаф.

Бетоносмеситель СБ-142 лабораторный принудительного перемешивания. Предназначен для приготовления бетонных и цементно-песчаных смесей на плотных и пористых заполнителях в лабораторных условиях.

Бетоносмеситель СБ-146А предназначен для приготовления бетонных смесей на завода сборного железобетона, бетонорастворных заводах, бетоносмесительных установках.

Он состоит из неподвижного цилиндрического корпуса-чаши, ротора со смесительными лопастями, крышки чаши, редуктора, затвора, пневмоцилиндра, пульта управления, двигателя.

Кольцевое смесительное пространство чаши между днищем, наружной и внутренней цилиндрическими обечайками, защищено изнутри сменной броней. В днище корпуса имеется секторное отверстие для выгрузки смеси, закрываемое затвором. Открывание и закрывание затвора осуществляется пневмоцилиндром. В крышке чаши имеются загрузочный патрубок для отдельной загрузки инертных материалов и цемента, вытяжной патрубок для соединения с аспирационной системой, смотровой люк и труба для подачи воды. На корпусе ротора закреплены держатели смесительных лопастей и очистные скребки. Держатели лопастей соединяются с корпусом при помощи торсионов, которые предохраняют ротор и редуктор от поломок при заклинивании крупных кусков заполнителей.

Привод бетоносмесителя осуществляется от двигателя через зубчатую муфту и планетарный редуктор. Выходной вал редуктора жестко закреплен на чаше бетоносмесителя.

Бетоносмеситель работает следующим образом: при вращающемся роторе загружаются дозированные сухие составляющие смеси, и одновременно по трубе подается заданная доза воды. Перемешивание материалов производится до образования однородной смеси. Готовая смесь выгружается через затвор.

Технологические характеристики бетоносмесителей принудительного действия приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2.

Наименование показателей	СБ - 142	СБ - 133А	СБ - 141	СБ - 169	СБ - 146А	СБ - 138А	СБ - 163
1	2	3	4	5	6	7	8
Вместимость по загрузке сухими составляющими, л	50	100	375	375	750	1500	1500
Объем готового замеса, л:							
- бетонной смеси	33	65	250	250	500	1000	1000
- раствора	45	80	300	300	650	1200	-
Число циклов в час:							
-при приготовлении бетона	45	45	48	55	45	45	50
- при приготовлении раствора	60	60	-	60	33	33	-
Продолжительность перемешивания, с:							
-при приготовлении бетона	48	72	48	60	50	50	92
- при приготовлении раствора	48	-	-	60	65	65	-
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	40	70	70	70	70	70
Мощность двигателя, кВт	7,2	4	15	7,5	22	37	30
Масса, кг	260	155	1970	1800	2600	3500	5600
Рабочее давление в пневмоцилиндре, МПа	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Габариты, мм:							
- длина	1050	1000	2500	2200	2500	2850	3290
- ширина	820	660	2000	1960	2326	2700	2000
- высота	870	1000	2200	1780	1750	1850	1515
Разработчик	НПО ВНИИстройдормаш						

## БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Бетоносмесительная установка СБ-134 (рис. 5.5) предназначена для приготовления бетонных смесей на объектах строительства на открытых площадках при температуре окружающей среды не ниже +5 °С.

Установка оснащена двумя бетоносмесителями гравитационного действия и смонтирована из укрупненных сборочных единиц, основными из которых являются: смесительно-дозировочный блок; склад цемента; шнековый питатель; стреловой скрепер; секторный распределитель; склад заполнителей. Смесительно-дозировочный блок состоит из рамы, дозатора цемента, дозатора воды, механизма подъема загрузочного ковша, распределительной воронки, установки бетоносмесителей и кабины оператора с пультом управления.

Дозатор цемента (ДЦ) и дозатор жидкости (ДЖ) унифицированы и различаются только конструкцией затворов.

Дозатор цемента снабжен выпуклым затвором дроссельного типа, открывание которого осуществляется под действием сжатого воздуха давлением 0,4—0,6 МПа, закрывание — под действием пружин.

Дозатор цемента снабжается двумя рукавами. Один надевается на выпускную горловину; другой — на впускную горловину и соединяет бункер с винтовым конвейером. В дозаторе жидкости применен затвор клапанного типа. Для предотвращения разбрызгивания воды при ее сливе из дозатора жидкости бункер снабжен рукавом. Механизм подъема загрузочного ковша бетоносмесительной установки состоит из загрузочного ковша и механизма его подъема.

Распределительная воронка представляет собой бункер прямоугольной формы, в нижней части разделенный на две горловины овальной формы. В верхней части воронки болтовым соединением закреплена крышка, в которой имеются ограждающий козырек и два загрузочных отверстия для заполнителей и цемента. Между горловинами корпуса распределительной воронки установлен вибратор ИВ-95 с круговыми колебаниями, предназначенный для лучшей выборки сыпучих материалов из загрузочного ковша в распределительную воронку.



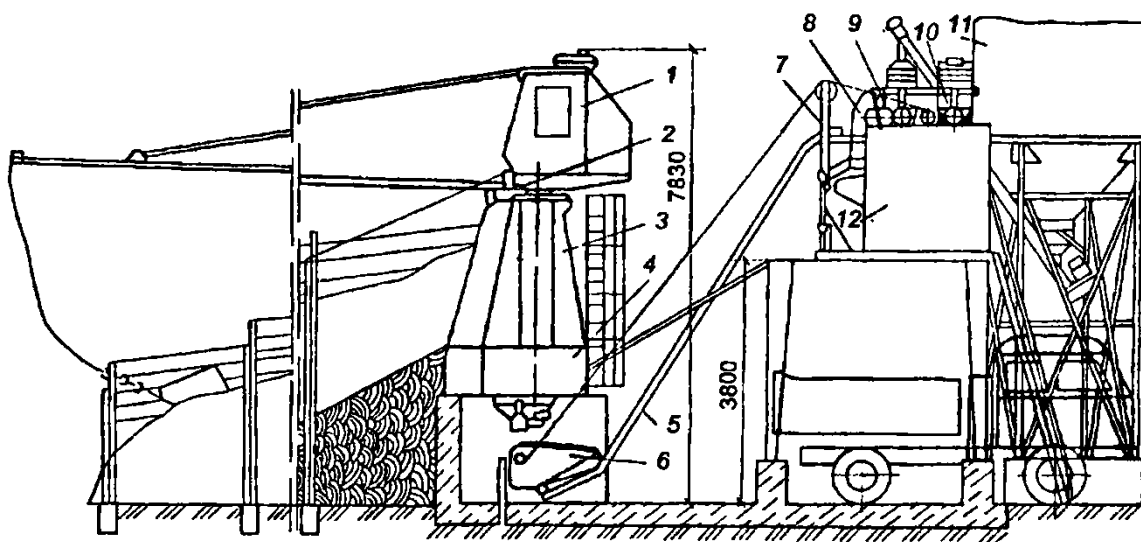


Рис. 4.5. Бетоносмесительная установка СБ-134:

1 – кабина с электрооборудованием; 2 – поворотная платформа; 3 – секторный распределитель; 4 – склад заполнителя; 5 – направляющая; 6 – загрузочный ковш; 7 – дозатор цемента; 8 – дозатор воды; 9 – скреперный привод; 10 – вибратор; 11 – склад цемента; 12 – бетоносмеситель.

Бетоносмесительная установка оборудована двумя циклическими бетоносмесителями типа СБ-91А. После окончания замеса смесительный барабан опрокидывается, и бетонная смесь выгружается в кузов автомобиля.

Склад цемента состоит из бункера, наклонного винтового конвейера (шнекового питателя). К конической части бункера крепится затвор, предназначенный для регулирования истечения цемента и для ремонтных работ. Склад заполнителей состоит из скреперного ковша, стрелы, поворотной платформы, опорно-поворотного механизма секторного распределителя, весового устройства и электрооборудования.

На поворотной платформе размещены кабина управления, скреперная двухбарабанная лебедка, рычажная система, гидрооборудование. Механизмы, расположенные вне кабины, закрыты откидными крышками. На наружной стене кабины закреплен шкаф электрооборудования.

Работа бетоносмесительной установки начинается с заполнения секторного распределителя инертными материалами и цементного склада цементом. Предварительное заполнение секторного распределителя щебнем и песком и последующее систематическое транспортирование щебня и песка к загрузочным окнам питателей осуществляются стреловым скрепером, управляемым машинистом из кабины.

Бетоносмесительная установка СБ-145А предназначена для производства бетонных и цементно-растворных смесей в различных климатических условиях, в том числе при температуре окружающего воздуха до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В состав установки входят смесительный блок, блок управления, опоры, стойка, площадка, блок бункеров, блок загрузки, галерея, пневмооборудование, электрооборудование, разгрузочный лоток, силос. Бетоносмесительная установка монтируется из отдельных объемных блоков, в которых размещено оборудование для

приготовления бетонных смесей. Выдача бетонной смеси осуществляется на высоте 3,95м, что позволяет загружать как авто-бетоносмесители, так и бетоновозы.

Основным механизмом смесительного блока является бетоносмеситель принудительного действия. Конструкция бетонной установки обеспечивает возможность ее быстрой перебазировки на другое место.

## АВТОМОБИЛИ ДЛЯ ДОСТАВКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Для транспортирования бетонной смеси на строительные объекты применяются автотранспортные средства четырех видов: автосамосвалы, автобетоносмесители, автобетоновозы и автобадьевозы.

Использование до последнего времени *автомобилей-самосвалов* для перевозки бетонной смеси приводит к значительным затратам ручного труда для ее дополнительного перемешивания после разгрузки и очистки кузова. Автомобили-самосвалы имеют ограниченную область применения. Ими можно перевозить бетонную смесь только по дорогам с асфальтовым покрытием и на расстояния до 25 км, а по другим видам дорог в радиусе не более 15 км.

Обычно для транспортирования бетонной смеси используются автомобили-самосвалы грузоподъемностью соответственно от 2,5 до 10 т. При отсутствии спецавтотранспорта временно допустимо применение автомобилей-самосвалов и на короткие расстояния, но только после ряда усовершенствований: наращивания бортов кузова на 400 мм, уплотнения мест примыкания заднего борта к кузову прокладками из листовой резины или конвейерной ленты (во избежание вытекания цементного молока).

*Автобетоносмесители* предназначены для доставки дозированных компонентов бетонной смеси, приготовления ее в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также доставки готовой бетонной смеси и выдачи ее потребителю. Автобетоносмесители рассчитаны на работу в условиях умеренного климата. Они могут загружаться от специальных установок для выдачи сухих смесей, а также от передвижных и стационарных бетонных заводов, приспособленных для выдачи сухих смесей. В автобетоносмесителях можно перевозить смесь практически на неограниченные расстояния, однако наибольшая эффективность достигается при транспортировании на расстояние до 80 км.

Промышленностью выпускается три типа автобетоносмесителей СБ-92-1А, СБ-92В-1, СБ-159А. Принципиально они мало чем отличаются, различия существуют лишь в приводе смесительного барабана. В автобетоносмесителе СБ-159А привод гидравлический с отбором мощности от двигателя, а в автобетоносмесителе СБ-92-1А вращение смесительного барабана осуществляется от редуктора через цепную передачу.

Автобетоносмеситель СБ-92-1А (рис. 5.6) рассчитан на работу при температуре окружающей среды выше 0 °С. Загрузка его может осуществляться от специальных установок сухих компонентов бетонной смеси, а также от передвижных и стационарных бетонных заводов, приспособленных для выдачи сухих смесей.

Основные узлы автобетоносмесителя: шасси автомобиля, рама в сборе, смесительный барабан, загрузочно-разгрузочное устройство, бак для подачи воды, привод смесительного барабана и система управления приводом.

На раме под углом  $15^\circ$  к горизонту устанавливается смесительный барабан (рис. 5.7.) на три опорные точки: на сферический подшипник в передней части передней стойки и на два опорных ролика на задней стойке, на которые опирается бандаж концевой части барабана. При движении автобетоносмесителя смесительный барабан фиксируется стопором, расположенным на задней стойке. Смесительный барабан снабжен двумя винтовыми лопастями, обеспечивающими перемещение бетонной смеси при вращении барабана по часовой стрелке и разгрузку при вращении в обратном направлении. Барабан имеет два люка: один аварийный, который крепится болтами; второй смотровой, закрепленный на двух петлях с помощью эксцентрикового прижима.

Привод смесительного барабана состоит из индивидуального двигателя внутреннего сгорания, муфты сцепления, карданного вала и реверсивного редуктора. Вращение смесительного барабана осуществляется от редуктора через цепную передачу. Частота вращения смесительного барабана при загрузке выбирается в зависимости от производительности питающей установки и составляет  $9\text{--}14,5\text{ мин}^{-1}$ .

После загрузки смесительного барабана частота вращения двигателя уменьшается; перемешивание идет при частоте вращения смесителя  $12\text{ мин}^{-1}$ , побуждение готовой бетонной смеси —  $9\text{ мин}^{-1}$ .

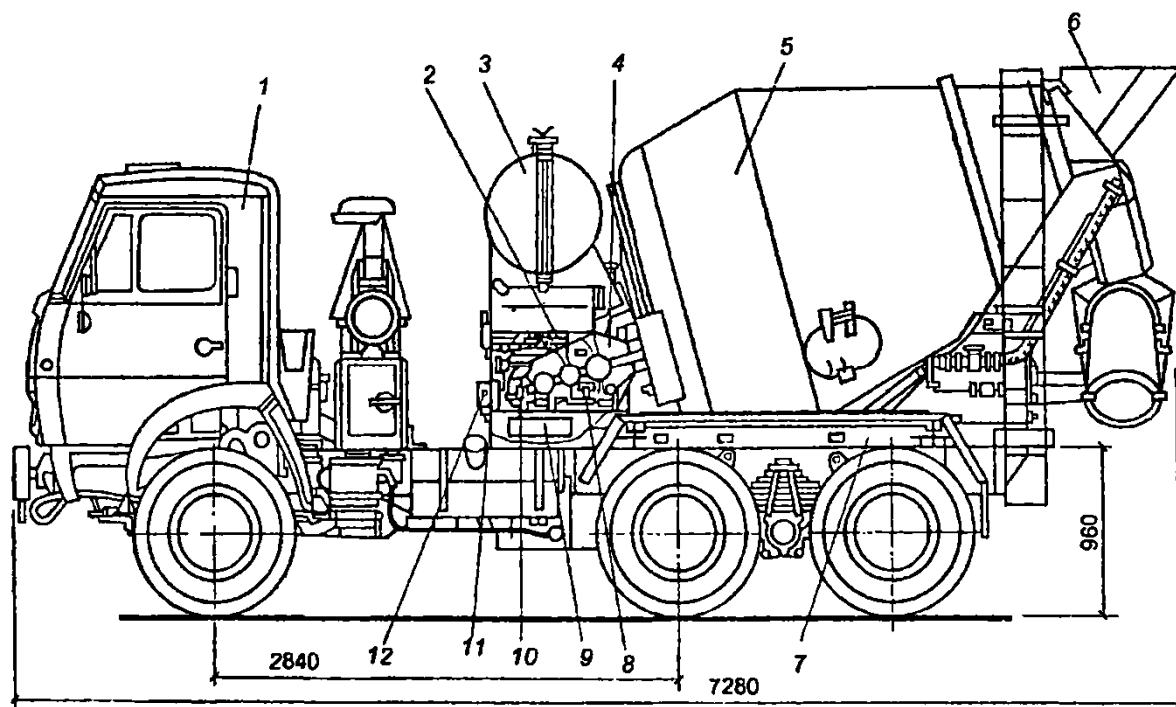


Рис. 5.7. Автобетоносмеситель СБ-92-1А:

1 – шасси КамАЗ-5511; 2 – управление компрессором; 3 – бак для воды; 4 – привод смесительного барабана; 5 – смесительный барабан; 6 – загрузочно-разгрузочное устройство; 7 – рама; 8 – управление реверсом редуктора; 9 – панель контрольно-

измерительных приборов; 10 – муфта сцепления; 11 – муфта насоса; 12 – управление подачей топлива.

Загрузочно-разгрузочное устройство (рис. 5.9.) состоит из загрузочного бункера, приемного и разгрузочного лотков, отклоняющего устройства. Приемный лоток охватывает выходное отверстие смесительного барабана и направляет бетонную смесь на разгрузочный лоток. Изменение угла наклона лотка осуществляют винтом. В передней части лотка имеется шарнир для складывания его в транспортное положение. Лоток может наращиваться дополнительным лотком, который крепится на крыле автобетоносмесителя.

В зависимости от вида смеси, загружаемой в барабан автобетоносмесителя, возможна его работа в трех режимах:

- при доставке сухой смеси, содержащей высушенные заполнители, — включение барабана и подача в него воды из водяного бака в пути следования или на строительном объекте за 10—20 мин до разгрузки (режим А);
- при доставке сухой смеси, содержащей влажные заполнители, частично затворенной смеси — включение барабана и подача в него воды непосредственно после его наполнения (режим Б);
- при доставке готовой смеси — периодическое включение барабана во время транспортирования смеси до объекта или постоянное вращение барабана с минимальной частотой при периодическом увеличении частоты вращения (режим В).

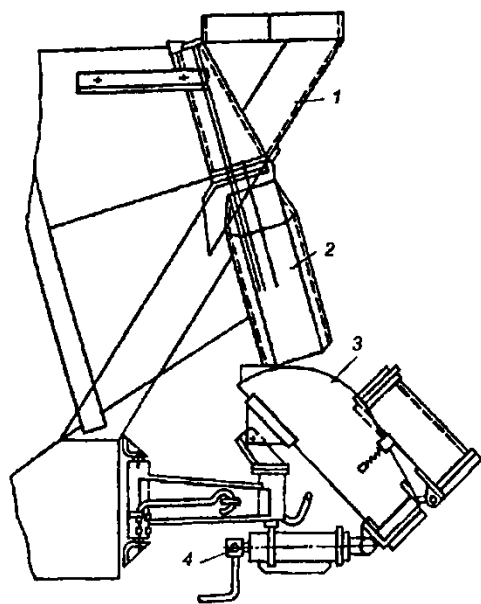


Рис. 5.8. Смесительный барабан:  
1 – лопасти; 2 – бандаж; 3 –  
зубчатый венец; 4 – подшипник.

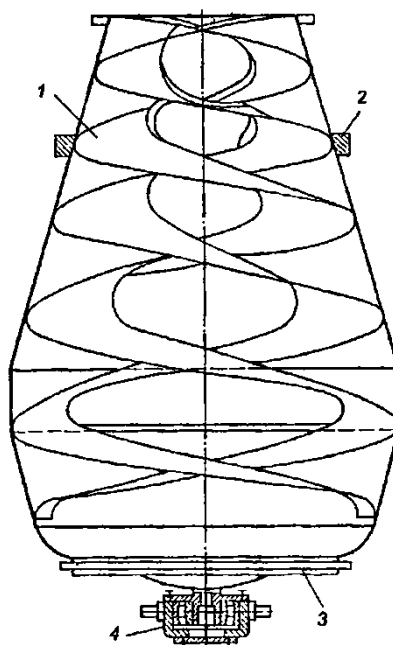


Рис. 5.9. Загрузочно-разгрузочное  
устройство  
1 – загрузочный бункер; 2 – приемный  
лоток; 3 – разгрузочный лоток;  
4 – отклоняющее устройство.

Доставка бетонной смеси автобетоносмесителем при постоянном вращении барабана с частотой более 2—3,5 мин<sup>-1</sup> не рекомендуется.

При эксплуатации автобетоносмесителей в режиме А составляющие смеси должны быть сухими, влажность песка не более 0,2—0,5%, иначе в барабане смесителя могут образоваться комья слипшегося заполнителя и цемента, что ухудшает качество бетона и затрудняет выгрузку смеси из барабана.

#### Технические характеристики автобетоносмесителей

Таблица 5.3.

Наименование показателей	СБ-92-1А	СБ-159А	СБ-92В-1
1	2	3	4
Базовый автомобиль	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511
Геометрический объем смесительного барабана, м <sup>3</sup>	8	8	8
Объем смесительного барабана по выходу готовой бетонной смеси, м <sup>3</sup> :			
- при приготовлении бетонной смеси в бетоносмесителе из сухих компонентов	4	4	4
- при транспортировании готовой бетонной смеси	5	5	5
Вместимость бака для воды, л	750	400 (800)	750
Время перемешивания, мин.	15 – 20	15 – 20	15 – 20
Привод смесительного барабана:			
- тип	от диз.ДВС Д144-66	гидравлический	от диз.ДВС Д144-66
- мощность, кВт	40	58,5	40
Частота вращения смесительного барабана, мин <sup>-1</sup> :			
- при загрузке и перемешивании	9-14,5	19	12
- при выгрузке	6,5-10,1	11	8
- при побуждении	9	9	8
Темп выгрузки, м <sup>3</sup> /мин., при подвижной бет. смеси:			
1	2	3	4
1 – 2 см	0,5	0,5	0,5
3 – 5 см	1	1	1
7 – 8 см	2	2	2
Наибольшая скорость движения при полной загрузке, км/ч	60	60	60
Габариты, мм:			
- длина	7500	7250	8030
- ширина	2500	2500	2650
- высота	3450	3350	3680
Масса автобетоносмесителя, кг:			
- порожнего	10150	9500	12300
- загруженного	19150	19150	22600
Разработчики	НПО ВНИИстройдормаш и Славянский завод строительных машин		
Изготовитель	Славянский завод строительных машин		

Автобетоновоз (рис. 5.10) отличается от автомобиля-самосвала, главным образом, устройством кузова, который выполнен в форме гондолы (мульды) с крутонаклоненной задней стенкой. Угол наклона к горизонту кузова достигает 80°, а задней стенки — 48°. Кузов расположен на шасси автомобиля в зоне минимальной

вибрации рамы, благодаря чему обеспечивается сохранность перевозимой бетонной смеси от расслоения и разбрызгивания. Для предохранения смеси от воздействия атмосферных осадков и ветра кузов оборудован крышкой, а от воздействия отрицательных и положительных температур — двойной обшивкой с зазором между ее листами.

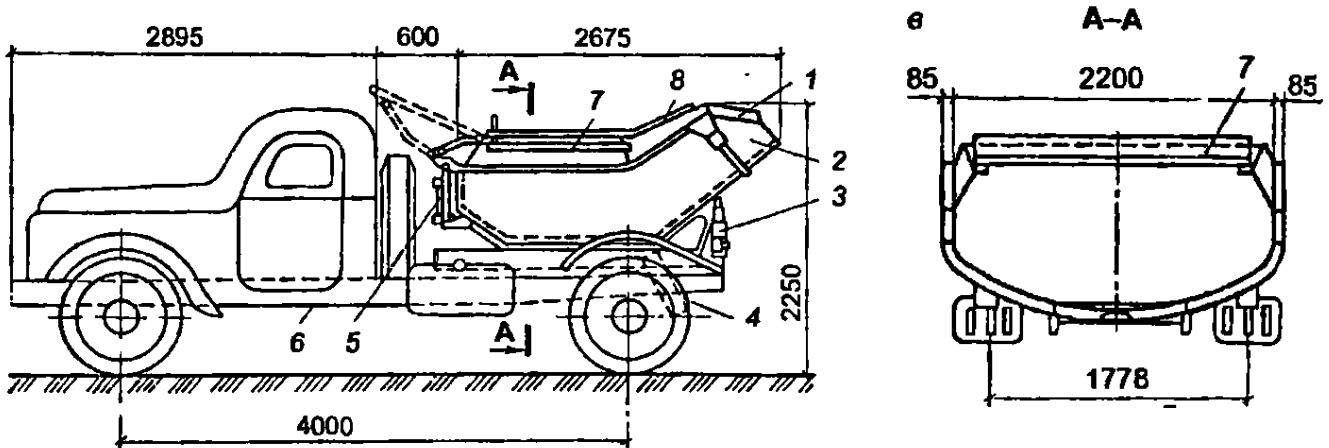


Рис. 5.10. Автобетоновоз на шасси автомобиля ЗИЛ-ММЗ:

А – транспортное положение; В – поперечный разрез кузова; 1 – открытая часть кузова; 2 – кузов; 3 – упор; 4 – телескопический подъемник; 5 – гидравлический цилиндр для открывания и закрывания крышки кузова; 6 – шасси; 7 – крышка в закрытом положении; 8 – закрытая часть кузова.

Автобетоновозы предназначены для перевозки готовых бетонных смесей без их побуждения в пути (режим Г) на расстояние до 45 км.

Автобетоновозы, автомобили-самосвалы и бадьево­зы могут применяться для доставки частично затворенных бетонных смесей (режим Д) с их последующим приготовлением на строительных объектах.

Находит также широкое применение доставка растворов на строительные объекты специализированным автотранспортом — авторастворовозами.

Авторастворовоз предназначен для перевозки растворов различных марок при подвижности смеси 5—13 см с механическим побуждением в пути и порционной выдачи их на строительных площадках. Он может использоваться при температуре от  $-20$  до  $+40$  °С.

Авторастворовоз состоит из комплекта технологического оборудования, установленного на шасси например ЗИЛ-130 АН (см. рис. 5.11).

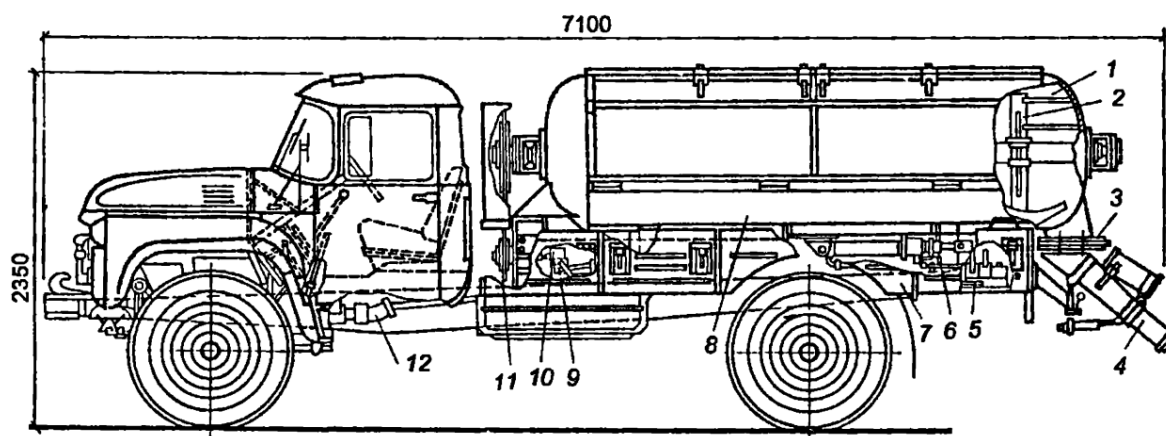


Рис. 4.11. Авторасторовоз СБ-89В:

- 1 – цистерна; 2 – лопастной побудитель; 3 – фланец разгрузочного лотка;  
 4 – дополнительный лоток; 5 – рукоятка включения механизма побуждения;  
 6 – рукоятка управления механизмом запираания конвейера; 7 – рама шасси;  
 8 – выдвижной ленточный конвейер; 9 – блокирующий золотник;  
 10 – трехпозиционный гидрораспределитель; 11 – фланец; 12 – привод гидронасоса.

В состав оборудования входят цистерна в сборе, побудитель, привод побудителя, коробка отбора мощности, затвор, разгрузочное устройство, платформа, гидрооборудование. Цистерна представляет собой цилиндрический резервуар сварной конструкции с загрузочной горловиной в верхней части. Горловина закрывается двумя крышками с запорами, внутри горловины установлены предохранительные решетки. Цилиндрическая часть цистерны утеплена термоизоляционным материалом и облицована.

Лопастной побудитель цистерны предназначен для перемешивания раствора с целью предотвращения его расплавления. На винтовых лопастях имеются пазы для регулирования их положения и для крепления.

Раствор выгружается из цистерны в приемный резервуар выдвижным ленточным конвейером через шиберный затвор-отсекатель. Авторасторовоз работает следующим образом. Цистерна загружается раствором, в пути следования периодически включается побудитель для побуждения раствора (побудитель должен вращаться по часовой стрелке). Включение (выключение) побудителя осуществляется гидрораспределителем. На месте выдачи раствора следует открыть дверцу пульта управления, расфиксировать разгрузочное устройство и установить с помощью винта нужный угол наклона лотка.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ

Техническая характеристика автобетоносмесителей

Таблица 5.4

Модель (база)	Объем перевозимой смеси $Q_{AB}$ , м <sup>3</sup>	Длительность загрузки $t_n$ , ч	Длительность разгрузки $t_p$ , ч
1	2	3	4
СБ – 227 (ЗиЛ)	2,5	0,11	0,11
СБ – 230 (МАЗ)	4,0	0,14	0,14

1	2	3	4
СБ – 92В – 2 (КамАЗ)	5,0	0,17	0,17
СМБ – 070 (МоАЗ)	6,0	2,0	2,0
АБС – 6 (КрАЗ)	6,0	2,0	2,0
АБС – 7(КрАЗ)	7,0	2,2	2,2
СБ – 211 (МАЗ)	8,0	2,5	2,5
Volvo FM 10 6X4	8,0	2,5	2,5

Производительность автобетоносмесителей определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{АБ}} = \frac{q_{\text{АБ}}}{\frac{2L}{V} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $q_{\text{АБ}}$  - объём перевозимой смеси,  $\text{м}^3$  (табл. 5.4);

$L$  - дальность транспортировки, км;

$V$  - скорость движения, км/ч;

$t_{\text{п}}$  - время погрузки автомобиля, ч (см. табл. 5.4);

$t_{\text{р}}$  - время разгрузки автомобиля, ч (см. табл. 5.4);  $K_{\text{в}}=0,75$ ;  $K_{\text{т}}=0,70$ .

Производительность спецтранспорта

$$\Pi_{\text{СТ}} = \frac{q_{\text{гр}}}{\frac{2L}{V} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ т/ч}$$

где:  $q_{\text{гр}}$  - общая масса перевозимого груза (не должна превышать грузоподъемность базового автомобиля);

$L$  - расстояние транспортировки груза, км;

$V$  - скорость движения, км/ч (не должна превышать скорость, указанную в табл. 5.3);

$t_{\text{п}}$  - продолжительность погрузки, ч ( $t_{\text{п}} = 0,04 q_{\text{гр}}$ );  $t_{\text{р}}$  - продолжительность разгрузки, ч ( $t_{\text{р}} = 0,04 * q_{\text{гр}}$ );  $K_{\text{в}}=0,75$ ;  $K_{\text{т}}=0,70$ .

Для определения производительности в штуках (количестве перевозимых элементов за час) в числитель формулы вместо массы груза  $q_{\text{гр}}$  подставляют количество элементов, перевозимых за одну езду  $N_{\text{эл}}$ .

В этом случае время на погрузку и разгрузку вычисляют:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{р}} = 0,04 \times m_{\text{эл}} \times N_{\text{эл}}, \text{ ч}$$

где  $m_{\text{эл}}$  - масса одного элемента, т.



## Контрольные вопросы:

- 1) Перечислите типы бетоносмесителей и опишите принцип их работы.
- 2) В каких случаях для доставки бетона и строительного раствора используются автосамосвалы, автобетоносмесители, автобетоновозы, авторастворовозы и автобадьевозы.
- 3) Перечислите режимы работы автобетоносмесителя в зависимости от вида смеси.
- 4) Объясните в чем отличие автобетоновоза от авторастворовоза?
- 5) Выполните расчет производительности одного из автобетоносмесителей и спецавтотранспорта на аналогичной базе автомобиля. Сделайте вывод о целесообразности использования того или иного транспортного средства.

Устройство и рабочие процессы оборудования для уплотнения и укладки бетонов.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Для уплотнения и разравнивания бетонной смеси, уложенной в форму, в опалубку массива или на поверхность покрытия полов и дорог, а также в качестве побудителей при разгрузке материалов из бункеров, бадей и автомобилей-самосвалов применяют различные вибраторы.

По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают вибраторы поверхностные (рис. 6.1а), навесные (рис. 6.1б) и внутренние (глубинные) (рис. 6.1в).

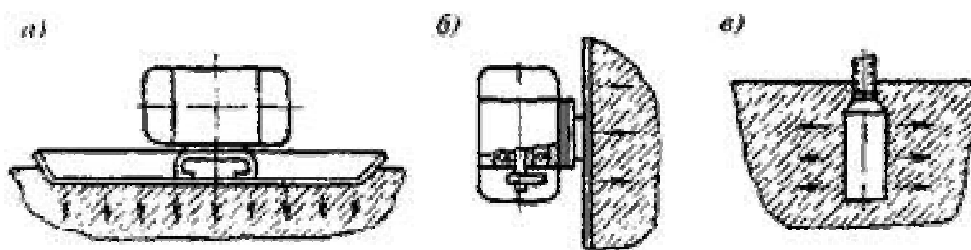


Рис. 6.1. Схемы вибраторов

По роду привода вибраторы разделяют на электромеханические, электромагнитные, пневматические и гидравлические.

Эффективность вибрирования бетонной смеси зависит от амплитуды и частоты колебаний. Применяемые для уплотнения вибраторы имеют частоту колебаний  $1600-30000 \text{ мин}^{-1}$  и амплитуду в пределах  $0,3 \dots 0,8 \text{ мм}$ .

Продолжительность работы вибратора на одной позиции должна быть такой, чтобы обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси; конец вибрирования определяют по внешним признакам уплотнения бетонной смеси — прекращение оседания смеси, появление цементного молока на ее поверхности и прекращение выделения воздушных пузырьков.

Поверхностные вибраторы в основном применяют для уплотнения бетонной смеси с толщиной слоя до 30 см и для заглаживания лицевой поверхности бетонного дорожного покрытия или отформованного в форме изделия. В первом случае вибратор прикрепляют к виброрейке, во втором случае — к плите.

Глубинные вибраторы с гибким валом предназначены для уплотнения бетонных смесей с осадкой конуса 3—5 см при укладке их в тонкостенные монолитные конструкции, а также густоармированные массивы. Расстояние между стержнями арматуры должно быть не менее  $1,5d$  вибронаконечника.

Глубинные электромеханические вибраторы делят на вибраторы с вынесенным двигателем и гибким валом и вибраторы со встроенным двигателем — вибробулавы.

В целях безопасности глубинные электромеханические вибраторы изготавливают с напряжением тока 36 В.

## ГЛУБИННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВИБРАТОРЫ

*Глубинные вибраторы* (иногда их называют внутренними, или погружными) предназначены для уплотнения бетонных смесей при укладке их в монолитные бетонные и железобетонные конструкции, а также при бетонировании крупных изделий сборного железобетона. У этих вибраторов рабочим органом является корпус, погружаемый в уплотняемую среду и приводящий ее в колебательное движение. Глубинные вибраторы подразделяют на *наручные*, которые обслуживаются рабочими, и *навесные*, висящие на крюке грузоподъемных машин. По типу центробежного механизма они делятся на *дебалансные* и *фрикционно-планетарные*. По типу привода они бывают с гибким валом (ручные фрикционно-планетарные), со встроенным электродвигателем (дебалансные) и с электродвигателем в отдельном корпусе, прифланцовываемом к корпусу шпинделя (навесные фрикционно-планетарные).

Вибратор (рис. 6.2.) состоит из приводного асинхронного электродвигателя, гибкого вала и вибронаконечника. Электродвигатель конической поверхностью втулки, приварен к корпусу.

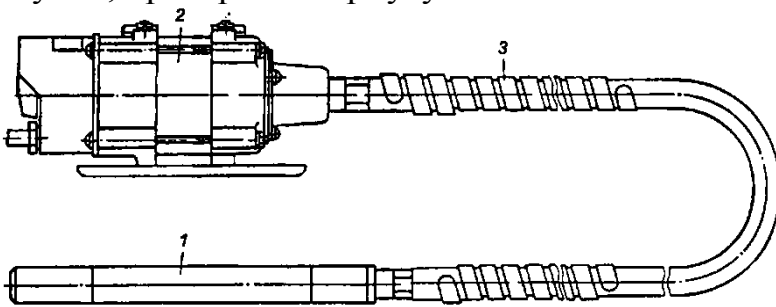


Рис.6.2. Глубинный электрический вибратор:

- 1 – вибронаконечник;
- 2 – электродвигатель;
- 3 – гибкий вал.

У вибраторов с внутренней обкаткой ИВ-47Б бегунок своей внутренней конической поверхностью обкатывается по конической поверхности сердечника, запрессованного в размещен на опорной плите, размеры которой позволяют устанавливать электродвигатель на свежееуложенную бетонную смесь. К внешней сети электродвигатель подключается через трансформатор. Для переноса он снабжен рукояткой, прикрепляемой сверху к корпусу. Гибкий вал служит для передачи крутящего момента от электродвигателя к шпинделю вибронаконечника. Вибронаконечник состоит из корпуса, выполненного из стальной трубы, шпинделя, опирающегося на шарикоподшипники, упругой муфты, через которую вращение от шпинделя передается к бегунку. У фрикционно-планетарных вибраторов ИВ-108, ИВ-112, ИВ-113 имеются бегунки с наружной обкаткой (рис. 6.3). Бегунок своей наружной конической поверхностью обкатывается по внутренней поверхности корпуса. В остальном конструкция вибронаконечников аналогична.

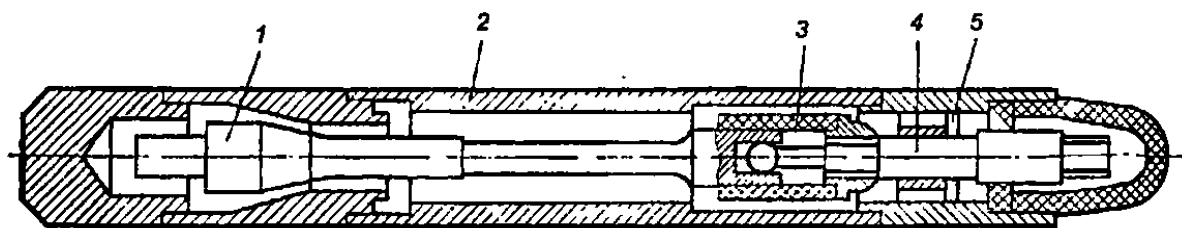


Рис. 6.3. Вибронаконечник вибраторов ИВ-108, ИВ-112, ИВ-113:  
1 – бегунок; 2 – корпус; 3 – упругая муфта; 4 – шпиндель; 5 – подшипник.

При уплотнении вибронаконечник должен свободно входить между стержнями арматуры бетонируемой конструкции. Вынимать вибронаконечник из бетона нужно при выключенном электродвигателе, медленно, давая возможность заплывть образуемому от вибратора отверстию.

Нельзя допускать попадания смазки на рабочие поверхности втулки, сердечника и дебаланса, так как в этом случае вибронаконечник перестает вибрировать, а также натяжения и крутых изгибов гибкого вала (радиус изгиба должен быть не менее 350 мм). Не допускается зажим наконечника между стержнями арматуры или между арматурой и опалубкой. Технические характеристики глубинных вибраторов приведены в таблице 6.1.

Конструкции ручных глубинных дебалансных вибраторов ИВ-102 (ИВ-103) приведены на рис. 6.4. Эти вибраторы предназначены для уплотнения бетонных смесей с осадкой конуса 1—5 см при укладке в малоармированные массивные конструкции, а также при изготовлении железобетонных изделий.

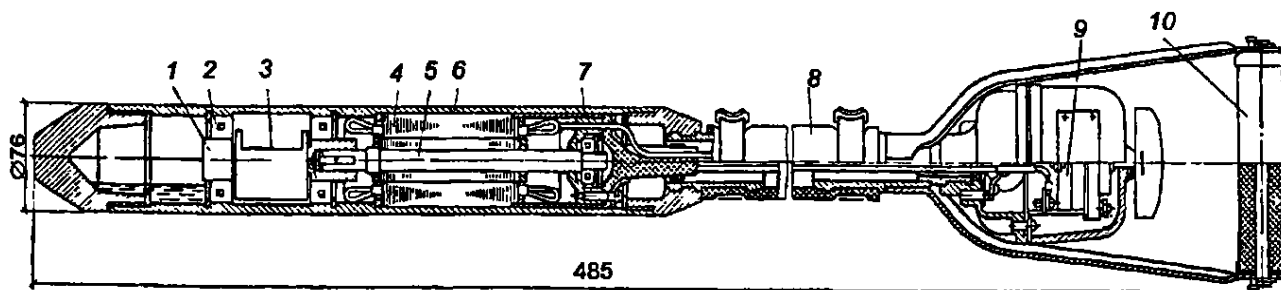


Рис. 6.4. Вибратор ИВ-102 (ИВ-103):  
1 – вал; 2 – подшипник; 3 – дебаланс; 4 – статор; 5 – ротор; 6 – корпус; 7 – щит;  
8 – резиноканальный рукав; 9 – выключатель; 10 – рукоятка.

Они состоят из вибронаконечника и рукоятки с выключателем, соединенных резиноканевым рукавом (ИВ-102) или металлической штангой (ИВ-103). Вибронаконечник представляет собой закрытый цилиндрический корпус, в который встроены электродвигатель и дебаланс, расположенный с одной стороны двигателя (внизу). Вращаясь, дебаланс создает вынуждающую силу, действующую на бетонную смесь. Дебаланс с двух концов опирается на подшипники качения. Электродвигатель включается и выключается выключателем в закрытом корпусе на рукоятке. Для удобства работы с вибраторами к верхней части их приварен патрубок, представляющий собой нижнюю часть штанги, к которой с помощью амортизатора присоединена верхняя часть штанги с рукояткой и герметичной коробкой. Амортизатор служит для гашения колебаний на верхней рукоятке.

## Технические характеристики глубинных электрических вибраторов

Таблица 6.1.

Наименование показателей	Фрикционно – планетарные					Дебалансные		
	ручные с гибким валом				навес- ной ИВ-114	ручные		навес- ной ИВ-95
	ИВ- 113	ИВ- 112	ИС- 47Б	ИВ- 108		ИВ- 102	ИВ- 103	
Корпус, мм диаметр	38	51	76	76	133	76	114	75
длина рабочей части	400	400	430	480	1350	485	480	485
Частота вибрации, кол/мин	2000	16000	1000	12000	20700	12000	6000	11000
Вынуждающая сила, Н	2000	3340	4800	5885	8000	7900	7400	6370
Электродвигатель: тип	Трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором							
мощность, кВт	0,55	0,55	0,75	0,55	15	0,75	0,8	0,8
напряжение, В	40	40	36	40	220/380	40	40	187/220
частота, Гц	50	50	50	50	50	200	200	200
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	2800	2800	2800	–	–	–	–	–
Режим работы	Повторно – кратковременный							
Гибкий вал	В-127	В-128А	В-128А	ВС-202	–	–	–	–
Масса, кг	25	12	55	60	110	16	24	14
Разработчик	Научно-производственное объединение ВНИИСМИ							
Изготовитель	Ярославский завод «Красный маяк»							

При работе несколькими вибраторами от одного преобразователя включать вибраторы в работу следует по одному с выдержкой, обеспечивающей полный запуск электродвигателя вибратора. Вытаскивать вибратор из бетонной смеси нужно только при выключенном электродвигателе. При работе корпус вибратора следует полностью погружать в бетонную смесь. Работа вибратора на воздухе и с не полностью погруженной в бетонную смесь рабочей частью приведет к быстрому разрушению изоляции обмоток, так как электродвигатель рассчитан на охлаждение его бетонной смесью.

Конструкция дебалансного навесного вибратора ИВ-95 приведена на рис. 6.5. Вибратор предназначен для установки на бетоноукладчиках, входящих в комплект машин для строительства автодорог. Он состоит из вибронаконечника и резинотканевого рукава. Вибронаконечник представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого встроены высокочастотный электродвигатель и дебаланс. Вал дебаланса опирается на подшипники качения. Вал ротора электродвигателя одним концом соединяется с валом дебаланса фасонной шпонкой, другим концом опирается на подшипник, установленный в щите. При включении вибратора вращающийся дебаланс создает вынуждающую силу, которая непрерывно меняет свое направление. Благодаря этому вибронаконечник совершает круговые колебания и при погружении в уплотняемую смесь передает их ей. Вибратор ИВ-95 может работать в горизонтальном или наклонном положении.

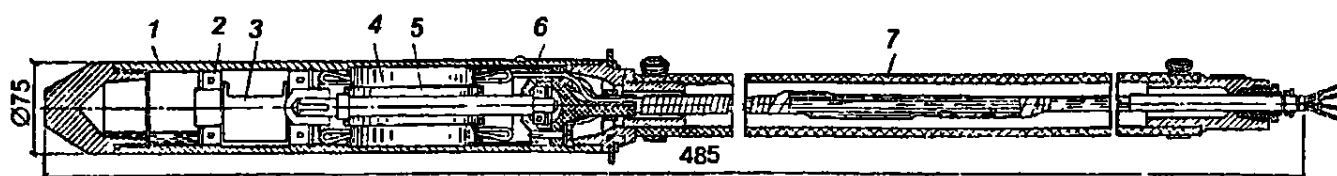


Рис. 6.5. Вибратор ИВ-95:

1 – корпус; 2 – подшипник; 3 – дебаланс; 4 – статор; 5 – ротор; 6 – щит; 7 – рукоятка.

### ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИКРЕПЛЯЕМЫЕ ВИБРАТОРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Данные вибраторы предназначены для уплотнения бетонных смесей в опалубках или формах, а также для установки на бункерах и течках с целью улучшения выгрузки сыпучих материалов. Выпускается три типоразмера пневматических прикрепляемых вибраторов общего назначения с планетарно-фрикционным механизмом возбуждения вибрации (табл. 6.2).

Технические характеристики прикрепляемых пневматических вибраторов

Таблица 6.2

Показатель	ВП – 9	ВП – 8	ВП – 5А
Максимальный статический момент массы бегунка, Н·см	1	12	17,5
Частота вибрации, Гц (мин <sup>-1</sup> )	200 (12000)	133 (8000)	133 (8000)
Номинальное давление воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,7	1,1	1,3
Габариты, мм			
длина	200	260	260
ширина	98	185	220
высота	54	105	200
Масса, кг	3	12	22
Разработчик	Научно-производственное объединение ВНИИСМИ		
Изготовитель	Одесский завод строительно-отделочных материалов		

По конструкции эти вибраторы одинаковы (рис. 6.6). Вибратор состоит из вибровозбудителя и гибкого резинового шланга, на котором размещено пусковое устройство — кран. Гибкий шланг присоединяется к компрессору или к внешней воздухопроводной линии. По принципу действия двигатель вибратора является обращенным ротационным пневмодвигателем, у которого статор, изготовленный в виде полой оси, снабжен одной текстолитовой лопаткой и закреплен неподвижно в щитах корпуса. Ротор изготовлен в виде втулки, которая обкатывается вокруг полой оси статора и служит при этом бегунком. Сжатый воздух подается во внутреннюю полость оси и оттуда через радиальные отверстия поступает в рабочую камеру, вызывая обкатку бегунка вокруг оси статора с частотой, зависящей от давления воздуха. Отработанный воздух попадает в выхлопную камеру, откуда через отверстия в щитах выпускается в атмосферу.

Простота и надежность конструкции, небольшая масса являются положительными особенностями пневматических прикрепляемых вибраторов. Они могут работать при вертикальном, наклонном и горизонтальном положениях оси.

Для обеспечения бесперебойной работы в условиях отрицательных температур необходима очистка подаваемого воздуха от влаги. Во время работы нельзя допускать натяжения и крутых изгибов шланга.

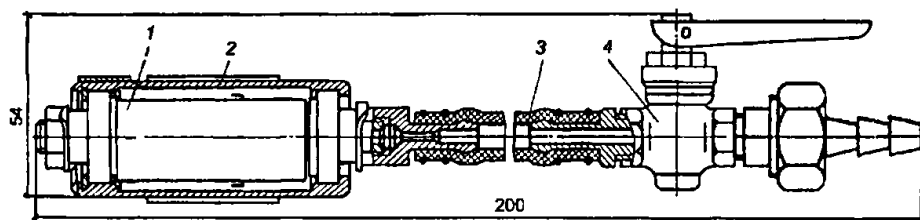


Рис. 6.6. Вибратор ВП-2:

- 1 – пневмодвигатель;
- 2 – корпус; 3 – рукав;
- 4 – кран.

## БЕТОНОУКЛАДЧИКИ

**Бетоноукладчик (бетоноукладочная машина)** – строительная машина для приёма и распределения бетонной смеси при производстве бетонных и железобетонных работ. Различают бетоноукладчики для устройства бетонных покрытий дорог, аэродромов, бетонных фундаментов, полов промышленных зданий и пр. А также бетоноукладчики для изготовления сборных железобетонных изделий. В дорожном строительстве широко используют бетоноукладчики, передвигающиеся по рельс-формам (рельсовым путям, которые одновременно служат опалубкой для укладываемого бетона). Бетоноукладчики для строительных площадок (обычно самоходные на гусеничном ходу) оснащаются устройствами для приёма бетонной смеси из бетоновозов. Подача бетонной смеси и распределение её в опалубке производятся поворотными ленточными транспортёрами. При изготовлении сборных железобетонных изделий бетонная смесь распределяется по формам либо при перемещении бетоноукладчика вдоль формовочного поста, либо при движении форм под бетоноукладчиком, установленным стационарно.

**Бетоноукладчики** могут быть оснащены устройствами для разравнивания бетонной смеси, её уплотнения и заглаживания поверхности отформованного изделия.

**Согласно ГОСТ 13531-74 бетоноукладчики должны изготавливаться следующих исполнений:**

- Однобункерные с заглаживающим устройством;
- Однобункерные без заглаживающего устройства;
- Двухбункерные с заглаживающим устройством.

### Конструктивные особенности бетоноукладчиков.

Основная рама бетоноукладчика, как правило, представляет собой сварную конструкцию особой прочности. Установка оснащена приемным вибробункером, в который загружается бетонная смесь. Укладка бетона осуществляется посредством транспортера, имеющего одну или две секции. Бетонная смесь на транспортер подается через специальный затвор.

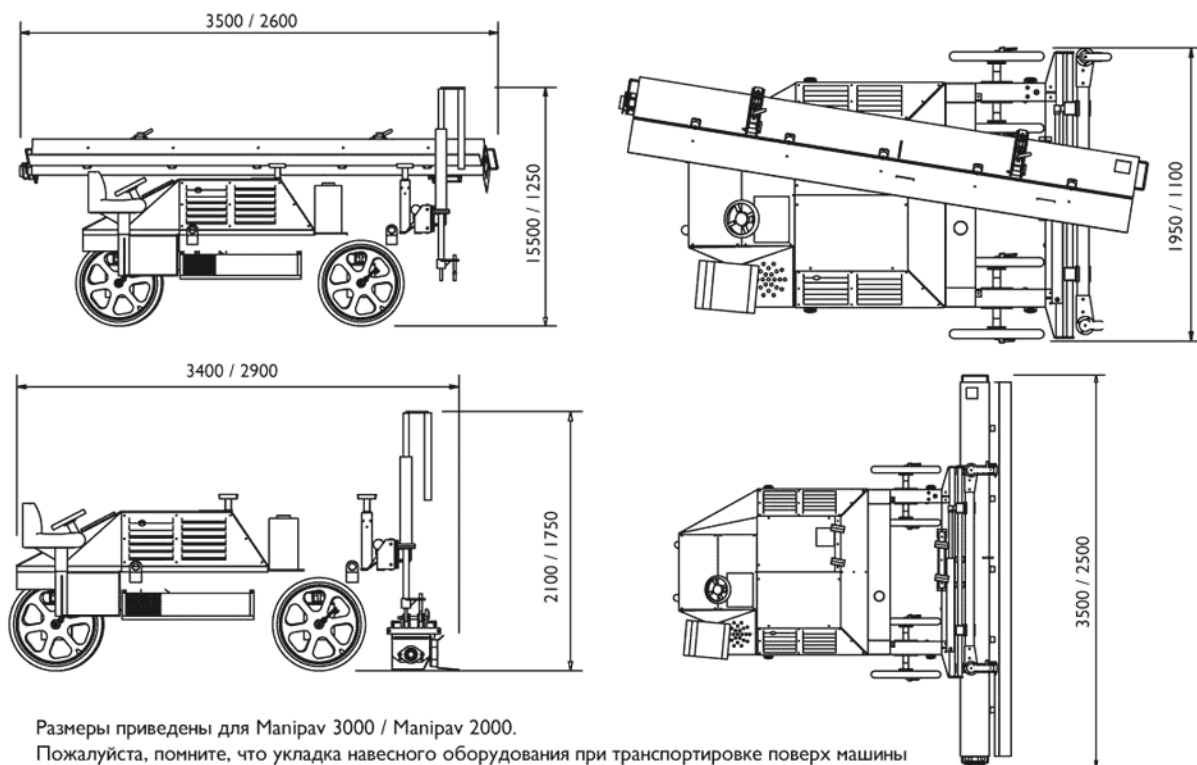
Установки оборудованы специальными распределительными и разравнивающими плугами для распределения смеси на бетонируемой поверхности, виброрейками и вибронасадками для уплотнения бетонного раствора. Отделку бетонируемой поверхности производят посредством лыж, дисков или валов.



Рис. 6.7. Общий вид бетоноукладчиков.

Принцип работы больших бетоноукладчиков заключается в перемещении к укладываемой карте, выдвигании стрелы, опусканием виброрейки на необходимый уровень и укладке бетона с вибрированием. Как правило, сам укладчик не заезжает в бетон (рис. 6.7).

Выпускаются и легкие бетоноукладчики, которые преимущественно используются при укладке бетона на армированное основание и при работе на перекрытиях (если позволяет конструкция перекрытия). Например бетоноукладчик «Манипав» (рис.6.7) который работает непосредственно в бетоне. Двигаясь назад, бетоноукладчик сначала шнеком срезает 2-3см бетона, вслед шнеку утрамбовывает и вибрирует поверхность виброрейкой, заглаживая колеи от колёс. Шнек и виброрейка объединены в один укладочный модуль.



Размеры приведены для Манипав 3000 / Манипав 2000.

Пожалуйста, помните, что укладка навесного оборудования при транспортировке поверх машины возможна только для Манипав 3000!





Б

Рис. 6.8. Бетоноукладчик «Манипав» М 2000:  
А – габаритные размеры; Б – общий вид.

Несмотря на эти различия, принцип контроля уровня укладки и вибрирования одинаков. И большие укладчики и «Манипав» автоматически регулируют уровень рейки относительно бетона с помощью лазерных приёмников и гидросистемы. Тем не менее, «Манипав» имеет несколько существенных преимуществ перед большими укладчиками:

— Как правило, большие бетоноукладчики едут вдоль укладываемой карты, не заезжая в бетон, что усложняет планировку и подачу бетонной смеси. «Манипав» же движется прямо в бетонной смеси и благодаря этому эффективность и скорость укладки значительно выше.

— Габариты больших бетоноукладчиков чаще всего стесняют их движение по карте из-за расположения колонн, и это приводит к тому, что стрела укладчика не везде достаёт до укладываемого бетона. В то же время, «Манипав» более манёвренный, и большая часть пола доступна для укладки.

— Большие бетоноукладчики становятся малоэффективны в небольших помещениях, где габариты не позволяют развернуться или попросту заехать в помещение, что делает их менее универсальными, нежели «Манипав»

— Из-за внушительного веса (от 3х тонн и больше) чаще всего большие бетоноукладчики не всегда могут работать на перекрытиях

— При укладке полов на объектах с низкими потолками чаще всего большие укладчики бесполезны, в то время как «Манипав» может полноценно работать в помещениях с высотой потолка от 2 м .

— При укладке полов в многоуровневых паркингах, стоянках, прочих многоэтажных зданиях с возведёнными стенами, тяжёлые укладчики менее эффективны, так как их невозможно доставить к месту укладки.

— «Манипав» значительно легче и может укладывать пол на арматуре, в то время как большие укладчики попросту прогибают её. При работе с большими бетоноукладчиками арматуру чаще всего связывают по мере выравнивания пола – это значительно усложняет работу на карте, снижая эффективность и скорость

работ. При работе с «Манипавом» арматуру можно уложить на всю карту за один раз.

— «Манипав» наиболее эффективен при укладке бетона длинными полосами, в то время как большие бетоноукладчики укладывают бетон прямоугольными картами.

— Управление, настройка и эксплуатация «Манипава» намного проще, нежели у тяжёлых укладчиков.

— Транспортировка тяжёлых бетоноукладчиков – дополнительная статья расходов. Например, «Манипав» 2000 можно транспортировать в стандартной «Газели».

### Технические характеристики бетоноукладчиков

Таблица 6.3.

Торговая марка/ Модель	Толщина покрытия до, мм	Ширина укладки, м	Масса, т	Скорость рабочая, м/мин./ транспортная, км/ч	Модель/ мощность двигателя, (кВт)	Конструктивные особенности
1	2	3	4	5	6	7
Производитель <a href="#">Gomaco International Ltd, Великобритания</a>						
<b>Gomaco GT 3300</b>	305	0,61	10,43	0-18,9/ -	Cummins 4BT3.9 (68,6)	Габариты (длина/ высота), мм 5490/ 2830
<b>Gomaco GT 3600</b>	320	0,508	9,525	0- 18,4/ -	4045T John Deere (73)	Габариты (длина/ высота), мм 5180/ 2740
<b>Gomaco GHP 2600</b>	483	3,66 - 5,64	-	0- 21,2/ -	Caterpillar 3126B DITA	Габариты, мм 5210/ 3620/ 3100
<b>Gomaco GHP 2800</b>	483	3,66-9,75	31,8 (36,3)	0-37,2 (0-21,3)/ -	Caterpillar 3306B DITA (250)	Габариты, мм 5210/ 3620/ 3100.
Производитель <a href="#">Wirtgen GmbH, Германия</a>						
<b>Wirtgen SP 150</b>	900	1,5	7,5-8,8	0,5-10/ 1,2	(60)	Габариты, мм- 6550x2400x2800
<b>Wirtgen SP 250</b>	300	1,0-3,5	12,0-18,5	0-7/ 1,2	(74)	Габариты, мм- 6800x2500x2900.
<b>Wirtgen SP 500</b>	400	2,0-6,0	18,0-42,0	0-5/ 1,02	(131)	Габариты, мм- 10800x2500x3000
<b>Wirtgen SP 850</b>	450	3,0-8,5	29,0-44,0	0-6/ 1,2	(187)	Габариты, мм 14980x3000x3000
<b>Wirtgen SP 1600</b>	450	5,0-16,0	57,0-135,0	0-5/ 1,2	(317)	

1	2	3	4	5	6	7
Легкий бетоноукладчик						
Manipav 2000	320	1,1 – 2,5	0,47	Производительность до 200м <sup>2</sup> /ч	Honda GX390 (10)	

### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БЕТОНУКЛАДЧИКОВ

Работающий бетоноукладчик продемонстрирован на рис.6.7.

Производительность бетоноукладчиков определяется по формуле:

$$П_{БУ} = V_p \times (b - a) \times h_{сл} \times K_{з.у} \times K_{сл} \times K_B \times K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $V_p$  – рабочая скорость, м/ч (табл.6.3);

$b$  – ширина слоя (полосы укладки), м (см. табл.6.3);

$h_{сл}$  – толщина укладываемого слоя (в плотном теле), м;

$a$  – ширина перекрытия смежных полос при укладке слоя в несколько полос, м ( $a=0,05$  м);

$K_{з.у}$  – коэффициент запаса на уплотнение (см.табл.6.4);

$K_{сл}$  – коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя (см. рис.6.9);

$K_B$  – коэффициент использования внутрисменного времени  $K_B=0,75$ ;

$K_m$  – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной  $K_m=0,75$ .

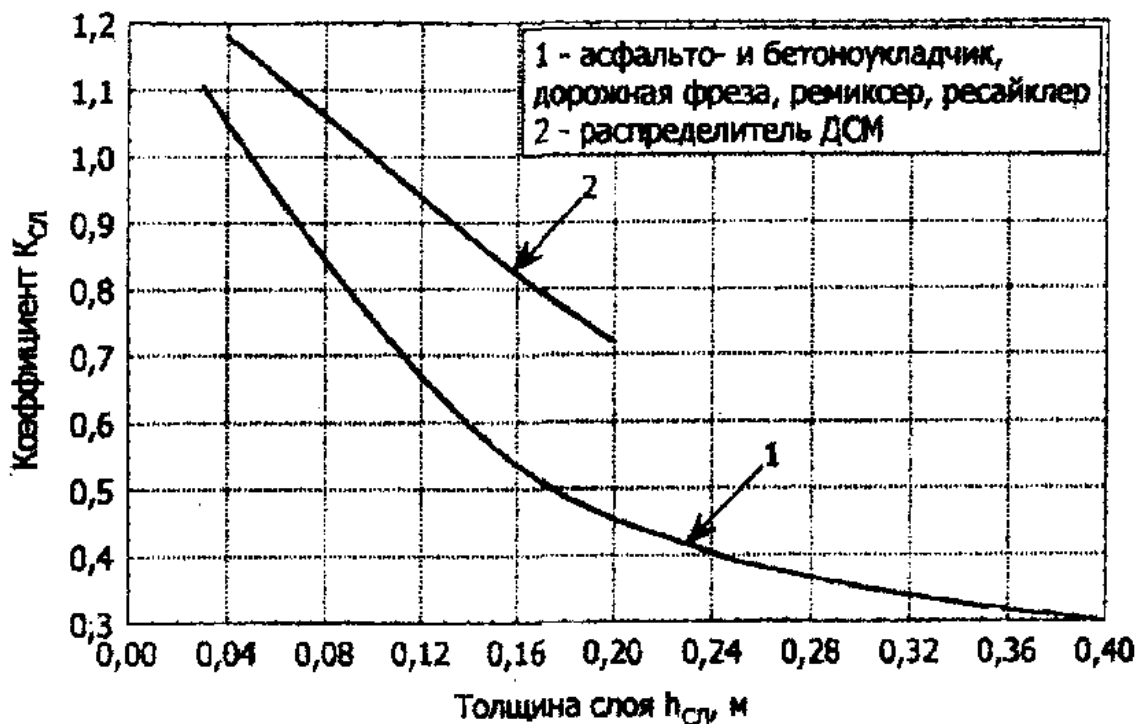


Рис.6.9. График к определению коэффициента  $K_{сл}$

Насыпная плотность  $\rho$  и коэффициент запаса на уплотнение  $K_{з.у}$  различных дорожно – строительных материалов

Таблица 6.4.

Материал	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$K_{з.у.}$
Растительный грунт	1,5	–
Щебень изверженных пород	1,4 ÷ 1,5	1,25 ÷ 1,30
Щебень осадочных пород	1,2 ÷ 1,3	
Гравийный материал	1,3 ÷ 1,4	1,25 ÷ 1,30
Шлак металлургический	1,4 ÷ 1,6	1,30
Шлак котельный	0,7	1,50
Грунт укрепленный органическим, неорганическим или комплексным вяжущим	1,4 ÷ 1,6	1,25
Щебень, обработанный цементом или органическим вяжущим, либо укатываемая бетонная смесь	1,4 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,5
Цементобетонная смесь	1,90 ÷ 2,05	1,15
Асфальтобетонная смесь	1,65 ÷ 1,90	1,25 ÷ 1,30

## Контрольные вопросы:

- 1) Какие существуют типы вибраторов по способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь?
- 2) Как определяется достаточность уплотнения бетонной смеси?
- 3) К чему может привести работа электрического вибратора на воздухе?
- 4) Перечислите преимущества легких бетоноукладчиков перед большими укладчиками и укажите область их применения.
- 5) Выполните расчет производительности одного из бетоноукладчиков.

## Устройство и рабочие процессы средств для уплотнения грунта.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При устройстве различных земляных сооружений часто возникает необходимость уплотнения грунта, что предотвращает осадки и сдвиговые деформации сооружения. В гидротехнических земляных сооружениях уплотнение является также эффективным средством снижения фильтрации воды.

В зависимости от прочности связей между минеральными частицами грунты подразделяются на связные и несвязные. Прочность связей определяется содержанием влаги в грунте.

При уплотнении нарушаются связи между минеральными частицами, создается более плотная их компоновка и вытесняется воздух, благодаря чему грунт приобретает прочность и стабильность, повышается его несущая способность.

Плотность грунта оценивается степенью его уплотнения, которая характеризуется отношением практически полученной в сооружении плотности скелета грунта  $\delta_{пр}$  при данной его влажности к стандартной плотности  $\delta_{ст}$ , полученной в лабораторных условиях в приборе стандартного уплотнения и выражается в %:  $\epsilon = \delta_{пр} / \delta_{ст}$ .

При строительстве насыпей должна быть обеспечена следующая степень уплотнения: автодорожных – 95-98%, железнодорожных – 95-96% и гидротехнических – 98-100%.

Уплотнение грунтов следует производить при влажности, близкой к оптимальной. Допускаемая влажность (в долях от оптимальной) приведена в таблице 7.1.

## Рекомендуемая влажность грунта при его уплотнении

Таблица 7.1

Грунт	Влажность при его коэффициенте уплотнения		
	1 – 0,96	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8 – 1,25	0,75 – 1,35	0,7 – 1,6
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие и пылеватые	0,85 – 1,15	0,8 – 1,2	0,75 – 1,4
Суглинки тяжелые пылеватые глины	0,95 – 1,05	0,9 – 1,1	0,85 – 1,2

Переувлажненные грунты не поддаются уплотнению и требуют подсушивания, а грунты с малым содержанием влаги необходимо предварительно доувлажнять.

В практике известны два основных метода уплотнения грунтов: статический (укатка) и динамический (ударное трембование и вибрирование). Отличаются они тем, что статическое уплотнение основано на весе уплотнительной машины, а в динамическом совмещаются давление веса с вибрацией определенной частоты и амплитуды.

С учетом этого грунтоуплотняющие машины подразделяются на машины статического, ударного, вибрационного и комбинированного воздействия. Они в зависимости от способа их перемещения бывают прицепные и самоходные, а также в виде навесного оборудования к базовым машинам.

По виду рабочего органа уплотняющие машины подразделяются на:

- *катки статические и вибрационные* с гладкой, кулачковой и решетчатой металлической обечайкой и катки пневмоколесные;
- *трамбующие машины* на базе гусеничных тракторов, управляемые вручную трамбовки с электрическим, бензиновым или дизельным двигателем, а также трамбовки на базе гидромолотов к гидравлическим экскаваторам;
- *самопередвигающиеся и навесные* к базовым шасси *виброплиты*, а также виброплиты, навешиваемые на стреле экскаватора вместо ковша.

Внутри каждого из этих типов они условно делятся по своей массе на легкие, средние и тяжелые.

В результате процесса уплотнения повышается прочность слоев и уменьшается влагопоглощение уплотняемого материала. Нагрузка на уплотняемые грунты с вибрацией сводит до минимума их пористость и приближает к однородной структуре. Одновременно достигается более высокое качество поверхностного выравнивания.

Уплотняющий эффект достигается за счет следующих факторов:

1) *Вес машины.* Чем больше вес машины, тем выше уплотняющий эффект: плотность почвы, глубина уплотнения.

2) *Колеблющаяся масса.* Общая масса машины состоит из неподвижной и колеблющейся массы. Колеблющаяся масса приводится в движение вибратором, установленным на машине.

3) *Частота и амплитуда колебаний.* Эти характеристики - важнейшие показатели, по которым можно судить о назначении самой машины. Амплитуда колебаний – это высота подъема машины эксцентриком. Частота вибраций - количество ударов в минуту. Большая амплитуда развивает большую центробежную силу, что в свою очередь, позволяет с большой силой воздействовать на уплотняемую поверхность. Машины с высокой амплитудой колебания имеют, как правило, меньшую частоту вибрации, поэтому их используют для уплотнения различных грунтов. Машины с малой амплитудой, но высокой частотой вибрации (90 Гц) чаще применяют для уплотнения асфальта, песка, гравия, щебня и их смесей, при укладке плитки. Но для тяжелых и вязких грунтов эти машины не пригодны.

4) *Рабочая скорость движения машины.* Меньшая рабочая скорость при полной частоте и амплитуде вибрации дает больший уплотняющий эффект. На трамбовках или виброплитах регулировка скорости отсутствует, скорость хода устанавливает изготовитель.

### Правильный выбор техники

Чтобы правильно выбрать машину для выполнения работ по уплотнению грунта, необходимо учитывать особенности материала, подлежащего уплотнению,

площадь уплотнения, производительность машины по площади и объему, требования по уплотнению или специфику выполнения работ.

Очевидно, что различные грунты имеют свои особенности, поэтому их делят на невязкие, вязкие и смешанные. Невязкие, грубозернистые грунты (щебенка, гравий, крупный песок) имеют большие пустоты, не разбухают при увлажнении, легко высыхают после намокания. Такие структуры морозостойки и не зависят от погоды.

Вязкие грунты (глины, глей) имеют мелкозернистую структуру, поэтому медленно пропускают влагу и после намокания долго удерживают ее. В сухом состоянии имеют хорошую несущую способность, но при намокании за счет пластичности быстро теряют ее.

Чаще всего встречаются смешанные грунты. Их свойства прямо пропорционально зависят от процентного соотношения в них мелко и крупнозернистых структур.

### Производительность машин

Уплотняющая способность виброплит, трамбовок может быть выражена как в площади уплотнения, так и в объемах уплотнения грунта. Трамбовки, например, более экономичны по показателю, характеризующему уплотнение на определенную глубину, однако при уплотнении грунтов из расчета площади они проигрывают.

Скорость перемещения виброплит часто имеет важное значение для определения их производительности с учетом того, что они могут производить уплотнение на склонах и рыхлых грунтах. В целом можно сказать, что скорость также оказывает влияние на производительность машин и достигаемые результаты. Вместе с тем, уменьшая скорость перемещения, можно достичь повышения степени уплотнения за один проход. Практика показывает, что наиболее рационально рассчитывать на уплотнение за 3-4 прохода по одному месту. Количество проходов свыше 6-8 считается неэффективным. В этом случае рекомендуют использовать более мощные машины или перейти на уплотнение более тонкими слоями.

### Трамбовки

Трамбовки и предназначены для выполнения работ по уплотнению песка, глины, гравия при производстве на ограниченном пространстве, в выемках траншей, вблизи зданий и сооружений.

Вибротрамбовки эффективно используются при уплотнении:

- неровностей на дорожных покрытиях,
- фундаментов зданий и сооружений,
- почвы, гравия и т. д.,
- неровностей насыпей,
- поверхности земли или насыпанной земли при прокладке трубопроводов,
- дренажных стоков, а также каменистых поверхностей,
- поверхностей после забивания свай и др.

Гидравлические вибротрамбовки (рис. 7.1) навешиваются на различные типоразмеры экскаваторов в качестве сменного навесного рабочего оборудования. Они предназначены для проведения планировочных работ, уплотнения различных материалов и подготовки площадок под строительные работы. Наиболее

эффективно оборудование используется при уплотнении траншей, песчаных и гравийных поверхностей, талых грунтов, а так же для повышения плотности грунта при проведении строительных работ.

Вибротрамбовки различаются по массе и площади трамбования.

Для работы вибротрамбовки необходимо наличие на экскаваторе дополнительной гидравлической линии.



Рис. 7.1. Гидравлическая вибротрамбовка Delta.

Для привода вибротрамбовок (рис. 7.2) используют дизельный или бензиновый двигатель, который приводит в движение поршень. Обычно вибротрамбовки работают в режиме до 500-800 ударов в минуту с нанесением ударов с высоты около 60 мм. Высота, с которой наносится удар, определяет значительную силу удара и динамическое воздействие на поверхность. В связи с этим трамбовки эффективно используют не только на гравии, но и для уплотнения полусвязных и связных грунтов. Песок и гравий уплотняются на глубину от 40 до 60 см. На вязких грунтах достигается уплотнение на глубину 15-20 см.

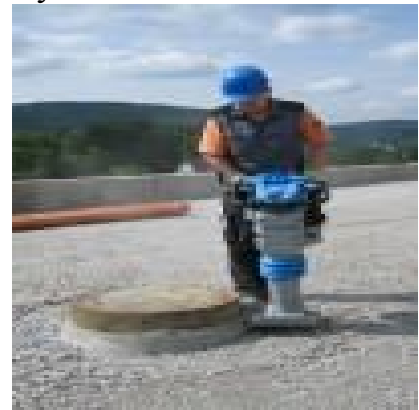


Рис. 7.2. Вибротрамбовка: общий вид и трамбовка участка.

Трамбовки имеют простой эффективный механизм с малым количеством подвижных деталей. Двигатель вращает малое зубчатое колесо, сцепленное с эксцентриком. От малого зубчатого колеса вращение передается на большое колесо, а затем на соединительную ось. Через эту ось ударная сила передается на подошву трамбовки, частично прямо и частично через амортизацию на пружинную систему. Наклон конструкции подошвы обуславливает передвижение машины вперед под действием внутренних сил. Эффективность воздействия трамбовки обусловлена сравнительно большой высотой, с которой наносится удар, хорошей балансировкой



и определенной длительностью нанесения вертикального удара. Вибрационное воздействие возникает при вращении эксцентрика с высокой скоростью и образовании центробежной силы. Трамбовки снабжаются трамбующей подошвой, изготавливаемой из плиты со стальной облицовкой. Конструкция обеспечивает высокую устойчивость к ударным и растягивающим нагрузкам, снижает шум при работе и вибрацию при работе на твердых поверхностях. Для облегчения спуска в выемки предусмотрено снабжать некоторые трамбовки особо узкими подошвами шириной 100 мм увеличенной длины.

Двигатель защищен от ударов и повреждений прочной металлической рамой. Узлы и детали вибротрамбовок легко доступны для технического обслуживания. Малый расход горючего создает условия для длительной непрерывной работы с редкими перерывами для дозаправки, что улучшает производительность и экономичность трамбовок.

Вибротрамбовка – незаменимый помощник в строительных работах, связанных с уплотнением всевозможных сыпучих и связанных материалов при укладке дорожных покрытий и в промышленных проектах. Она превосходно функционирует на различных типах грунтов. При своей компактности, этот тип машин может быть успешно задействован в стесненных условиях. Там, где негде развернуться обычному виброркатку и виброплите, вибротрамбовка легко справляется с любой поставленной задачей. Всевозможные траншеи, каналы, другие ограниченные по площади объекты – это и есть поле деятельности таких машин.

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 двигателя.

Комфортная в управлении, с надежной механикой и защитой для основных узлов и агрегатов, вибротрамбовка оснащается бензиновыми и дизельными двигателями. В зависимости от конкретной ситуации ее различные модификации позволяют выходить на максимальную производительность.

### **Классификация вибротрамбовок по типу двигателя:**

<b>Наименование</b>	<b>Описание</b>
Вибротрамбовка бензиновая	Вибротрамбовка бензиновая компактна и маневренна, характеризуется малым расходом топлива. Двигатель отличается бесшумностью и защищен специальной рамой. Оборудование энергонезависимо, но не рекомендуется применение в закрытых помещениях ввиду образования выхлопных газов. Вибротрамбовка бензиновая имеет небольшие размеры, что делает ее удобной в эксплуатации. Вибротрамбовки с бензиновым двигателем являются самым распространенным видом уплотнительной техники. Благодаря использованию бензинового двигателя вы получаете полную автономность от источников электропитания. Оборудование оснащено бензиновым малозумным двигателем, разработанным специально так, чтобы он потреблял топливо экономично. Запустить двигатель достаточно просто. Специальная стальная рама защищает двигатель от повреждений. Топливный бак, в основном, изготавливается из специальной пластмассы, которая защищает этот бак от ржавчины. Это и продлевает жизнь работы вибротрамбовок.

Вибротрамбовка электрическая	Вибротрамбовка электрическая идеально подходит для уплотнительных работ в закрытом пространстве. Применение таких вибротрамбовок ограничивается лишь необходимостью обязательного наличия электропитания. Существенным минусом является то, что вы привязаны к розетке, необходимо постоянно следить за тем, чтобы провод не запутался и не мешал работе. Но от нее нет выхлопных газов.
Вибротрамбовка дизельная	Вибротрамбовка дизельная рассчитана на максимальный уровень нагрузки. Обладает высокой энергией удара. Дизельные вибротрамбовки обладают более высокими эксплуатационными качествами из-за использования всех преимуществ дизельного мотора.

### Виброплиты

Как правило, большинство виброплит (рис.7.3.) работает на бензиновых или дизельных двигателях. Существуют также модели, оборудованные электродвигателями, но из-за неудобств, связанных с подключением к электросети, практически не используются.



Рис. 7.3. Дизельная прямоходная виброплита "Вятка" (ПВУ-150-550).

Виброплиты хорошо себя зарекомендовали на стройплощадках для уплотнения различных сыпучих строительных материалов (песок, галька и т.д.), грунтов, асфальта, асфальтобетона, тротуарной плитки, брусчатки при проведении земляных и дорожно-строительных работ. Особенно эффективна при «ямочном ремонте», при устройстве отмоستков, укладке асфальта вокруг колонн и колодцев, а также в других труднодоступных местах. Дополнительные полиуретановые коврики позволяют бесшумно и бережно уплотнять бетонные камни. При выполнении работ с асфальтом виброплиты дополнительно оснащают системой водяного орошения.

Следует отметить, что плита только тогда может уплотнять, когда имеет сцепление с грунтом. При этом продвижение машины зависит от стабильности (устойчивости) грунтов.

Большинство уплотнителей снабжены жесткими днищевыми плитами, чаще сварной конструкции, что обеспечивает высокую износоустойчивость и малую восприимчивость к образованию трещин. Геометрия днищевых плит для различных моделей вибраторов оптимизируется с учетом достижения наилучшего уплотняющего эффекта. Днищевая плита для асфальтовых покрытий, скользя по поверхности, предотвращает ее повреждение. Как правило, края днища виброплит

скошены или срезаны под углом. Конструкция машины позволяет использовать рукоять с подъемом для поворота виброплиты.

### Критерии при выборе виброплит.

1) вес виброплиты. В зависимости от него они классифицируются на легкие, универсальные и среднетяжелые.

Легкие виброплиты (до 75 кг) – рекомендуется применять для уплотнения тротуарной плитки, устройства гравийных дорожек. Имеют достаточно малый вес, который не позволяет использовать их для асфальта. По техническим характеристикам легкие **виброплиты** способны уплотнять песок и мелкофракционный гравий (до 15 см). Данная разновидность, как правило, оснащена маломощными вибраторами (10 кН), благодаря которым обеспечивается сохранность даже хрупких краев тротуарной плитки. В комплект легких виброплит зачастую входят демпфирующие коврики для уплотнения тротуарной плитки.

Универсальные виброплиты (от 75 до 90 кг) применяют для производства ландшафтных работ, при ремонте трубопроводов, ямочном ремонте асфальтового покрытия и т.д. Виброплиты универсальные характеризуются широтой спектра использования и многовариантностью решаемых задач. **Они** способны уплотнять песок, тротуарную плитку, гравий (до 20-25 см), асфальт.

Среднетяжелые виброплиты (от 90 до 140 кг) предназначены для послойного уплотнения основания автодорог, фундаментов, обратной засыпки траншей, ямочного ремонта асфальтного покрытия и др. Данная разновидность виброплит способна уплотнить песок, асфальт, гравий (в том числе крупнофракционный (до 25 – 30 см)). Максимальный вес **виброплиты**, применяемый для асфальтных работ, составляет 100 кг.

2) вибрационное усилие, измеряемое в кН. Поскольку степень уплотнения грунта в значительной степени зависит от мощности вибраций, рекомендуется выбирать **виброплиты** в зависимости от конкретных целей и задач. Например, для уплотнения тротуарной плитки целесообразнее использовать модели с вибрационным усилием до 1000 кН и весом до 80 кг, так как в данном случае воздействие на плитку будет максимально эффективным и неразрушающим.

3) площадь рабочей поверхности, чем меньше площадь рабочей поверхности – тем лучше.

4) мощность двигателя – позволяет обозначить степень усилия при работе с виброплитой. Чем мощнее двигатель виброплиты (бензиновый, дизельный или электрический), тем легче будет с ней работать.

Существует две основные разновидности виброплит по характеру движения: это виброплиты реверсивные (рис.7.4) и нереверсивные (рис. 7.3) (их также называют виброплиты поступательного действия или виброплиты прямоходные).



Рис. 7.4. Реверсивные виброплиты

Характер движения:	Описание:
<p>Нереверсивная виброплита (виброплита поступательного действия, виброплита прямоходная)</p>	<p>Осуществляет только поступательное движение. Виброплита с поступательным движением предназначена для уплотнения асфальтобетонных смесей и зернистых материалов при выполнении ремонтных работ и вспомогательных работ небольшого объема, например при асфальтировании дорожек, небольших площадок, а также для работ в труднодоступных местах. При наличии у виброплиты дополнительной полиуретановой плиты, можно производить укладку дорожной плитки. Это наиболее легкие в/пл, имеют площадь трамбовочной стопы около 1500-3500см<sup>2</sup>. Такое оборудование зачастую оснащается функцией орошения рабочей стопы для профилактики налипания трамбовочного материала. Часто используют вместо виброкатков.</p>
<p>Реверсивная виброплита</p>	<p>Позволяет проводить уплотнительные работы при движении в любых направлениях, осуществляет вибротрамбовку, не разворачиваясь, вперед и назад, там где необходимы мобильность и маневренность. Реверсивная плита работает на тяжелых уплотняемых грунтах и зернистых строительных материалах.</p>

Все виброплиты конструктивно очень близки и отличаются, как правило, габаритами. Основой виброплит является двигатель внутреннего сгорания с воздушным охлаждением, центробежные муфты сцепления и клиноременные передачи вращения на вибратор. На одноходных виброплитах устанавливают однофазный вибратор, на реверсивных – двухфазный.

Виброуплотняющие плиты с реверсом состоят из опорной плиты и устройства вибрации, которое изолировано от двигателя с помощью демпферов. Для привода от двигателя к вибратору используется клиноременная передача или гидравлическая система. В последних моделях гидравлический насос соединен с дизельным двигателем, подающим поток гидрожидкости на эксцентриковое устройство через специальный вентиль управления. Для всех моделей система управления для изменения движения машины - гидравлическая или электрическая с

микровыключателем. Для предупреждения повреждений при переключении на обратный ход в машине предусмотрено специальное устройство управления - зажим. Когда машина поворачивает в обратном направлении, зажим прижимает рукоять управления. Когда нажимают вниз, корректирующий зажим полностью вписывается в рукоять. Это обеспечивает управление машиной и манипулирование системой управления для переключения на обратный ход.

На прямоходных плитах вибратор сдвинут в переднюю часть поддона, а на реверсивных плитах двухвальный вибратор установлен в середине поддона. Вследствие этих особенностей прямоходные плиты имеют более щадящее воздействие на асфальтобетонную смесь и не вызывают появления поперечных трещин, а реверсивные плиты хоть и имеют большую производительность при той же массе, но могут вызывать появление тонких поперечных трещин в асфальтобетоне при понижении его температуры. Поэтому при уплотнении асфальтобетонных смесей в верхних слоях и особенно при малой толщине слоев специалисты рекомендуют использовать прямоходные плиты.

На всех типах несвязных грунтов мелкой и крупной гранулометрии наиболее эффективно использовать тяжелые виброплиты. Полусвязные грунты можно подвергать уплотнению при соответствующих характеристиках. Не рекомендуется использовать тяжелые виброплиты для уплотнения глины. В целом, если при уплотнении машина может перемещаться по поверхности грунта, то можно рассчитывать, что она обеспечит уплотнение грунта.

Виброплиты с реверсивным движением специально предназначены для уплотнения рыхлых грунтов типа песка и гравия. Уплотнение обратных засыпок характеризуется значительными нагрузками и износом уплотняющей техники. Поэтому обычные виброплиты не имеют достаточной силы для создания необходимого уплотнения обратных засыпок. Более мощные модели способны эффективно работать даже при присутствии в материале засыпки камней размером до 15 см. Следует отметить, что для достижения уплотняющего эффекта вес машин должен быть в этом случае особенно велик.

#### Сравнение виброплит по типу устанавливаемого двигателя.

Тип двигателя	Описание:
<b>Виброплита бензиновая</b>	Это наиболее простой вид виброплиты для вибротрамбовки. Данное оборудование оснащено бензиновым двигателем. Благодаря этому виброплита бензиновая с успехом применяется в местах, где требуется автономная работа. Виброплита бензиновая очень проста в эксплуатации и использовании отличается большим сроком службы. Обладает экономичным расходом топлива при высокой производительности. Это оборудование более эргономично, чем электрическое, поскольку обладает полной автономией. Неприхотливость данного механизма – одно из многочисленных достоинств, которыми обладает бензиновая виброплита.
<b>Виброплита дизельная</b>	Обеспечивает качественную утрамбовку сыпучего грунта. Виброплита дизельная используется при

	строительстве дорожных покрытий, пандусов, пешеходных дорожек. Подобная техника не имеет привязки к постоянным источникам питания, что расширяет сферу ее применения. Виброплиты с дизельным двигателем — это в основном тяжёлые виброплиты. Как недостаток отмечаются высокие требования к качеству используемого топлива.
<b>Виброплита электрическая</b>	Обеспечивает удобное и комфортное применение в строительно-ремонтной области. Виброплита электрическая значительно дешевле, чем другие аналоги виброплит для вибротрамбовки. Единственный минус – зависимость от источника питания.

### Виброкатки

Вид катка, один из вальцов которого вертикально вибрирует, называется виброкатком (рис.7.5). Благодаря такой вибрации происходит лучшее уплотнение поверхности, поэтому виброкаток используется при большинстве работ с покрытиями, исключая, разве что, те места, где вибрация нежелательна, например, мосты.



Рис. 7.5. Виброкаток фирмы Wacker Neuson

Существует множество видов классификации виброкатков: например, по количеству и виду вальцов или по поверхности, для которой они предназначены, по способу управления. Использование виброкатка исключает необходимость проходить одну поверхность несколько раз, что значительно экономит время строительства.

Среди виброкатков выделяются катки с одним вальцом, предназначенные для ремонта дорог, создания тротуаров и пешеходных зон. Такие машины весьма компактны и значительно легче своих «собратьев». Виброкатки с двумя вальцами тяжелее и больше по мощности: они предназначены для строительства дорог и тротуаров, детских площадок и, также, применяются для ямочного ремонта дорог. Такие катки могут работать с более толстыми поверхностями и обеспечивают более

сильное давление. Существуют также специальные асфальтовые и грунтовые виброкатки, используемые для разных этапов дорожного строительства, а также комбинированные виброкатки, соединяющие в своём устройстве вальцы разных видов. Кроме того, многие виды таких катков разделяются по весу на тяжёлые и лёгкие. Существуют также ручные виброкатки, с помощью которых можно проводить работы в труднодоступных местах (рис. 7.6).

Сами вальцы, используемые в виброкатках, бывают разного вида – в зависимости от поставленных перед ними задач. Для работы с рыхлыми поверхностями используют кулачковые вальцы. Они снабжены специальными выступами, позволяющими наилучшим образом уплотнять именно рассыпчатый материал. Гладкие вальцы используются, в основном, в асфальтовых виброкатках и позволяют создавать идеально ровные поверхности. Решётчатые вальцы имеют специальную решётчатую поверхность, идеальную для укладки разнородного грунта. Решётка дробит материал, делая его однородным. Пневмоколёсные вальцы представляют собой набор колёс, поставленных так, чтобы на выходе их следы накладывались друг на друга. Пневмоколёсные вальцы способны создавать на поверхности покрытия защитный слой, а также превосходно подходят для работы с асфальтобетонными материалами. Таким образом, для каждого конкретного вида работы можно подобрать виброкаток, максимально отвечающий поставленным задачам.

#### Типы виброкатков



Рис.7.6. Типы виброкатков: А – ручной виброкаток с двумя вальцами; Б – тандемный виброкаток; В – траншейный виброкаток.

#### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СРЕДСТВ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА.

##### 1. Производительность ручных средств.

Производительность определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{V_p \times (b-a) \times h_{\text{сл}} \times K_{3.у}}{t_{\text{п}} \times n} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $V_p$  – рабочая скорость, м/ч (см. табл. 7.2);



$b$  – ширина уплотняемой полосы за один проход, м (см. табл. 7.2);

$a$  – ширина перекрытия следа, м ( $a=0,05..0,1$  м);

$h_{сл}$  – толщина уплотняемого слоя в плотном теле, м (см. табл.7.3.);

$K_{з\у}$  – коэффициент запаса на уплотнение (см. табл. 6.4);

$t_n$  – затраты времени на переход к следу, ч ( $t_n=0,005$  ч);

$n$  – число проходов по одному следу ( $n = 8...10$ );  $K_g = 0,75$ ;  $K_T = 0,75$ .

Характеристика ручных средств для уплотнения дорожно-строительных материалов и грунта.

Таблица 7.2.

Модель и тип	Рабочая скорость $V_p$ , м/ч	Ширина рабочего органа $b$ , м
BT-50 вибротрамбовка	до 1140	0,23
BT-75 вибротрамбовка	до 1080	0,28
BS 50-4 вибротрамбовка	до 1080	0,28
BP-15/45 – 2 прямоходная виброплита	до 1500	0,45
прямоходная виброплита "Вятка" (ПВУ-150-550)	до 1200	0,55
BPR 40/45 D реверсивная виброплита	до 1500	0,45
BPR 80/60 D-2 реверсивная виброплита	до 1500	0,58
BW 60 S ручной виброкаток	до 1500	0,60

Толщина уплотняемого слоя ручными средствами механизации

Таблица 7.3.

Модель	Толщина уплотняемого слоя $h_{сл}$ , м			
	Грунтов		Дорожно-строительных материалов	
	связных	несвязных	неукрепленных вяжущим	укрепленных вяжущим
BT-50	0,20	0,30	-	0,14
BT-75	0,25	0,40	-	0,14
BS 50-4	0,25	0,40	-	0,14
BP-15/45 – 2	0,20	0,20	-	0,14
ПВУ-150-550	0,20	0,2...0,25	-	0,14
BPR 40/45 D	0,15	0,30	-	0,14
BPR 80/60 D-2	0,40	0,50	0,50	0,14
BW 60 S	0,15	0,25	-	0,14

При уплотнении асфальтобетона в расчёт производительности (числитель) следует ввести насыпную плотность асфальтобетона  $\rho$  (см. табл. 6.4). В этом случае единица измерения производительности – т/ч.

## II. Производительность самоходных катков



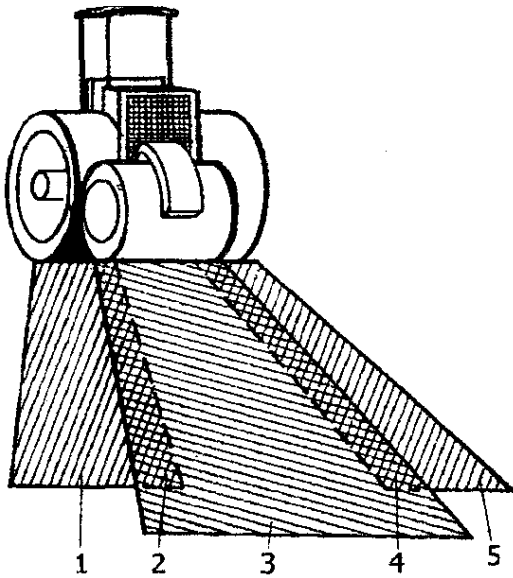


Рис. 7.7. Схема полос уплотнения двухосным трехвальцовым катком: 1,5 – полосы уплотнения задними вальцами; 3 – полоса уплотнения передним вальцом; 2,4 – полосы уплотнения передним и задним вальцами.

Производительность самоходных катков:

$$\Pi_{\text{к}} = \frac{(b-a) \times l_{\text{пр}} \times h_{\text{сл}} \times K_{\text{з.у}}}{\left(\frac{l_{\text{пр}}}{1000 \times V_{\text{р}}} + t_{\text{п}}\right) \times n} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

- где:  $b$  – ширина уплотняемой полосы за один проход, м (табл. 7.4);  
 $a$  – ширина перекрытия следа, м ( $a = 0,20 \dots 0,30$  м);  
 $l_{\text{пр}}$  – длина прохода, м ( $l_{\text{пр}} = 50 \dots 100$  м);  
 $h_{\text{сл}}$  – толщина уплотняемого слоя в плотном теле (не более указанной в табл. 7.5), м;  
 $t_{\text{п}}$  – затраты времени на переход к соседнему следу, ч ( $t_{\text{п}} = 0,005$  ч);  
 $n$  – число проходов по одному следу;  
 $V_{\text{р}}$  – рабочая скорость, км/ч (см. табл. 7.5);  
 $K_{\text{з.у}}$  – коэффициент запаса на уплотнение (см. табл. 6.4);  
 $K_{\text{в}} = 0,75$ ;  $K_{\text{т}} = 0,75$ .

При уплотнении асфальтобетона в расчёт производительности (числитель) следует ввести насыпную плотность асфальтобетона  $\rho$  (см. табл. 6.4). В этом случае единица измерения производительности – т/ч.

#### Техническая характеристика самоходных катков

Таблица 7.4.

Модель	Тип машины	Масса, т	Ширина уплотняемой полосы $b$ , м
1	2	3	4
VIBROMAX Duplex W 70	двухвальцовый вибрационный	0,8	0,65
Дунарас СС 82	двухвальцовый вибрационный	1,57	0,8
ABG DD 22	двухвальцовый вибрационный	2,6	1,0

1	2	3	4
ABG DD 32	двухвальцовый вибрационный	3,2	1,32
ДУ – 72	двухвальцовый вибрационный	3,8...5,5	1,08
ДУ – 73	двухвальцовый вибрационный	6,0	1,4
ДУ – 74	одновальцовый вибрационный	9,5	1,7
ДУ – 63	двухвальцовый вибрационный	10,5	1,7
ВА – 9002	двухвальцовый вибрационный	11,0	1,69
ДУ – 65	пневмоколесный (4×4)	12,0	1,7
ДУ – 85	одновальцовый вибрационный	13,0	2,0
ДУ – 84	вибрационный комбинированный	15...16	2,0
ДУ – 63-1	двухвальцовый статический	8,5	1,7
К – 701-БК	вибрационный кулачковый	25,0	2,85
ДУ – 49А	трехвальцовый статический	11...18	1,29
CATERPILLAR CB – 634С	двухвальцовый вибрационный	10,7	1,7
CATERPILLAR	кулачковый	33,3	1,12
Дунарас	кулачковый	21,4	1,0
BOMAG BW 16R	пневмоколесный (4×4)	8,0	1,98
BOMAG BW 164 ФС-2	комбинированный	9,2	1,68
HAMM HD 110K	комбинированный	8,2...9,3	1,68
HAMM GRW 15	пневмоколесный (4×4)	11,5	1,74
ABG RTR 250	пневмоколесный (4×4)	13,1	1,9
CATERPILLAR PS – 300В	пневмоколесный (3×4)	23,1	1,9

## Технологические характеристики самоходных катков

Таблица 7.5.

Модель	Рабочая скорость при уплотнении $V_p$ , км/ч		Глубина уплотнения в плотном теле (толщина уплотняемого слоя) $h_{сл}$ , м			
	грунтов	ДСМ	грунтов		ДСМ	
			связных	несвязных	неукрепленных вяжущим	укрепленных вяжущим
1	2	3	4	5	6	7
VIBROMAX Duplex W 70	до 10	до 22,0	-	0,2	0,12	0,1

1	2	3	4	5	6	7
Дунарас СС 82	-	до 13,0	-	-	0,15	0,13
ABG DD 22	-	до 10,8	-	-	0,17	0,13
ABG DD 32		до 10,8	-	-	0,20	0,15
ДУ – 72	-	до 5,5	-	-	0,20	0,15
ДУ – 73		до 8,0	-	-	0,25	0,20
ДУ – 74		до 7,0	-	-	0,25	0,20
ДУ – 63		до 11,0	-	-	0,20	0,15
ВА – 9002		до 11,0	-	-	0,20	0,15
ДУ – 65	4,0	8,0	0,25	0,30	0,25	0,15
ДУ – 85	3,5	6,5	0,20	0,30	0,25	-
ДУ – 84	3,5	6,5	0,25	0,3	0,25	0,15
ДУ – 63-1	-	до 11,0	-	-	0,20	0,15
К – 701-БК	до 10	до 10,0	0,25		0,2	0,13
ДУ – 49А	-	3,5	-	-	0,18	0,15
CATERPILLAR CB – 634С	-	до 12,2	-	-	0,25	0,15
CATERPILLAR	6,3-11,2	-	0,60	-	-	-
Дунарас	4,8-22,4	-	0,50	-	-	-
BOMAG BW 16R	до 8,0	до 12,0	0,15	0,20	0,20	0,15
BOMAG BW 164 AC-2	до 8,0	до 12,0	0,15	0,20	0,20	0,15
НАММ HD 110К	до 10,0	до 14,6	0,25	0,30	0,25	0,15
НАММ GRW 15	до 14,0	до 20,0	0,25	0,30	0,25	0,15
ABG RTR 250	до 12,0	до 20,0	0,25	0,30	0,25	0,15
CATERPILLAR PS – 300В	до 10,0	до 18,0	0,35	0,40	0,35	0,25

### III. Производительность катков на прикатке поверхностной обработки.

Поверхностная обработка – усовершенствованное облегченное покрытие, устроенное путем одного - или двукратного розлива органического вяжущего по готовому основанию и россыпи слоя прочного минерального материала (мелкого камня) после каждого розлива.

Одиночная обработка – способ, при котором на очищенное покрытие разливают органическое вяжущее с последующим распределением щебня определенных фракций и его укаткой.

Одиночная обработка с двукратным распределением щебня – способ, при котором вяжущее наносят в большем количестве, чем для одиночной обработки, и по нему распределяют сначала щебень размером 15-25 мм с прикаткой его катками, а затем щебень фракции 5-10 мм с укаткой 4-5 проходами катка по каждому следу со скоростью 2-3 км/ч.

Двойная обработка – способ, при котором розлив вяжущего производят в два приема, распределение и укатку щебня выполняют после каждого розлива.

Работы по устройству поверхностной обработки покрытий следует выполнять при температуре воздуха не ниже +15 °С, с учетом требований СНиП 3.06.03-85, ВСН 24-88.

Характеристика катков для прикатки поверхностной обработки

Таблица 7.6

Модель	Тип машины	Масса, т	Ширина уплотняемой полосы b, м
Дунарас СА – 15R	вибрационный с покрытой резиной вальцом	6,7	1,67
		9,9	2,13

Производительность катков на прикатке определяется по формуле:

$$П_{\text{к}} = \frac{(b-a) \times l_{\text{пр}}}{\left(\frac{l_{\text{пр}}}{1000 \times V_{\text{р}}} + t_{\text{п}}\right) \times n} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:  $b$  - ширина уплотняемой полосы за один проход, м (табл. 7.6);

$a$  - ширина перекрытия следа, м ( $a=0,20.. .0,30$  м);

$l_{\text{пр}}$  - длина прохода, м ( $l_{\text{пр}} = 50... 100$  м);

$t_{\text{п}}$  - затраты времени на переход к соседнему следу, ч ( $t_{\text{п}}=0,005$  ч);

$n$  - число проходов по одному следу;

$V_{\text{р}}$  - рабочая скорость, км/ч ( $V_{\text{р}} \leq 20$  км/ч);

$K_{\text{в}} = 0,75$ ;  $K_{\text{т}} = 0,75$ .

Эту же формулу используют при расчёте производительности на операциях по уплотнению грунтового основания.

#### Контрольные вопросы

- 1) Для чего необходимо производить уплотнение грунта при строительстве различных объектов?
- 2) Чем характеризуется степень уплотнения грунта?
- 3) Перечислите способы уплотнения грунта.
- 4) Приведите классификацию уплотняющих машин по виду рабочего органа.
- 5) Перечислите параметры уплотняющих машин влияющих на уплотняющий эффект.
- 6) Произведите расчет производительности одной из уплотняющих машин (по указанию преподавателя).

## Типы тросов. Назначение и их конструктивные отличия.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ



**Трос** — витое или крученное канатно-веревочное изделие. В технической литературе и по принятой в ГОСТ терминологии все тросы называются канатами

**Верёвка** — тонкий и гибкий трос.

**Канат** — синоним «троса», ранее в морском деле пеньковый трос более 13 дюймов в окружности, или трос равной ему крепости из иных материалов, вне зависимости от размера. Слово также употребляется по отношению к более толстому тросу сравнительно с тонкими верёвками. В настоящее время чёткой границы нет.

**Трос дистанционного управления (ТДУ)** — синоним «боуден» — устройство для гибкой передачи механических усилий в системах управления машин (от элементов управления к исполнительным механизмам)

Материалы тросов**Растительные тросы**

- Манильские тросы — сырьем для манильских тросов служат сосудистые волокна черенковой части листьев бананов вида *Musa textilis* (другое название — абака), произрастающих на Филиппинских островах. Манильский трос легко узнать по пятнистой поверхности, которая образуется при изготовлении от сочетания коричневых и золотистых волокон.
- Сизальские тросы — изготавливаются из волокон мясистых листьев различных видов агав, в частности вида *Agave var. sisalana* (сизаль или агав). Эти растения произрастают на сухих каменистых возвышенных плато в Центральной Америке.
- Кокосовые тросы — изготавливаются из волокон, образующихся на внешней поверхности скорлупы кокосового ореха.
- Пеньковые тросы — изготавливают из обработанных мочалистых волокон конопли. Пеньковые тросы тоньше и мягче манильских. Они без труда пропитываются смолой. Мокрые белые пеньковые тросы плохо сохнут и легко загнивают, так как тонкие волокна активно поглощают влагу. Поэтому пеньковые тросы, предназначенные для использования на судах, предварительно смолят. Смола уменьшает прочность троса на 15—20%, но вместе с тем и продлевает срок его службы, так как предохраняет от гниения. Несмолёные

тросы из высококачественной пеньки прочнее тросов из других материалов, за исключением *нейлоновых*. Однако манильские тросы высокого качества прочнее смоленых пеньковых, хотя пенька и долговечнее волокон маниллы.

- Хлопок — прочность таких тросов вдвое меньше прочности манильских. Такие тросы очень мягкие и гибкие. Их легко травить, они хорошо работают в блоках. Но хлопковые тросы сильно растягиваются и, кроме того, очень чувствительны к плесени.
- Джут — производят из мочалистых волокон высокого кустарника, произрастающего в Индии, родственного липе. После срезки стебли кладут в воду, чтобы они стали мягче, затем sluщивают лыко, промывают его и сушат. После этого сырье превращается в готовую товарную продукцию. По прочности джут значительно уступает пеньке и волокнам из абаки.
- Лён — используют для изготовления линий (тонких тросов) и различных ниток, а также брезента и парусины.
- Бомбейская пенька — получается при переработке волокнистого растения, произрастающего в Южной Индии. Она дешевая в изготовлении, но менее прочная, чем обычная конопляная пенька. Используется для изготовления тросов, подвергающихся небольшой нагрузке, а также для свивки с волокнами манильской пеньки более низкого качества.
- Новозеландский лён — это светло-жёлтое жёстковолокнистое растение с длинными волокнами, напоминающими волокна агавы.

### Синтетические тросы

- Полиамид — РА, амидпласт (найлон-66, перлон, энкалон, бринайлон, антрон, селон, рилсан). По прочности нейлоновые тросы приблизительно в три раза превосходят манильские тросы высшего качества и примерно в 10 раз тросы из кокоса, несмотря на то, что вес их меньше. Нейлоновые тросы не впитывают воду. Нейлон не гниет и не преет. С него легко смывается грязь, нет необходимости его протирать перед упаковкой. Температура плавления найлона-66 265°C, найлона-6 215°C, но повреждения бывают и при более низких температурах. Выпускают также эластичные нейлоновые снасти, которые растягиваются до 30 % длины и возвращаются к первоначальным размерам после снятия нагрузки. Тросы из нейлонового шелка очень скользкие, поэтому узлы должны выполняться с особой тщательностью. Труднее всего обращаться с тонкими рыболовными лесками, представляющими собой непрерывную вытянутую нить.
- Полиэстер — РЕТР, линейный этиленгликольфталатпласт. Термопласт, температура плавления 260°C. Торговые названия: *терилен* (Англия, Италия, Финляндия), *диолен/тревар* (Германия), *полиэстер* (Нидерланды), *теторон* (Япония), *дакрон* (США и Турция), *тергаль* (Франция и Испания), *тезил* (Чехия). Как и нейлон, полиэстер выпускают как в виде коротковолнистой многонитевой пряжи с мягкой поверхностью, так и тонкого непрерывного полиэстерового волокна. Полиэстер уступает нейлону в эластичности, но сравнительно мало изнашивается. Полиэстеровые снасти в настоящее время являются самыми распространенными в парусном спорте.

- Полиэтен — HDPE, этенпласт, HD, полиэтилен. Термопласт, температура плавления около 180°C. Волокно выпускают только монопитевым. Они долговечные, разрывное усилие этих тросов в 1,5 раза больше, чем манильских.
- Полипропен — PP, пропенпласт, полипропилен, мераклон. Температура плавления полипропена около 165°C. Многопрядный трос из непрерывного волокна по прочности почти вдвое превышает манильский трос. Трехпрядные или сплетенные косицей тросы отличаются низкой стоимостью и используются повсеместно. Широко применяются также тросы из пленочного полипропена с плоскими волокнами из тонкой пленки. Разрывное усилие у таких материалов более высокое. Пленочный полипропен не тонет. Мокрый трос сохраняет свою прочность и гибкость. Однако пленочный полипропен быстро изнашивается, поэтому рекомендуется предварительно осматривать утки, кнехты, лебедки и устранять на них острые ребра и выступы.
- Кевлар — арамид. По прочности превосходит стальные тросы. Основные недостатки: высокая цена, низкая устойчивость к влаге и малый срок службы (до 5 лет, некоторые производители дают гарантию на 10 лет). Влажный трос имеет намного более низкую прочность, чем сухой. В последнее время появились тросы из кевлара, в которых последние недостатки частично устранены.

### Типы синтетических тросов

Если синтетическое сырье вытягивается в тонкие гладкие нити, длина которых равна длине всего троса, то такие тросы называют «монопитевые» («монофильные»). Они более прочные, но скользкие и плохо держат узел. Монопитевые тросы плетут из вытянутых непрерывных нитей диаметром более 0,1мм — более жёсткие с твёрдой и блестящей поверхностью.

Если трос свивается из относительно коротких нитей, то такие тросы называются «многопитевые» («филаментные»). Поверхность такого троса немного ворсистая. Этот материал имеет меньшую прочность, но такие тросы мягкие и гибкие и на таких тросах удобно вязать узлы. Многопитевые тросы плетут из пряжи, состоящей из тонких нитей, диаметр которых не превышает 0,1мм. В торговле нейлоновый филаментный материал встречается под названием «шерстеподобный нейлон».

Существуют также *Многопленочные тросы*, их сплетают из тонких плёночных нитей-полос.

### Стальные тросы

Стальные тросы изготовляют из стальной проволоки разного качества, свитой по спирали. Для защиты от коррозии стальная проволока изготовляется из нержавеющей стали (более дорогая и менее прочная), оцинковывается (со временем покрытие стирается) или тросы имеют пеньковый сердечник, пропитанный смазкой. Последний тип тросов состоит из шести прядей, свитых вокруг пенькового, манильского или джутового сердечника. Сердечник заполняет пустоту в центре троса, образованную между прядями, предохраняет пряди от проваливания к центру и защищает внутренние слои проволок троса от коррозии, так как пропитан

антикоррозионной смазкой, которая проникает в межпроволочное пространство прядей при изгибе троса.

### Конструкция и классификация стальных тросов.

В зависимости от количества проволок в тросе, тросы бывают разной гибкости — жесткие тросы из 42 проволок (они обладают большой прочностью), гибкие тросы из 72 проволок, по 12 в каждой пряди вокруг пенькового сердечника, тросы повышенной гибкости свитые из 144 тонких проволок (по 24 в каждой пряди) вокруг пенькового сердечника. По гибкости отдельные стальные тросы не уступают растительным тросам. Тросы по гибкости можно сравнивать с помощью коэффициента гибкости тросов (табл. 8.1).

### Характеристика гибкости стальных тросов

Таблица 8.1.

Тип троса	Конструкция троса	Коэффициент гибкости
Однорядный (спиральный)	1×19	5
Однорядный (спиральный)	1×37	7
Тросовой работы (ЛК – О)	6×19+1	12
Тросовой работы (ТК)	6×19+1	15
Тросовой работы (ТЛК – О)	6×37+1	21
Кабельной работы	6×6×7+7	27

При изготовлении **тросов тросовой работы** (классическая свивка) составляющие их волокна свивают три раза. Сначала волокна свивают в каболки (пряжу), затем каболки свивают в пряди, а пряди — в трос. Тросы бывают крутой и полой свивки в зависимости от назначения. Тросы полой свивки выдерживают большие усилия, но крутосвитые тросы меньше изнашиваются, они более долговечны.

**Тросы кабельной работы** отличаются тем, что волокна сплетают четыре раза. Тросы кабельной работы более плотные и поэтому меньше изнашиваются и меньше задерживают влагу по сравнению с тросами тросовой работы. Тросы кабельной работы более дорогие и более слабые по сравнению с тросами тросовой работы того же диаметра.

В литературе тросами кабельного типа также называют тросы с плетеной оплёткой (например, альпинистские верёвки).

### Число прядей в тросе

Тросы бывают трехрядные, четырехрядные, многорядные (8 или 16 прядей). Как исключение встречаются пятирядные грубые тросы кабельной работы. Стальные тросы обычно шестирядные с сердечником.

Трехрядные тросы встречаются более часто, но распространены также и четырехрядные тросы. В середине такого четырехрядного троса, если его толщина 50мм и более, имеется пятая более тонкая прядь (сердечник), которая заполняет пустое пространство, остающееся между четырьмя прядями. Трехрядные тросы намного прочнее четырехрядных такой же толщины при размерах до 125мм. При размерах, превышающих 150мм, четырехрядные тросы



оказываются прочнее соответствующих трехрядных. Быстрее изнашиваются трехрядные тросы, пряди в которых толще, чем в четырехрядных соответствующих размеров. Среди тросов средних размеров четырехрядные мягче трехрядных. Четырехрядные тросы имеют также то преимущество, что в поперечном сечении они более круглые, чем трехрядные.

Тросы из синтетических материалов либо изготавливают по тому же принципу, что и из растительных волокон (но число прядей обычно больше: 8 или 16), либо состоят из плетённой оплетки и из сердечника с прямыми волокнами. В таких тросах сердцевина занимает  $2/3$  от толщины троса.

По конструкции стальные тросы делятся на три типа: одинарной, двойной и тройной свивки.

**Тросы одинарной свивки** состоят из одной пряди, у которой проволоки одинакового диаметра свиты по спирали в один или несколько (до четырех) слоев вокруг одной из проволок (рис. 8.1). Количество проволок и слоев в пряди указывается в характеристике троса суммой цифр, в которой первая цифра показывает наличие центральной проволоки, вторая — количество проволок в первом от центра пряди слое, третья — во втором слое и т. д. Сумма всех цифр указывает общее количество проволок в пряди. Например, запись  $1 + 6 + 12$  означает, что в пряди девятнадцать проволок, из которых шесть свито в первом слое и двенадцать — во втором, одна проволока центральная.

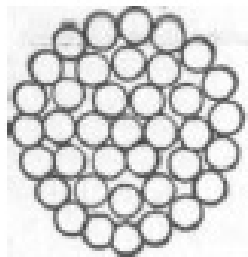


Рис. 8.1. Спиральный однопрядный трос одинарной свивки

Если проволоки одного слоя свиваются в ту же сторону, что и проволоки смежных слоев, то все слои будут соприкасаться по всей длине проволок (рис. 8.2). Трос, свитый из таких прядей, называется тросом с линейным касанием проволок и обозначается буквами ЛК.

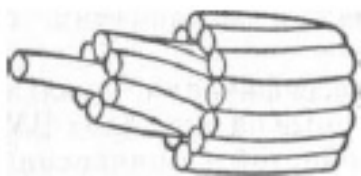


Рис. 8.2. Линейное касание проволок в пряди

При навивке каждого последующего слоя проволок в сторону, противоположную предыдущему (проволоки отдельных слоев пряди ложатся под углом к проволокам смежных слоев и касаются их в точках пересечения), получается трос с точечным касанием - ТК (рис. 8.3).

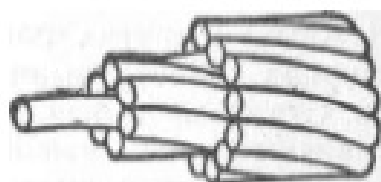


Рис. 8.3. Точечное касание проволок в пряди

Тросы одинарной свивки иначе называются спиральными или однопрядными. Они применяются в различных приборах и механизмах. Тросы, изготовленные из мягкой оцинкованной проволоки с пределом прочности 50—90 кгс/мм<sup>2</sup>, называются бензельными. Эти тросы обладают большой гибкостью и применяются для накладки бензелей и в различных такелажных работах.

**Тросы двойной свивки** называются тросами тросовой работы. Они изготавливаются свиванием нескольких прядей в один или два слоя вокруг одного металлического, органического или минерального сердечника (рис. 8.4).

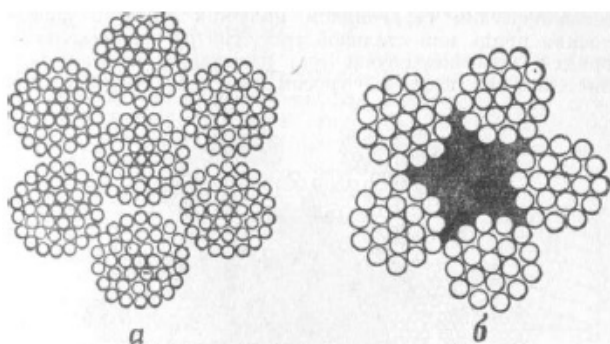


Рис. 8.4. Трос тросовой работы двойной свивки:

- а — с металлическим сердечником;
- б — с органическим или минеральным сердечником

Трехпрядные тросы свиваются без сердечников. (рис. 8.5).

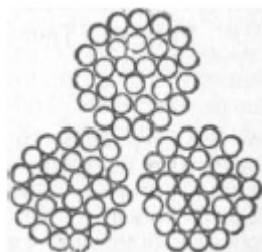


Рис. 8.5. Трехпрядный трос

Центральный сердечник заполняет пустоту в центре троса и предохраняет пряди от проваливания к центру. Металлическим сердечником является обычная проволочная прядь или стальной трос, свитый из нескольких прядей; в первом случае трос называется цельнометаллическим, во втором — тросом со специальным проволочным сердечником. Органические сердечники, изготавливаемые из пеньки, манилы, сизаля или хлопчатобумажной ткани, способствуют образованию круглой формы троса и, будучи пропитаны антикоррозионной, противогнилостной смазкой (вазелином, пушечной смазкой, канатной мазью и др.), предохраняют внутренние слои проволок троса от коррозии, уменьшают трение между ними и таким образом удлиняют срок службы троса. Минеральные сердечники изготавливаются из асбеста и применяются в тросах, предназначенных для работ в условиях высоких температур. Тросы тросовой работы используются для стоячего такелажа, изготовления швартовов, буксиров, тралов, различных стропов, найтовов, шкентелей; они применяются для гиней и бегучего такелажа.

**Тросами тройной свивки** называются тросы кабельной работы (отворотные). Их свивают из нескольких тросов тросовой работы, которые в этом случае называются стрендями (рис. 8.6). Тросы кабельной работы изготавливаются из более тонкой проволоки, чем тросы тросовой работы. Они значительно гибче последних, но в то же время слабее примерно на 25%. Тросы кабельной работы употребляются главным образом там, где требуется особая гибкость, например на легких подъемных механизмах с навивкой троса на барабаны и т. п. Толстые тросы

диаметром 40—65 мм идут на швартовы и буксиры. Наибольшее распространение имеют тросы тросовой работы и особенно шестипрядные, свитые вокруг пенькового сердечника.

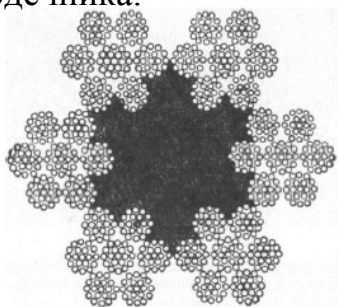


Рис. 8.6. Трос кабельной работы тройной свивки

Пряди тросов двойной и тройной свивки состоят из проволок одинаковых или разных диаметров, свитых вокруг центральной проволоки или органического (минерального) сердечника в один или несколько слоев. В характеристике троса при наличии прядей с органическим сердечником вместо единицы ставится нуль. Запись  $0 + 9 + 15$  означает, что прядь имеет 24 проволоки, свитые в два слоя по 9 и 15 проволок вокруг органического сердечника. Проволоки в отдельных слоях пряди могут иметь линейное, точечное и точечно-линейное касание — ТЛК.

Тросы типа ЛК могут иметь проволоки одинакового диаметра во всех слоях пряди — ЛК-О, двух разных диаметров в верхнем слое пряди — ЛК-Р, разного и одинакового диаметра по отдельным слоям пряди — ЛК-РО и меньшего диаметра, заполняющего пространство между двумя слоями, — ЛК-З.

Тросы типа ТК имеют проволоки или одинакового диаметра, или двух разных диаметров по отдельным слоям пряди.

Тросы типа ТЛК могут иметь проволоки одного диаметра, двух диаметров и разного и одинакового диаметра.

Площадь заполнения сечения троса типа ЛК металлом на 13% выше, чем троса типа ТК, на эту же величину выше суммарная разрывная крепость троса. Работоспособность троса типа ЛК выше в 1,5—2 раза.

Стальные тросы имеют правое и левое направление свивки прядей. В первом случае пряди в тросе свиваются по часовой стрелке и образуют трос прямого спуска (рис. 8.7 в); во втором — против часовой стрелки, образуя трос обратного спуска (рис. 8.7 а).

По виду свивки тросы бывают односторонней, крестовой и комбинированной свивки. Трос, у которого направление свивки наружного слоя проволок в прядях и прядей в трос одинаковое, называется тросом односторонней свивки (рис. 8.7 б). Трос, у которого направление свивки наружного слоя проволок в прядях и прядей в трос различно, называется тросом крестовой свивки (рис. 8.7 а). Трос, свитый из прядей, половина которых имеет правую свивку проволок, а вторая половина — левую, называется тросом комбинированной свивки (рис. 8.7 в).

У тросов односторонней свивки проволоки расположены под углом к оси троса, у тросов крестовой свивки — параллельно оси троса, у тросов комбинированной свивки — елочно.

Заводы-изготовители выпускают тросы крестовой (правой) свивки. Они в наименьшей степени подвержены раскручиванию, не требуют особого обращения и

находят наибольшее применение на кораблях. Тросы остальных видов свивки изготавливаются только по требованию заказчика.

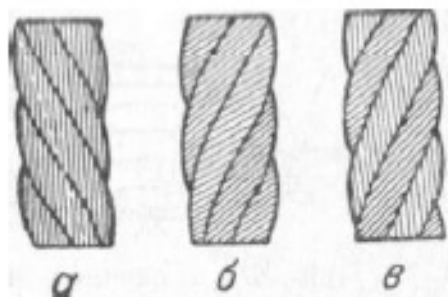


Рис. 8.7. Трос стальной:  
а — левой крестовой свивки;  
б — правой односторонней свивки;  
в — правой комбинированной свивки.

Конструкцию стального троса принято характеризовать формулой:

$$N \times M + L$$

где: N — число прядей в тросе;  
M — число проволок в пряди;  
L — число органических сердечников в тросе.

Например, запись  $6 \times 30 + 7$  означает, что трос свит из 6 прядей, каждая прядь свита из 30 проволок, трос имеет 7 органических сердечников, из которых один общий, и по одному в каждой пряди. Для более подробного обозначения конструкции троса впереди формулы ставят буквы, характеризующие свивку проволок в пряди и соотношение проволок по диаметру. ТК 1×19 означает однопрядный трос с 19 проволоками в тросе при точечном их касании. ЛК-0 7×7 означает семипрядный цельнометаллический трос, по 7 проволок одинакового диаметра в пряди, с линейным касанием в каждой из них.

Полная характеристика троса обозначается записанными в определенном порядке цифрами и буквами. Например, запись ЛК-РО 6×36+1-8-Н-170-В-ЖС-Л-О, ГОСТ 7668—55, означает трос с линейным касанием разного и одинакового диаметра проволок по отдельным слоям пряди, шестипрядный, по 36 проволок в пряди, с одним центральным органическим сердечником, диаметром 18 мм, нераскручивающийся (трос, проволокам которого придают спиральную форму на специальных станках), из проволоки с пределом прочности  $170 \text{ кгс/мм}^2$ , марки В, для жестких условий работы, левой односторонней свивки, ГОСТ 7668—55.

В характеристике конкретного троса применяются и другие обозначения: НК — некрутящийся трос, который при работе не вращается вокруг своей оси (используется для аварийно-спасательных, гидрологических и других работ); К — трос комбинированной свивки.

Трос крестовой правой свивки (обыкновенный, раскручивающийся) специального буквенного обозначения не имеет.

Квадратные тросы



В 1950-х годах появились так называемые «квадратные тросы» — трос плетут из восьми прядей, чередуя их попарно, причем одна пара в тросе идёт по часовой стрелке, а другая — против. Такие тросы получаются мягкими, без скрутин. Они сохраняют эти свойства даже после намокания.

**Тросы дистанционного управления** состоят из прочного стального плетеного троса (сердечника), покрытого смазкой и помещенного в гибкий кожух с полиуретановой оболочкой. На концах троса закреплена арматура (наконечники), фиксирующая положение внешнего кожуха, но допускающая независимые перемещения сердечника внутри него.

### ИЗМЕРЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ТРОСОВ. РАЗРЫВНАЯ И РАБОЧАЯ КРЕПОСТЬ. РАСЧЕТ ТРОСОВ.

Размер тросов определяют двумя способами: либо по длине окружности в английских дюймах, либо по диаметру в миллиметрах. При четном числе прядей толщина троса замеряется штангенциркулем (рис. 8.8), при нечетном — лентой. В последнем случае результат измерения нужно разделить на 3,14. В настоящее время более распространен последний способ.

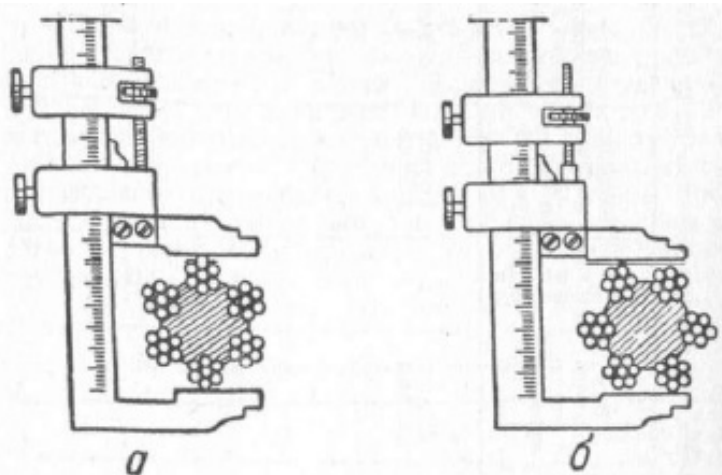


Рис. 8.8. Измерение диаметра троса штангенциркулем:  
а — правильно; б — неправильно

Стальные тросы по требованию заказчика могут изготавливаться любой длины, но не менее 200 м. Наиболее распространены тросы длиной 250, 500, и 750 м.

Относительное удлинение стальных тросов (отношение абсолютного приращения длины троса при растяжении к первоначальной его длине) составляет не более 3%. Это их недостаток, так как при резких рывках тросы рвутся.

Вес стального троса  $W$  в кг выбирается из ГОСТ или рассчитывается:

$$W = K \times L \times D;$$

где:  $K$  — коэффициент;

$L$  — длина троса, м;

$D$  — диаметр троса, см.

Для однопрядных спиральных тросов  $K = 0,52$ , для трехпрядных без органического сердечника  $K=0,40$ , для тросов с одним органическим сердечником  $K = 0,37$ , для тросов с несколькими органическими сердечниками.

**Разрывная крепость** (прочность, разрывное усилие) — минимальная нагрузка, при которой трос рвется. Величина разрывной крепости  $R$  в кгс конкретного троса выбирается из ГОСТ или рассчитывается:

$$R = K \times D^2;$$

где:  $K$  — коэффициент;  
 $D$  — диаметр троса, мм.

Для однопрядных спиральных тросов  $K=70$ , для тросов с одним органическим сердечником  $K=40$ , для тросов с несколькими органическими сердечниками  $K=34$ .

*Примечание.* При измерении троса по окружности коэффициент  $K$  соответственно принимается равным 7,0; 4,0; 3,4.

**Подбор троса** для определенных условий работы производится по рабочей крепости (допустимому натяжению, которое выдерживает трос в процессе работы в течение продолжительного времени без нарушения целостности отдельных проволок или всего троса).

Величина рабочей крепости троса  $P$  определяется как:

$$P = R/n, \text{ кгс}$$

где:  $R$  — разрывная крепость троса, кгс;  
 $n$  — коэффициент запаса прочности (безопасности).

Для тросов, используемых в стоячем такелаже,  $n=4$ , для бегучего такелажа и подъема грузов  $n=6$ , для подъема грузов при больших скоростях подъема  $n=6 \div 10$ , для подъема людей  $n=14$ .

**Пример.** Подобрать стальной гибкий трос для подъема груза 2000 кг. Трос основан в одношкивном подвижном блоке (груз  $W$  удерживается на двух тросах).

*Решение:*

Определяем натяжение (рабочая крепость) троса:

$$P = W/2 = 2000/2 = 1000 \text{ кгс,}$$

При 8-кратном запасе прочности разрывная крепость троса равна:

$$R = P \times n = 1000 \times 8 = 8000 \text{ кгс,}$$

тогда диаметр троса с 7 органическими сердечниками будет равен:

$$D = \sqrt{R/K} = \sqrt{8000/34} = 15,3$$

Диаметр троса можно определить также по ГОСТ. Для этого в таблице ГОСТ 3084—55 (см. табл. 8.1) подбираем разрывную крепость троса, подыскивая в графе «Разрывное усилие троса в целом» число, ближайшее большее к 8000 кгс. Для троса

с пределом прочности проволоки при растяжении 140 кгс/мм<sup>2</sup> такая разрывная крепость равна 8240 кгс и соответствует тросу диаметром  $d = 15,5$  мм.

Стальной трос типа ТК 6×30+7 (прядь 0+12+18) (ГОСТ 3084—55)

Таблица 8.1.

Диаметр троса, мм	Расчетный вес 100м троса, кг	Расчетный предел прочности проволок троса при растяжении, кгс/мм <sup>2</sup>					
		130	140	150	160	170	180
		Разрывная крепость (усилие) троса, кгс					
8,7	22,66	-	2690	1890	3070	3270	3460
9,8	28,59	-	3400	3640	3880	4130	4370
11,0	35,24	3890	4190	4490	4790	5090	5390
13,0	50,89	5620	6060	6490	6920	7360	7780
15,5	69,23	7650	8240	8790	9390	9980	10550
19,5	114,4	12600	13600	14550	15550	16500	17500
22,0	141,2	15500	16750	17950	19200	20400	21550
24,0	170,8	18800	20300	21800	23200	24650	26100
26,0	203,2	22400	24150	25900	27600	29350	31100
28,5	238,6	26300	28350	30450	32450	34500	36500
30,5	276,9	30600	32950	35300	37650	40000	37250
32,5	316,5	34900	37650	40350	43050	45750	48450
35,0	361,4	39950	43050	46100	49150	52250	55300
37,0	408,2	45100	48600	52050	55500	59000	62450
39,0	456,7	50450	54400	58250	62150	66000	69900
43,5	564,6	62400	67200	72000	76800	81600	86250
47,5	683,3	75550	81350	87100	92650	98600	104500
52,0	812,7	89650	96450	103500	110500	11700	124000
56,5	954,8	105000	113000	121500	129500	137500	146000
60,5	1105,8	121500	131000	141000	150000	159500	169000
65,0	1271,2	140000	151000	161500	172500	183500	194500

**П р и м е ч а н и е.** ГОСТ 3084—55 предусматривает изготовление тросов с расчетным пределом прочности тросов отдельных диаметров 120 кгс/мм<sup>2</sup> и выше 180 кгс/мм<sup>2</sup>, а именно: 190, 200, 210, 220 кгс/мм<sup>2</sup>.

## Р А З Н О Е

Стальные канаты (ГОСТ 11127-78) можно купить на деревянных барабанах или металлических барабанах. Допустимый максимальный вес до 400 кг в бухтах с наружным диаметром не более 1200 мм и высоте не более 800 мм, при внутреннем диаметре не менее 15 номинальных диаметров каната.

### *Правила приемки стальных тросов.*

Тросы поставляются на деревянных или металлических барабанах или в бухтах, перевязанных в 4—6 местах (для тросов диаметром до 30 мм при максимальном весе 700 кг). Тросы, служащие для подъема и спуска людей, поставляются только на барабанах.

Каждый трос снабжен биркой, прикрепленной к барабану или бухте, и актом-сертификатом. На бирке указывается: завод, заводской номер троса, условное обозначение, длина, вес, дата изготовления и ГОСТ троса. В сертификате, кроме

того, указывается: тип троса и его условное обозначение, направление и вид свивки, группа оцинковки, расчетный предел прочности проволоки и суммарное разрывное сопротивление всех проволок в тросе, разрывная крепость троса в целом.

При приемке троса следует произвести тщательный наружный осмотр и обмер его, а также проверить конструкцию. Осмотр троса заключается в проверке его свивки, которая должна быть равномерной по всей длине. Трос не должен иметь оборванных, перекрещивающихся, заломанных и натянутых слабее других проволок. На поверхности проволок троса не должно быть вмятин, срезов и ржавчины; трос должен быть круглым по всей длине. Оцинковка проволок должна быть прочной, без трещин. Пряди троса не должны иметь ослаблений, заломов, выпячиваний и западания. Органические сердечники не должны выделять смазывающее вещество и выпячиваться изнутри троса.

После внешнего осмотра производят обмер троса и сверяют его фактическую конструкцию с данными, указанными на бирке и в сертификате, для чего слегка расплетают конец троса и пересчитывают количество прядей, проволок в прядях и количество органических сердечников; проверяют расположение прядей в тросе и проволок в прядях.

Все данные и результаты осмотра записываются в книгу учета тросов.

#### Работа со стальными тросами и уход за ними.

Тросы должны соответствовать условиям работы. Жесткий трос, например, нельзя пропускать через блоки, так как он будет быстро изнашиваться. Для буксиров и оснастки подъемных устройств употребляется гибкий трос.

Направление свивки и порядок навивки троса на барабаны подбирают такими, чтобы в процессе работы трос дополнительно подкручивался. Это увеличивает его плотность, а следовательно, срок службы.

Трос, намотанный на барабан, при погрузке и выгрузке нельзя бросать и подвергать сильным ударам, так как при поломке барабана он может спутаться, а распутать его трудно.

Недопустимо образование петель, так как при натяжении троса они образуют залом, резко понижающую прочность троса и делающую его непригодным. Петлю следует осторожно и правильно развернуть, не допуская вытягивания полузавернутой петли. При распускании бухты трос сматывают за наружный конец, одновременно вращая бухту или барабан (рис. 8.9).

Прежде чем отрубить от бухты отрезок стального троса какой-либо длины, во избежание раскручивания на трос накладывают две марки мягкой проволоки или бензель. Расстояние между марками должно быть от одного до четырех диаметров троса; длина каждой марки — не менее 5-кратного диаметра троса.



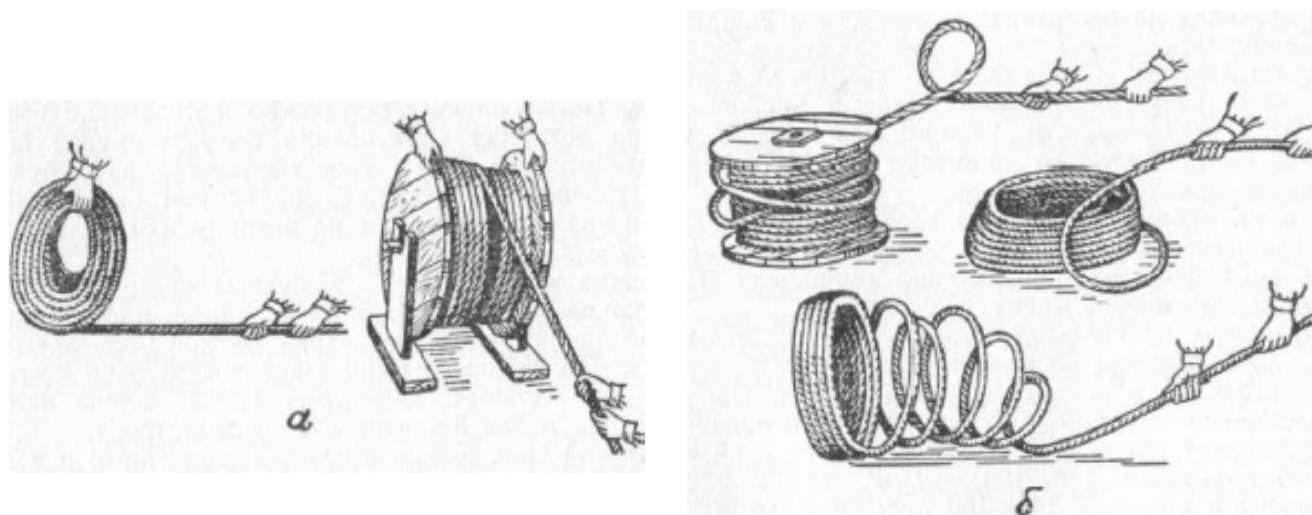


Рис. 8.9. Распускание бухт и барабанов стального троса:  
а — правильно; б — неправильно

В практике широкое применение находят различные патентованные способы заделки концов тросов. При небольшом диаметре троса его конец запрессовывают в концевую металлическую втулку с цилиндрическим отверстием. В процессе запрессовки металл втулки плотно заполняет спиральные канавки между проволоками троса и препятствует выдергиванию последнего под нагрузкой. В простейшем виде такая заделка осуществляется запрессовкой стального шарика (рис. 8.10, а). Прочность такой заделки на отрыв составляет 60—80% разрывной нагрузки троса.

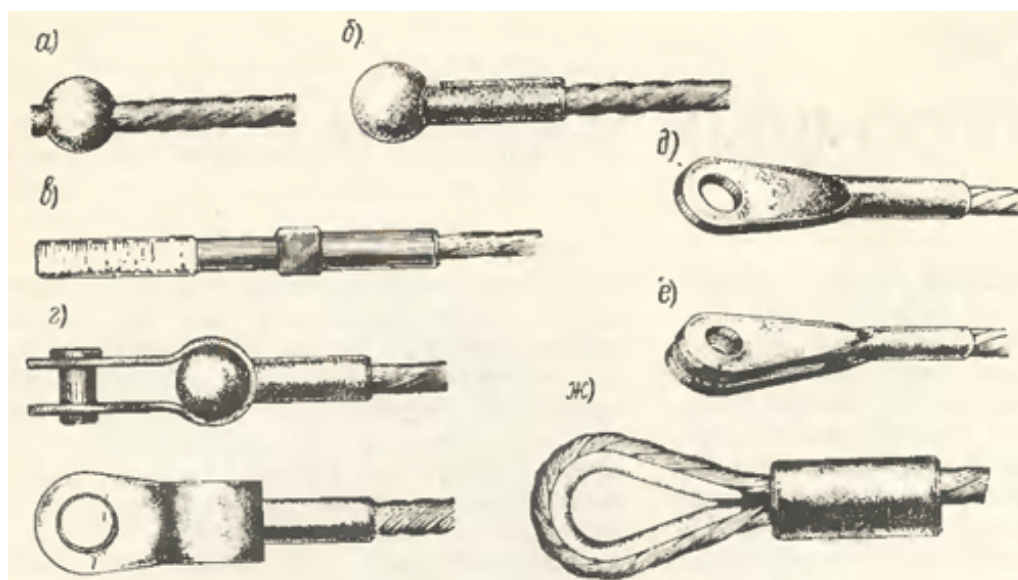


Рис. 8.10 Заделка концов троса запрессовкой:  
а — шариком; б — втулкой с шариком; в — втулкой с резьбой для талрепа; г — крепление с втулкой типа б; д, е — втулки с проушиной и вилкой; ж — опрессовка типа огона.

При необходимости обеспечения повышенной прочности заделки, равной 90—100% разрывной нагрузки троса, применяются втулки, которые могут иметь

различное конструктивное оформление, в том числе и вид обычного огона с коушем (рис. 8.10, б—ж).

Для заделки концов троса, имеющего большой диаметр и, следовательно, большую разрывную нагрузку, применяются более надежные конусные втулки (рис. 8.11).

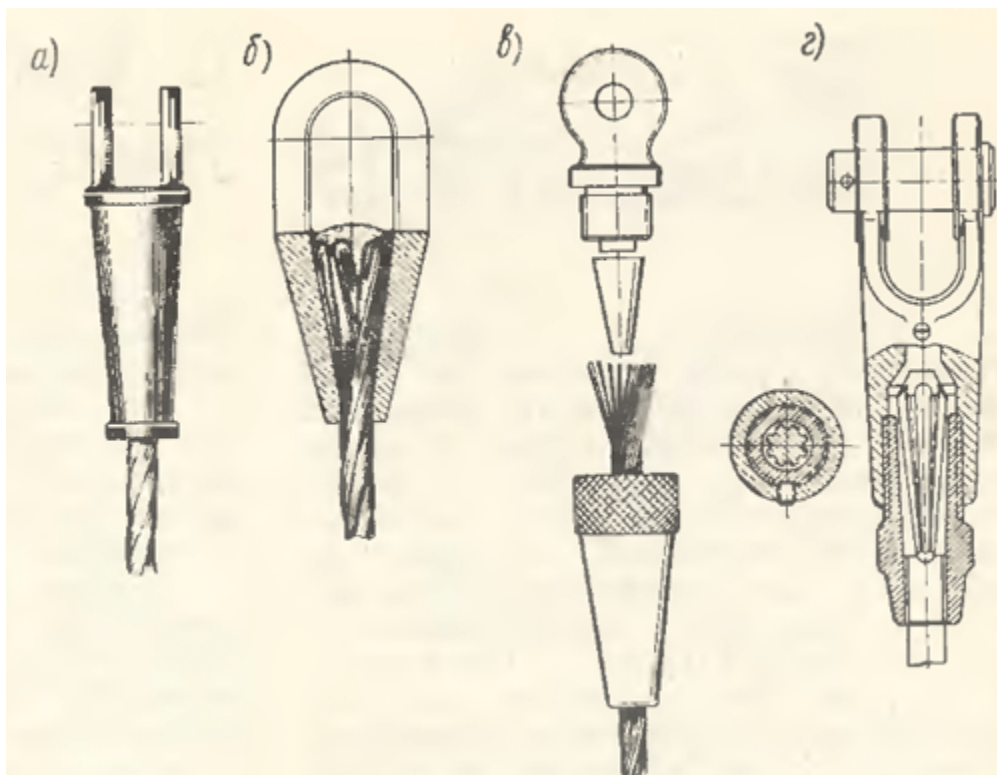


Рис. 8.11. Концевые конусные втулки:  
а — для заливки цинком; б — для заливки баббитом;  
в, г — с вкладным конусным клином.

Наиболее просты втулки с заливкой баббитом или цинком. В первом случае втулки имеют значительную конусность; при заделке трос пропускают через отверстие втулки, затем его конец расплетают и проволоки загибают внутрь втулки (рис. 8.11, б). В мелком судостроении такие втулки применяются сравнительно редко из-за значительного веса и габаритов.

Втулки для заливки цинком имеют небольшую конусность (около  $1/10$ ) и длину около  $12 d_{тр}$  (рис. 8.11, а). Заливка втулки производится чистым цинком после предварительного травления проволок троса раствором соляной кислоты. При заливке происходит спаивание проволок троса в монолитный конус. Такие втулки показали достаточную прочность заделки при эксплуатации.

Во втулке типа В конец троса удерживается силами трения, возникающими от сжатия расплетенных проволок металлическим конусным клином. Втулка типа Г нормализована и применяется в судостроении (нормаль С1-1307-50. Муфты тросовые). Два последних способа заделки концов троса являются разъемными.

Применение рассмотренных типов концевых заделок связано с необходимостью изготовления специальных деталей, а в случае опрессовки и применения специального ручного или механического пресса. Однако втулки

незаменимы при креплении жестких тросов конструкции 1×19 и 7×7р. а в некоторых случаях — обеспечивают меньший вес и габариты крепления, чем заплетка огонов.

Вязать узлы из стального, даже гибкого троса не следует. Два стальных троса соединяют с помощью скобы, заведенной в коуши на концах троса. При высококачественном выполнении соединения потеря прочности троса составляет около 15% — для тросов с разрывной крепостью проволоки 120—130 кгс/мм<sup>2</sup>, около 20% — при разрывной крепости 140—150 кгс/мм<sup>2</sup> и до 30% — при разрывной крепости проволоки 160—170 кгс/мм<sup>2</sup>. Соединять тросы, предназначенные для подъема и спуска людей, не разрешается.

Нельзя допускать, чтобы один трос зажимал другой или шел по другому.

В местах соприкосновения с острыми выступающими частями под трос ставят деревянные прокладки или подкладывают маты.

Во время эксплуатации тросы необходимо регулярно смазывать. Смазка, обладающая антикоррозионными и противогнилостными свойствами, значительно увеличивает срок службы тросов. Хорошей смазкой является канатная мазь (индустриальная канатная ИК). Применяются также технический вазелин (универсальная низкоплавкая УН), пушечная смазка (УНЗ), солидол синтетический (универсальная среднеплавкая синтетическая УС) и солидол жировой (универсальная среднеплавкая УС). Технический вазелин и пушечную смазку перед употреблением разогревают до 60—80°.

Нельзя употреблять для смазки тросов мазут, дизельное топливо, отработанное машинное масло и другие вещества, содержащие кислоты и щелочи.

Тросы смазывают не реже одного раза в три месяца и каждый раз после пребывания троса в воде. Тросы, находящиеся на хранении, смазывают не реже одного раза в год. Перед смазкой с тросов металлическими щетками удаляют старую засохшую мазь и грязь. Смазка наносится нежирным слоем ветошью. При обнаружении ржавчины трос нужно смотать с барабана, очистить от ржавчины, протереть ветошью, смоченной в уайт-спирите, протереть досуха, смазать и намотать заново. Консервированная смазка удаляется ветошью.

Тросы с органическими сердечниками нельзя держать в местах с высокой температурой, так как сердечники могут перегореть.

Лопнувшие проволоки коротко обрезают, а трос в этих местах обматывают мягкой проволокой. На концы троса во избежание раскручивания накладываются прочные проволочные марки.

Тросы для подъема грузов и людей считаются непригодными к эксплуатации, если число лопнувших проволок по длине, равной восьми диаметрам троса, составляет больше 10% их общего числа или лопнула целая прядь.

#### Как подручными средствами отличить синтетические тросы:

- Если образец не тонет в воде, значит он изготовлен из полиэтилена, если тонет, то это либо полиамид, либо полиэфир.
- Образцы подвергают воздействию открытого огня. Если при сгорании идет темный дым и образец плавится, то это полиэфир, если он плавится без изменения окраски, то это полиамид, полипропен или полиэтилен.

- Если образец смочить 90%-ным фенолом или 85%-ной муравьиной кислотой (несколько капель на стеклышке) и волокно растворится, то это полиамид, если образец не растворится — полиэфир; если не растворится и сохранит гибкость — полипропен или полиэтилен.
- Неокрашенный нейлоновый трос имеет между прядями светлую окраску, трос из полиэфирного шелка отличается большим металлическим блеском.

#### Контрольные вопросы:

- 1) Что называется тросом, веревкой, канатом?
- 2) Какие троса называют тросом кабельной работы, и какие тросовой работы?
- 3) Что понимают под термином «трос одинарной, двойной или тройной свивки»?
- 4) Что подразумевается под рабочей крепостью троса?
- 5) Перечислите Правила приемки тросов.

Выбор строительных машин по технико – экономическим показателям.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эффективность использования любой техники (машины) – это технико-экономическая характеристика степени приспособленности машин к выполнению определенной работы, строительного процесса в конкретных условиях. Она зависит от параметров машин и производственного процесса.

При выборе машин для производства определенного вида и объема строительного-монтажных работ (СМР) необходимо обязательно учитывать технологию процесса и технико-экономические показатели для сопоставления сравниваемых комплектов. Оценка экономической эффективности использования машин производится системой показателей: себестоимость, приведенные затраты, трудоемкость и продолжительность механизированных работ, капитальные вложения в средства механизации (основные): расходы энергии, топлива, металла; удельная металлоемкость; годовая производительность; выработка на одного рабочего; срок службы и возраст машины; степени универсальности, мобильности, комфортности (эргономика), улучшения условий труда (дополнительные или общие). Частные показатели зависят от конструктивных особенностей машины, принципа действия, типа силового и ходового оборудования, области применения и т.п. -Стоимость строительного-монтажных работ, выполненных с помощью дорожно-строительных машин (ДСМ), механизмов и оборудования, складывается из постоянных, единовременных и эксплуатационных расходов. Постоянные расходы включают три группы отчислений:

- ✓ – на погашение стоимости машины;
- ✓ – на капитальный ремонт техники;
- ✓ – на содержание базы и гаражей механизации, ремонт путей и дорог стройплощадки.

Первые две группы расходов называются амортизационными. Постоянные расходы рассчитывают на один год работы машины.

Единовременные расходы включают:

- 1 – доставку машины на объект, подготовку и содержание временных путей и дорог и конструкций (фундаменты, эстакады, навесы и т.п. для установки машины);
- 2 – монтаж машины с подводкой сетей электроэнергии и водоснабжения, освещение мест работы;
- 3 – пробный запуск на рабочем месте смонтированной машины;
- 4 – перестановка машины при работе на нескольких рабочих местах строительной площадки;
- 5 – демонтаж машины и временных наземных путей и конструкций;
- 6 – обратная доставка машины на базу механизации.

Эти расходы учитывают затраты, производимые в разовом порядке и предназначенные для подготовки машины к работе на ее рабочем месте и для демонтажа всего оборудования по окончании работ.

Для самоходных машин (автокранов, тракторов, бульдозеров, скреперов и др.), которые не требуют монтажа и демонтажа, единовременные расходы незначительны.

Эксплуатационные расходы складываются из:

- заработной платы машинистов и рабочих, обслуживающих строительные машины, производственное оборудование;
- расходов на все ремонты машины (кроме капитального);
- стоимости электроэнергии, топлива, воды, смазочных и обтирочных материалов;
- расходов по замене изношенных рабочих органов и инструментов, канатов, тросов и т.п.

Важнейший показатель работы машины – ее производительность, то есть количество продукции, выработанное за определенный период времени (т/ч, м<sup>3</sup>/см, м<sup>2</sup>/мес, м/год). По этому показателю судят о достоинствах данной машины по сравнению с другими. Производят расчеты при проектировании организации механизированных работ, определяют требуемое количество машин для выполнения заданного объема работ в установленный срок. По эксплуатационной производительности определяют потребность в машинах при заданной часовой производительности, оценивают варианты технологии и организации работ, эффективность применения новых машин.

Экономические требования, предъявляемые к машинам, заключаются в том, что стоимость единицы получаемой продукции должна быть минимальной. Это возможно при невысокой стоимости машины, малых эксплуатационных расходах и наибольшей ее производительности.

Однако во многих случаях при выборе машин следует отдавать предпочтение получению максимальной производительности даже при некотором повышении стоимости единицы продукции. Важным является также наименьший расход энергии, выражаемый через показатель удельной энергоемкости машины, равный отношению мощности двигателей машины к емкости рабочего органа, производительности или силе тяги.

При выборе отдельной машины или комплекта машин следует предусматривать:

- ✓ минимальную удельную металлоемкость;
- ✓ простоту конструкции и удобство управления;
- ✓ низкий удельный расход энергии;
- ✓ хорошую маневренность, проходимость, высокие рабочие скорости и производительность;
- ✓ легкость монтажа и демонтажа;
- ✓ широкое применение сменного оборудования;
- ✓ надежность в работе и высокую износоустойчивость;
- ✓ комфортность (эргономику) и техническую эстетику.

Обеспечивая эти показатели и правильно эксплуатируя машины, обеспечиваются хорошие технико-экономические показатели (ТЭП) работы строительных машин.

Выбор комплекта машин – процесс принятия управленческого решения с целью определения состава машин, необходимого по техническим и технологическим параметрам для выполнения конкретного вида и объема строительных и монтажных работ или их технологических комплексов. Этот процесс включает:

- определение качественного состава комплекта - машин с техническими параметрами, позволяющими выполнить предстоящие работы;
- подбор количественного состава, при котором суммарная производительность машин обеспечивает требуемую интенсивность выполнения работ;
- технико-экономическое сравнение вариантов комплекта машин по оптимальному критерию (отражает цель выбора и определяет наиболее предпочтительный вариант).

Выбор конкретного вида машин по определению типа и их количества производится на основании сравнения альтернативных предварительных вариантов или решений. Оценив и взвесив все технико-экономические показатели различных вариантов механизации строительно-монтажных работ, представляется возможным осуществить выбор наиболее рационального вида машин, техники, механизмов и оборудования.

Современный комплекс показателей оценки качества строительных и дорожных машин ориентируется на человеческий фактор, социальные факторы, эксплуатационные свойства машин, показатели назначения. При сертификации машин строительного комплекса определяются показатели безопасности, эргономики и экологии.

Весь комплекс эксплуатационных свойств машин состоит из пяти систем:

I система - *социальные показатели качества машины*, влияющие на жизнь, здоровье, эстетические потребности граждан, сохранность имущества и окружающей среды. Это показатели безопасности, эргономичности экологичности и эстетичности.

II система - *функциональное назначение машины*, рассматривает четыре показателя: энергоэффективность, проходимость, универсальность и информативность.

III система - *показатели ресурсопотребления машины*, характеризуют экономичность её эксплуатации. Это квалификация персонала, эксплуатационная материалоемкость, трудоемкость выполнения работ по обслуживанию, потребность в запасных частях

IV система - *показатели сервиса* - надежность, гарантии изготовителя и развитие сервисной сети, обеспеченность технической документацией, возможность и условия лизинга машин.

V система - *показатели эффективности машин* (интегральный показатель качества) - производительность, цена эксплуатации, прибыль от эксплуатации, область рационального применения машин.

Существует способ который позволяет намного проще осуществлять технико-экономическую оценку различных вариантов по выбору надежной машины с обеспеченным сервисным сопровождением.

Выбор производится в конечном счете исходя из стоящих перед производителем работ целей, а именно: сокращение времени строительства, экономия материальных и энергетических ресурсов, экономия финансовых средств, обеспечение назначенного ресурса, создание комфортных условий труда и т.д. Эффективность использования строительных машин зависит от технических и технологических параметров машины и условий её эксплуатации.

Важнейшие технико – экономические показатели строительных машин, используемые для сравнения вариантов механизации СМР.

Таблица 9.1.

№ п/п	Наименование показателя	Обоз.	Ед. изм.	Расчетная формула	Примечание
1	Материалоемкость машины	G	т ч / м <sup>3</sup>	$G = M/\Pi_9 = M/q$	
2	Энергоемкость машины	Э <sub>м</sub>	кВт ч/м <sup>3</sup>	$\text{Э}_m = N_{\text{дв}}/\Pi_9$	
3	Средняя норма расхода топлива (по действующим нормам, по данным актов испытаний)	G <sub>т</sub>	г/(кВт ч)	$G_t = q_{\text{уд}} K_B K_3 K_{\text{д.м.}} N_e$	для бензиновых ДВС – 334, для дизелей – 255
4	Удельный расход топлива на единицу эффективной мощности двигателя	q <sub>уд</sub>	г/(кВт ч)	$q_{\text{уд}} = (V_{\text{т}} \rho / N_e \times t) \times 10^3$	
5	Стоимость 1 машино-часа работы машины	C <sub>м-ч</sub>	руб.	$C_{\text{м-ч}} = (\Pi \times A) / 820 \times T_{\text{год}} \times n + (\Pi_{\text{м.д.}} + \Pi_{\text{т}}) / T_{\text{ч}} + P + O + \text{Э}_m + M_c + 3M$	
6	Себестоимость единицы продукции	C <sub>ед.</sub>	руб./м <sup>3</sup>	$C_{\text{ед.}} = C_{\text{м-ч}} / \Pi_9$	
7	Суммарные приведенные затраты	Z	руб.	$Z = C_{\text{т}} + E_{\text{н}} \times K$	
8	Удельные приведенные затраты	Z <sub>уд</sub>	руб.	$Z_{\text{уд}} = Z / \Pi_{\text{эгод}}$	
9	Выработка на одного рабочего	B	м <sup>3</sup> /ч	$B = \Pi_9 / n_p$	
10	Срок окупаемости	T <sub>ок</sub>	год	$T_{\text{ок}} = K / \text{Э}_{\text{год}}$	
11	Уровень комплексной механизации	У <sub>к.м.</sub>	%	$U_{\text{к.м.}} = (A_{\text{к.м.}} / A_0) \times 100$	
12	Механовооруженность строительства	M <sub>с</sub>	%	$M_c = (C_m / C_0) \times 100$	
13	Механовооруженность труда	M <sub>т</sub>	руб.	$M_t = C_m / n_p$	
14	Энерговооруженность труда	Э <sub>т</sub>	кВт	$\text{Э}_t = \Sigma N_{\text{дв}} / n_p$	
15	Годовой экономический эффект	Э <sub>г</sub>	руб.	$\text{Э}_g = (Z_{\text{уд}}^b - Z_{\text{уд}}^v) \times \Pi_{\text{эгод}}$	
16	Прибыль стройфирмы	П	руб.	$\Pi = B_p - C_{\text{т}} \times H$	

Расшифровка обозначений, входящих в формулы таблицы:

M — масса машины, т;



- $P_3$  — эксплуатационная производительность машины циклического или непрерывного действия (т/ч, м<sup>3</sup>/ч, м<sup>7</sup>ч, м/ч);  
 $Q$  — главный параметр машины (емкость рабочего органа, грузоподъемность и др.);  
 $N_{дв}$  — мощность силовой установки или суммарная мощность двигателей машин, кВт;  
 $V_T$  — объемный расход топлива, л, за рассматриваемый промежуток времени  $t$ , ч;  
 $Q$  — плотность топлива, кг/л;  
 $K_B=0,65\div 0,80$  — коэффициент использования двигателя по времени;  $K_5=1,03$  — коэффициент, учитывает расход топлива на запуск и регулирование работы двигателя;  $K_{д.м}=0,4\div 0,9$  — коэффициент использования двигателя по мощности;  
 $N_e$  — номинальная эффективная мощность двигателя, кВт;  
 $C$  — расчетная цена машины, руб.;  
 $C_{м.д.}$  — цена одного монтажа и демонтажа машины, руб.;  
 $C_T$  — цена транспортирования машины на объект с базы или другого объекта, руб.  
 $A$  — амортизационные отчисления, %;  
 $T_{год}$  — количество дней работы машины в году;  
 $T_ч$  — время работы машины на объекте, ч;  
 $n$  — количество смен работы машины в течение суток;  
 $Z_m$  — заработная плата машиниста и обслуживающих машину рабочих, руб.;  
 $P, O, Э_m, M_c$  — затраты за 1ч работы машины соответственно на: техническое обслуживание и текущий ремонт, на замену и ремонт сменной оснастки, на энергоматериалы, на смазочные материалы, руб.;  
 $C_T$  — себестоимость годового объема продукции машины, руб.;  
 $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  
 $E_n = 0,15$  — для мощных машин;  $E_n = 0,4\div 0,5$  — для маломощных машин;  
 $K$  — единовременные капитальные вложения на создание или покупку машины, руб.;  
 $P_{эгод}$  — эксплуатационная годовая производительность машины;  
 $n_p$  — среднесписочное количество рабочих;  
 $Э_{год}$  — годовая экономия от внедрения новой машины, руб.;  
 $A_{км.}$  — объем работ, выполненный средствами механизации;  
 $A_o$  — общий объем выполненных работ;  
 $C_m$  — балансовая стоимость средств механизации, тыс.руб.;  
 $C_o$  — стоимость годового объема СМР, тыс.руб.;  
 $Z_{уд}^o$  — удельные приведенные затраты по базовой (существующей) машине;  
 $Z_{уд}^B$  — удельные приведенные затраты по новой (вновь разработанной) машине;  
 $B_p$  — выручка от реализации строительной продукции, руб.;  
 $H$  — общая сумма налогов и выплаты балансовой прибыли (платежи за трудовые и природные ресурсы, производственные фонды и кредит, отчисления в государственный бюджет, вышестоящим организациям и т.д.).

## Контрольные вопросы:

- 1) от чего зависит эффективность использования строительной машины?
- 2) Объясните, на какой срок рассчитываются постоянные расходы по содержанию строительных машин, и какие отчисления относятся к ним.
- 3) Перечислите, какие расходы по содержанию строительных машин относятся к единовременным.
- 4) Что необходимо учитывать при выборе отдельной машины или комплекта машин?

## ЛИТЕРАТУРА

- 1) Добронравов С.С., Добронравов М.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учебник для строительных специальностей ВУЗов. – М.: Высш. шк., 2008. – 575 с.: ил.
- 2) Волков Д. П., Алешин Н. И., Крикун В. Я., Рынсков О. Е.; Под ред. Волкова Д. П. Строительные машины: Учебник для вузов - М.: Высш. шк., 2002. – 319 с.: ил.
- 3) Ерохин М.Н., Казанцев С.П. Подъемно–транспортные машины: Учебник для вузов. - М.: Колос, 2010. - 436 с.: ил.
- 4) Волков Д. П., Крикун В. Я., Тотолин П. Е. и др.; Под ред. Волкова Д. П. Машины для земляных работ: Учеб. для ВУЗов - М.: Машиностроение, 1992. - 448 с.: ил.
- 5) Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и оборудование: Справочник для ВУЗов и инж.-техн. раб.- М.: Высш. шк., 2006.- 445 с.: ил.
- 6) Белецкий Б.Ф., Булгакова И.Г. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие для инженерно-технических работников строительных организаций, студентов строительных вузов, факультетов и техникумов. Изд. Второе, переработ. и дополн. – Ростов н/Д.: Феникс., 2005.- 608 с.
- 7) Горячев М.Г., Лугов С.В. Средства дорожной механизации: технические характеристики и расчет производительности: учебное пособие / МКГП. – М.,2003. – 67с.
- 8) Горячев М.Г., Денисов О.Л., Старцева Л.Н., Фаттахов М: М. Машины и механизмы для дорожных работ. Технические характеристики и расчет производительности: учебное пособие / УГНТУ. – Уфа., 2010. – 75с.
- 9) Мельничук А. Вибротехника // Строительство и реконструкция. 2001. 8 июня 2006.
- 10) электронные ресурсы: [www. all – ebooks.com](http://www.all-ebooks.com)