

**РОСЖЕЛДОР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» (РГУПС)
ТИХОРЕЦКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА -
ФИЛИАЛ РГУПС
(ТТЖТ – ФИЛИАЛ РГУПС)**

Берёзкина Т. А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПОДГОТОВКЕ
К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И СРЕДСТВА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

**для специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений**

**ТИХОРЕЦК
2016**



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

Н.Ю.Шитикова

2016 г.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации
строительные машины и средства малой механизации для специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум
железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ –
филиал РГУПС)

Разработчик:

Т. А. Берёзкина, преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рецензенты:

Т. А. Веселова, преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

В. В. Перевозчиков, преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией №10 «Специальных дисциплин».

Протокол заседания №1 от 01 сентября 2016 г.

Содержание

Пояснительная записка	4
Типовые задания	6
Вопросы к экзаменационным билетам.....	9
Контрольные карточки	11
Тестовый контроль	15
Ключ к тестам	19
Лекции за I семестр.....	55
Лекции за II семестр	99
Список литературы	

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическая разработка «Методические указания по подготовке к промежуточному экзамену по теме 1.5 «Назначение строительных машин и средств малой механизации», МДК 02.01 Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов, ПМ 02 Выполнение технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов предназначена для студентов дневного и заочного отделений специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Данная методическая разработка содержит:

- задания- разминку в виде тестов и ответов к ним;
- вопросы для проведения промежуточного экзамена;
- тестовый контроль с ключом, как проверка уровня усвоения фактического материала по пройденной теме,
- контрольные карточки по разделам;
- лекции по дисциплине за I и II семестры;
- список используемой литературы;

Вопросы и тестовые задания охватывают весь объем учебного материала, изученного студентами за курс обучения, рационально и четко распределены и входят в следующие разделы:

- приводы строительных машин;
- технические средства автоматики и основы автоматического регулирования;
- ходовое оборудование строительных машин;
- транспортные и транспортирующие машины;
- грузоподъемные машины;
- погрузочно - разгрузочные машины;
- машины и оборудование для земляных работ;
- машины и оборудование для свайных работ;

- машины и оборудование для переработки каменных материалов;
- машины и оборудование для приготовления бетонных смесей и строительных растворов;

- машины и оборудование для отделочных и кровельных работ. Ручные машины

Вопросы были рассмотрены на заседании цикловой комиссии специальности 08.02.01, утверждены заместителем директора по учебной работе.

Контроль знаний перед экзаменом предлагается в тестовых заданиях.

Тесты охватывают весь объем учебного материала, изученного студентами второй курс (третий и четвёртый семестры). С их помощью можно получить, например, информацию об уровне усвоения элементов знаний, о сформированности умений и навыков студентов по применению знаний в различных ситуациях.

Варианты правильных ответов представлены после тестового материала.

Типовые задания**Назначение строительных машин и средств малой механизации в строительстве**

Вариант 1

Блок 1*Выберите один верный ответ(1б)*

1. Способность машины работать, передвигаться и разворачиваться называют:

1. Манёвренностью
2. Проходимостью
3. Мобильностью
4. Устойчивостью

2. Способность машины перемещаться с объекта на объект за определённое время называют:

1. Манёвренностью
2. Проходимостью
3. Мобильностью
4. Устойчивостью

3. Способность машины перемещаться с требуемой скоростью по различным деформируемым основаниям

1. Манёвренностью
2. Проходимостью
3. Мобильностью
4. Устойчивостью

4.Способность машины противостоять действию сил, стремящихся ее опрокинуть, называют

1. Манёвренностью
2. Проходимостью
3. Мобильностью
4. Устойчивостью

5. Свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени без вынужденных перерывов, называют:

1. Надёжность
2. Безотказность
3. Долговечность
4. Работоспособность

6.Нарушение работоспособности машины, называют:

1. Безотказность
2. Долговечность
3. Работоспособность
4. Отказом

7.Состояние машины, при котором она может нормально функционировать, сохраняя заданные параметры, называют:

1. Безотказность
2. Долговечность
3. Работоспособность
4. Отказом

8. Свойство машины сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния, называют:

1. Безотказность
2. Долговечность
3. Работоспособность
4. Отказом

9. Свойство машины сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после срока хранения и транспортирования, называют:

1. Безотказность
2. Долговечность
3. Работоспособность
4. Сохраняемость

10. По степени подвижности машины делят на(исключите неверный ответ):

1. Стационарные
2. Переносные
3. Передвижные
4. Подвесные

11. Назовите передачу с пониженным передаточным числом:

1. Червячная
2. Зубчатая
3. Ременная
4. Цепная

12. Назовите механическую передачу с наиболее высоким КПД

1. Червячная
2. Зубчатая
3. Ременная
4. Цепная

13. Расстояние от поверхности дороги до наиболее низкой точки ходового оборудования, называют:

1. Клиренс
2. Маневренность
3. Проходимость
4. Устойчивость

14. Высокие скорости передвижения обеспечивает

1. Рельсоколёсный ход
2. Гусеничный ход
3. Пневмоколёсный ход
4. Все вышеперечисленные

15. Назовите транспортирующие машины

1. Ковшовые элеваторы
2. Вилочный погрузчик
3. Лебёдка
4. Электроталь

16. Назовите электрические ручные машины:

1. Сверлильные машины
2. Молотки
3. Трамбовки
4. Ломы

Блок 2

(дополните предложения, заполните пропущенные слова – 2б)

17. По типу ходового оборудования различают машины на _____ и _____ ходу

18. Какая машина предназначена для ведения планировочных работ _____

19. Устройство, совершающее полезную работу с преобразованием одного вида энергии в другой называют _____

20. Совокупность подвижно соединённых звеньев, совершающих под действием приложенных сил определённые движения, называют _____

21. Общее свойство машины, обусловленное её безотказностью и долговечностью, называют _____

22. Преимущества двигателей внутреннего сгорания _____

23. _____ - источник сжатого воздуха, используемый в системах управления машинами

24. Для передачи вращательного движения между параллельными валам, расположенными на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга применяют _____ передачи

Блок 3 (кейс-задача – 3б)

25. Произведите расчёт полиспаста по заданной массе и высоте его подъёма о определением разрывного усилия в канате, определите геометрические размеры барабана: грузоподъёмность - 140 кН, кратность полиспаста – 3, высота подъёма - 12 м, КПД полиспаста – 0,95, режим работы - тяжёлый

Вариант 2

Блок 1

Выберите один верный ответ

1. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:

- 1) ременная
- 2) зубчатая
- 3) фрикционная
- 4) цепная

2. Что служит опорами валов и вращающихся осей, а также вращающихся деталей на неподвижных осях:

- 1) муфта
- 2) вал
- 3) подшипник
- 4) ось

3. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:

- 1) двигатель
- 2) ресивер
- 3) муфта
- 4) датчик

4. Для измерения скорости ветра при работе строительных кранов используют:

- 1) генератор
- 2) анемометр
- 3) сигнальная лампа
- 4) десемрометр

5. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:

- 1) логическое устройство

- 2) усилитель
- 3) микропроцессор
- 4) счётчик импульсов

6. Наиболее дорогой вид транспорта:

- 1) водный
- 2) железнодорожный
- 3) воздушный

7. Средства безрельсового транспорта с собственным двигателем предназначены для перевозки грузов:

- 1) грузовой автомобиль
- 2) трактор
- 3) самосвалы

8. Ковшовые конвейеры применяют:

- 1) для штучных грузов
- 2) перемещения материалов в ковшах в различных направлениях
- 3) транспортирования

9. Что применяют для вертикальных перемещений грузов и людей:

- 1) домкраты
- 2) подъёмники
- 3) лебёдки
- 4) вышки

10. Назначения строительных подъёмников:

- 1) для подъёма грузов и людей на этажи зданий
- 2) перемещения грузов
- 3) подачи сыпучих материалов

11. Валы передач вращательного движения соединяют между собой приводными или сцепными...

- 1) муфтами
- 2) осями
- 3) валами
- 4) подшипниками

12. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:

- 1) ременная
- 2) зубчатая
- 3) фрикционная
- 4) цепная

13. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:

- 1) двигатель
- 2) ресивер
- 3) муфта
- 4) датчик

14. Строительные процессы, в которых заняты машины, называются:

- 1) механизированные
- 2) автономными
- 3) производственными
- 4) архитектурными

15. В технической документации каждую модель машины обозначают:

- 1) классом
- 2) группой
- 3) ГОСТом
- 4) индексом

16. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:

- 1) логическое устройство
- 2) усилитель
- 3) микропроцессор
- 4) счётчик импульсов

Блок 2

17. Укажите у какого крана мост опирается на одну жёсткую опору и на конструкцию здания _____

18. Назовите устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени _____

19. Дайте название модели, согласно технической документации _____

20. Укажите назначения строительных подъёмников _____

21. Закончите фразу: процесс разделения кусков каменных пород на более мелкие части при помощи машин называют - _____

22. Заполните пропущенные места в тексте: Валковые дробилки состоят из двух гладких или зубчатых _____, вращающихся _____ друг от друга / навстречу друг другу

23. Заполните пропущенные места в тексте: Щековая дробилка приводится в действие от _____ через _____ передачу

24. Назовите основной недостаток автомобильных кранов _____

Блок 3 (кейс-задача)

25. Проиндексируйте: кран стреловой самоходный четвёртой размерной группы, на шасси с гибкой подвеской стрелового оборудования, вторая модель для холодного климата

Критерии оценки:

КОС в целом оценивается суммарным баллом, полученным студентом за выполнение всех заданий.

25 заданий: 16 - знать, 8 – уметь, 1- кейс задание.

16 – оцениваются 16; 8 – оцениваются 26; 1 – оцениваются 36

Максимальное количество баллов составляет – 35 баллов

Шкала оценки образовательных достижений

«5»	«4»	«3»	«2»
31-35	26-30	21-25	20 и менее

Таблица правильных ответов

Вариант 1

Блок 1		Блок 2		Блок 3	
Задание	Ответы	Задание	Ответы	Задание	Ответы
1	1	17	гусеничный, колёсный	25	$S_p=29470H, D_6=660\text{мм}, e_{II}=530\text{ мм}$
2	3	18	автогрейдер		
3	2	19	машина		
4	4	20	механизм		
5	2	21	надёжность		
6	4	22	независимость от источника внутреннего сгорания, небольшая масса		
7	3	23	компрессор		
8	2	24	цепные		
9	4				
10	4				

11	1
12	2
13	1
14	3
15	1
16	1

Вариант 2

Блок 1		Блок 2		Блок 3	
Задание	Ответы	Задание	Ответы	Задание	Ответы
1	2	17	полукозлового	25	КС-4562ХЛ
2	3	18	счётчик импульсов		
3	4	19	индекс		
4	2	20	для подъёма грузов и людей на этажи зданий		
5	4	21	дроблением		
6	3	22	валов, навстречу		
7	1	23	электродвигателя, клиноремённую		
8	2	24	малая грузоподъемность без выносных опор (30% от максимальной)		
9	2				
10	1				
11	1				
12	2				
13	4				
14	1				
15	4				
16	4				

2. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ БИЛЕТАМ:

1. Общие сведения о строительных машинах. Роль машин в строительстве.
2. Полная и частичная механизация. Понятие о малой механизации и её средствах
3. Общая классификация строительных машин. Структура строительной машины
4. Главный, основные и вспомогательные параметры машины
5. Принципы индексации строительных машин
6. Назначение, классификация и структура приводов.
7. Двигатели внутреннего сгорания, применяемые в конструкциях строительных машин
8. Механические трансмиссии. Виды: входные, выходные и внутренние характеристики
9. Электрический привод. Преимущественная область применения в строительных машинах
10. Гидравлические трансмиссии. Классификация. Отличительные особенности устройства и работы.
11. Гидродинамические передачи. Виды, назначения, принцип работы
12. Пневматические трансмиссии. Преимущественная область применения
13. Системы управления строительными машинами.
14. Технические средства автоматики и автоматического регулирования
15. Назначение и классификация ходовых устройств. Предпочтительная область применения
16. Устройство и принцип работы гусеницы. Виды гусениц и преимущественная область их применения
17. Специальные виды ходовых устройств: рельсоколёсное и шагающее. Характеристика. Область применения
18. Задачи, решаемые в тяговых расчётах строительных машин.
19. Виды и общая характеристика строительного транспорта, преимущественные области применения
20. Виды грузов, перемещаемых по трубам; принцип работы трубопроводного транспорта
21. Назначение, область применения и принцип работы грузовых автомобилей общего назначения, колёсных и гусеничных тракторов, пневмоколёсных тягачей
24. Назначение и область применения специализированных транспортных средств
25. Назначение, область применения, принцип работы конвейеров
26. Назначение, область применения, принцип работы автопогрузчиков, погрузчиков (одноковшовых, фронтальных, и др.)
27. Назначение, классификация грузоподъёмных машин. Основные параметры
28. Виды домкратов, назначение, устройство и принцип работы
29. Виды канатов, их параметры, устройство и принцип работы полиспастов

30. Классификация строительных подъемников. Принцип работы грузовых мачтовых и грузопассажирских строительных подъёмников
31. Классификация строительных кранов, Система индексации
32. Понятие об устойчивости свободностоящих кранов. Устройство безопасности работы кранов
33. Технический надзор и техническое освидетельствование кранов.
34. Назначение и общая классификация погрузочно-разгрузочных машин
35. Способы разработки грунтов. Виды и классификация грунтов по трудности их разработки
36. Виды земляных сооружений и способы их возведения.
37. Механизация земляных работ в строительстве. Классификация машин для земляных работ
38. Способы разработки грунтов. Параметры режущего инструмента
39. Разработка грунтов гидромеханическим способом.
40. Устройство и принцип работы гидромониторов, землеснарядов, землесосов
41. Виды землеройных рабочих органов, их классификация, предъявляемых к ним требования.
42. Общая классификация одноковшовых экскаваторов и бульдозеров, система индексации
43. Сменное рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов.
44. Классификация экскаваторов непрерывного действия
45. Классификация землеройно-транспортных машин. Виды рабочих органов
46. Назначение, устройство и рабочий процесс бульдозера
47. Назначение, область применения и классификация скреперов.
48. Назначение, область применения, устройство, рабочий процесс и производительность автогрейдера
49. Назначение, область применения и классификация бурильных машин
50. Способы разработки мёрзлых грунтов
51. Машины и оборудование для разработки мёрзлых грунтов
52. Способы предохранения грунтов от промерзания и понижения прочности мёрзлых грунтов
53. Способы устройства свайных фундаментов. Машины, для устройства свайных фундаментов
54. Назначение, устройство и рабочие процессы копров и копрового оборудования, свайных молотов, вибропогружателей и вибромолотов
55. Характеристика процесса дробления каменных материалов
56. Способы мойки каменных материалов
57. Схемы устройства и принцип работы гидравлических и гидромеханических классификаторов
58. Общая характеристика процесса производства работ с использованием бетонов и растворов
59. Виды механизированных работ при оштукатуривании поверхностей

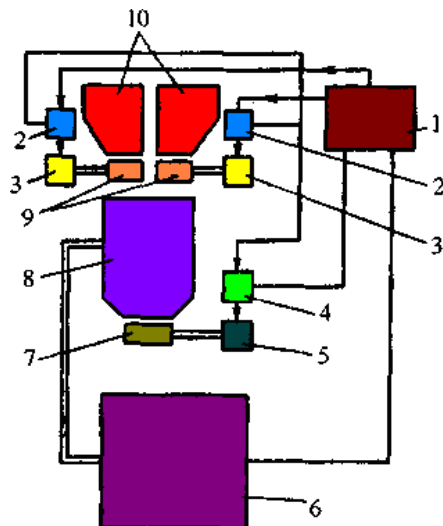
60. Назначение, состав оборудования штукатурного комплекта, принцип действия и производительность растворнасосов
61. Назначение, устройство и принцип работы малярных агрегатов
62. Классификация ручных машин, основные эксплуатационные требования
63. Устройство, рабочие процессы и производительность штукатурных станций и агрегатов, торкретных установок
64. Устройство, рабочие процессы и основные параметры машин для устройства полов, кровель и гидроизоляции
65. Мероприятия по технической эксплуатации строительных машин
66. Виды работ при сдаче строительных машин в эксплуатацию
67. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонтов
68. Измерительно-диагностические комплексы работоспособности строительных машин, сигнализаторы снижения уровня работоспособности
69. Техническое обслуживание и ремонт машин
70. системы автоматического управления производственной эксплуатацией строительных машин
71. Сущность процесса грохочения каменных материалов. Схемы грохочения, оценка их эффективности
72. Классификация грохотов. Схемы устройства и принцип работы, производительность грохотов

Контрольные карточки

Карточка 1

(Раздел 11)

1. Опишите работу функциональной схемы весового дозатора циклического действия:



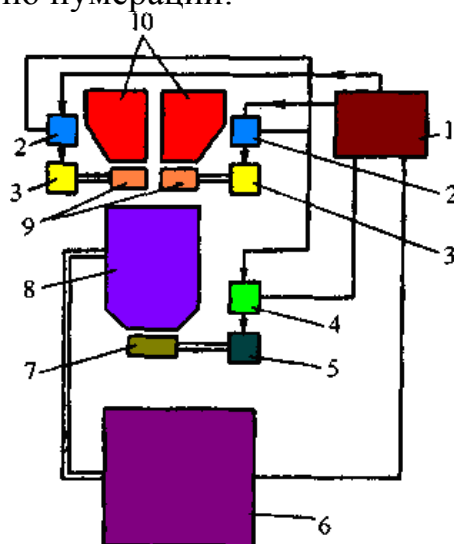
2. Дайте классификацию машин и оборудования для бетонных работ:

Карточка 2

(Раздел 11)

1. Дайте расшифровку схемы, согласно нумерации:

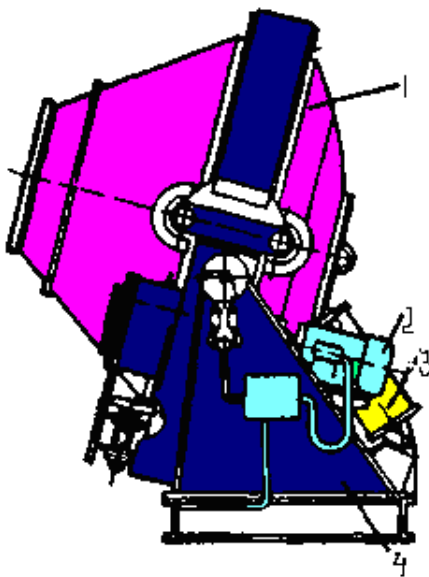
- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –
- 9 –
- 10 –



2. Назначение смесительных машин:

1. Назначение дозатора непрерывного действия:

2. Опишите работу гравитационного бетоносмесителя с указанием элементов



Тестовый контроль

1. Строительные процессы, в которых заняты машины, называются:
а) механизированные б) автономными в) производственными г) архитектурными
2. Устройство, которое посредством механических движений преобразует размеры, формы, свойства строительных материалов:
а) полная механизация б) комбайны в) строительные машины г) частичная механизация
3. В технической документации каждую модель машины обозначают:
а) классом б) группой в) ГОСТом г) индексом
4. Формула для расчета производительности машин непрерывного действия:
а) $Pr = 3600 Q / t_{ц}$ б) $Pr = 3600 F \times U$ в) $Pr = Q_{\Sigma} / T_{общ}$ г) $Pr = K_T \times Pr$
5. Комплекс мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном состоянии:
а) машинный комплект б) техническая эксплуатация в) строительные машины г) техническое обслуживание
6. Какие свойства способствуют предотвращению аварийных ситуаций:
а) эксплуатационные б) физиологические в) эргономические г) атропометрические
7. Энергосиловое устройство, приводящее в движение машину:
а) карбюратор б) насос в) привод г) трансмиссия
8. Трансмиссия, которая не пропускает через себя колебания реактивной внешней нагрузки:
а) неэффективная б) прозрачная в) полупрозрачная г) непрозрачная
9. Устройство для передачи движения от силовой установки, нескольким потребителям энергии – рабочим органам машины:
а) привод б) трансмиссия в) силовая установка г) ДВС
10. Какая передача состоит из двух закрепленных на валах шкифов и охватывающего их ремня:
а) ременная б) червячная в) зубчатая г) фрикционная
11. Какая передача служит для передачи вращательного движения между перекрещивающимися валами;
а) зубчатая б) ременная в) червячная г) фрикционная

12. Что не передаёт вращающего момента, а только поддерживает одно или несколько вращающихся звеньев передачи:

- а) подшипник б) муфта г) ось

13. Тормоз предназначен:

- а) для уменьшения скорости или полной остановки: б) для увеличения скорости в) для расхода топлива

14. Какие клапаны обеспечивают движение рабочей жидкости только в одном направлении:

- а) вторичные б) предохранительные в) обратные

15. Автоматизация строительных машин заключается:

- а) в формировании управляющих воздействий б) в поддержании постоянства или изменения физической величины в) в применении технических средств и систем управления

16. Какие шины могут быть камерными и бескамерными:

- а) маневровые б) пневматические в) гусеничные

17. У какого крана мост опирается на одну жёсткую опору и на конструкцию здания:

- а) полукозлового б) мостового в) козлового

18. Погрузочно – разгрузочные машины предназначены:

- а) для электропогрузки б) автопогрузки в) транспортировки г) погрузки штучных грузов

19. Какие погрузчики предназначены для погрузки сыпучих грузов:

- а) многоковшовые б) фронтальные в) одноковшовые

20. Формула для расчета производительности машин непрерывного действия:

- а) $Pr = 3600 Q / t_{ц}$ б) $Pr = 3600 F \times U$ в) $Пэ = Q_{\Sigma} / T_{общ}$ г) $Пт = Kт \times Пр$

21. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:

- а) ременная б) зубчатая в) фрикционная г) цепная

22. Что служит опорами валов и вращающихся осей, а также вращающихся деталей на неподвижных осях:

- а) муфта б) вал в) подшипник г) ось

23. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:

- а) двигатель б) ресивер в) муфта г) датчик

24. Для измерения скорости ветра при работе строительных кранов используют:
- а) генератор б) анемометр в) сигнальная лампа г) дессемотрометр
25. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:
- а) логическое устройство б) усилитель в) микропроцессор г) счётчик импульсов
26. Наиболее дорогой вид транспорта:
- а) водный б) железнодорожный в) воздушный
27. Средства безрельсового транспорта с собственным двигателем предназначены для перевозки грузов:
- а) грузовой автомобиль б) трактор в) самосвалы
28. Ковшовые конвейеры применяют:
- а) для штучных грузов б) перемещения материалов в ковшах в различных направлениях в) транспортирования
29. Что применяют для вертикальных перемещений грузов и людей:
- а) домкраты б) подъёмники в) лебёдки г) вышки
30. Назначения строительных подъёмников:
- а) для подъёма грузов и людей на этажи зданий б) перемещения грузов в) подачи сыпучих материалов
31. Валы передач вращательного движения соединяют между собой приводными или сцепными...
- а) муфтами б) осями в) валами г) подшипниками
32. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:
- а) ременная б) зубчатая в) фрикционная г) цепная
33. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:
- а) двигатель б) ресивер в) муфта г) датчик
34. Строительные процессы, в которых заняты машины, называются:
- а) механизированные б) автономными в) производственными г) архитектурными

35. В технической документации каждую модель машины обозначают:

а) классом б) группой в) ГОСТом г) индексом

36. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:

а) логическое устройство б) усилитель в) микропроцессор г) счётчик импульсов

37. Какая передача служит для передачи вращательного движения между перекрещивающимися валами;

а) зубчатая б) ременная в) червячная г) фрикционная

38. У какого крана мост опирается на одну жёсткую опору и на конструкцию здания:

а) полукозлового б) мостового в) козлового

39. Погрузочно – разгрузочные машины предназначены:

а) для электропогрузки б) автопогрузки в) транспортировки г) погрузки штучных грузов

40. Энергосиловое устройство, приводящее в движение машину:

а) карбюратор б) насос в) привод

Ключ к тестам

1. Строительные процессы, в которых заняты машины, называются:
а) механизированные б) автономными в) производственными г) архитектурными
2. Устройство, которое посредством механических движений преобразует размеры, формы, свойства строительных материалов:
а) полная механизация б) комбайны **в) строительные машины** г) частичная механизация
3. В технической документации каждую модель машины обозначают:
а) классом б) группой в) ГОСТом **г) индексом**
4. Формула для расчета производительности машин непрерывного действия:
а) $Pr = 3600 Q / t_{ц}$ **б) $Pr = 3600 F \times U$** в) $Pэ = Q_{\Sigma} / T_{общ}$ г) $Pт = Kт \times Pr$
5. Комплекс мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном состоянии:
а) машинный комплект **б) техническая эксплуатация** в) строительные машины г) техническое обслуживание
6. Какие свойства способствуют предотвращению аварийных ситуаций:
а) эксплуатационные б) физиологические в) эргономические г) антропометрические
7. Энергосиловое устройство, приводящее в движение машину:
а) карбюратор б) насос **в) привод** г) трансмиссия
8. Трансмиссия, которая не пропускает через себя колебания реактивной внешней нагрузки:
а) неэффективная б) прозрачная в) полупрозрачная **г) непрозрачная**
9. Устройство для передачи движения от силовой установки, нескольким потребителям энергии – рабочим органам машины:
а) привод **б) трансмиссия** в) силовая установка г) ДВС
10. Какая передача состоит из двух закрепленных на валах шкифов и охватывающего их ремня:
а) ременная б) червячная в) зубчатая г) фрикционная
1. Какая передача служит для передачи вращательного движения между перекрещивающимися валами;
а) зубчатая б) ременная **в) червячная** г) фрикционная

2. Что не передаёт вращающего момента, а только поддерживает одно или несколько вращающихся звеньев передачи:

- а) подшипник б) муфта г) ось

3. Тормоз предназначен:

- а) для уменьшения скорости или полной остановки: б) для увеличения скорости в) для расхода топлива

4. Какие клапаны обеспечивают движение рабочей жидкости только в одном направлении:

- а) вторичные б) предохранительные в) обратные

5. Автоматизация строительных машин заключается:

- а) в формировании управляющих воздействий б) в поддержании постоянства или изменения физической величины в) в применении технических средств и систем управления

6. Какие шины могут быть камерными и бескамерными:

- а) маневровые б) пневматические в) гусеничные

7. У какого крана мост опирается на одну жёсткую опору и на конструкцию здания:

- а) полукозлового б) мостового в) козлового

8. Погрузочно – разгрузочные машины предназначены:

- а) для электропогрузки б) автопогрузки в) транспортировки г) погрузки штучных грузов

9. Какие погрузчики предназначены для погрузки сыпучих грузов:

- а) многоковшовые б) фронтальные в) одноковшовые

10. Формула для расчета производительности машин непрерывного действия:

- а) $Pr = 3600 Q / t_{ц}$ б) $Pr = 3600 F \times U$ в) $Pr = Q_{\Sigma} / T_{общ}$ г) $Pr = K_t \times Pr$

1. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:

- а) ременная б) зубчатая в) фрикционная г) цепная

2. Что служит опорами валов и вращающихся осей, а также вращающихся деталей на неподвижных осях:

- а) муфта б) вал в) подшипник г) ось

3. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:

- а) двигатель б) ресивер в) муфта г) датчик

4. Для измерения скорости ветра при работе строительных кранов используют:
- а) генератор **б) анемометр** в) сигнальная лампа г) дессемотрметр
5. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:
- а) логическое устройство б) усилитель в) микропроцессор **г) счётчик импульсов**
6. Наиболее дорогой вид транспорта:
- а) водный б) железнодорожный **в) воздушный**
7. Средства безрельсового транспорта с собственным двигателем предназначены для перевозки грузов:
- а) грузовой автомобиль** б) трактор в) самосвалы
8. Ковшовые конвейеры применяют:
- а) для штучных грузов **б) перемещения материалов в ковшах в различных направлениях**
в) транспортирования
9. Что применяют для вертикальных перемещений грузов и людей:
- а) домкраты **б) подъёмники** в) лебёдки г) вышки
10. Назначения строительных подъёмников:
- а) для подъёма грузов и людей на этажи зданий** б) перемещения грузов в) подачи сыпучих материалов
1. Валы передач вращательного движения соединяют между собой приводными или сцепными...
- а) муфтами** б) осями в) валами г) подшипниками
2. Какая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колёс:
- а) ременная **б) зубчатая** в) фрикционная г) цепная
3. Средство измерения, преобразующие измеряемую физическую величину в сигнал для передачи:
- а) двигатель б) ресивер в) муфта **г) датчик**
4. Строительные процессы, в которых заняты машины, называются:
- а) механизированные** б) автономными в) производственными г) архитектурными

5. В технической документации каждую модель машины обозначают:

а) классом б) группой в) ГОСТом **г) индексом**

6. Устройства для отчёта и запоминания числа поступивших электрических импульсов за некоторый промежуток времени:

а) логическое устройство б) усилитель в) микропроцессор **г) счётчик импульсов**

7. Какая передача служит для передачи вращательного движения между перекрещивающимися валами;

а) зубчатая б) ременная **в) червячная** г) фрикционная

8. У какого крана мост опирается на одну жёсткую опору и на конструкцию здания:

а) полукозлового б) мостового в) козлового

9. Погрузочно – разгрузочные машины предназначены:

а) для электропогрузки б) автопогрузки в) транспортировки **г) погрузки штучных грузов**

10. Энергосиловое устройство, приводящее в движение машину:

а) карбюратор б) насос **в) привод**

Лекции за I семестр

1. Общие сведения о механизации строительства и строительных машинах

1.1. Механизация строительства и основные показатели оценки её уровня

Строительные технологические процессы выполняют преимущественно с использованием машин, которые обеспечивают высокую производительность труда и сравнительно низкую стоимость строительной продукции, благодаря чему сокращаются сроки строительства и снижаются связанные с этим затраты. В то же время некоторые операции технологических процессов выполняются вручную, в основном из-за нецелесообразности их механизации.

Строительные процессы, в которых заняты машины, называют **механизированными**, а их обеспеченность машинами - **механизацией строительства**.

Механизация может быть **полной** и **частичной**.

При **полной механизации** все операции строительного процесса *выполняются машинами*, а при **частичной** на отдельных операциях используется *ручной труд*.

В **механизации строительства** существует также **понятие малой механизации** с использованием ручных машин, механизмов, приспособлений и оснастки, упрощающих и облегчающих ручной труд и повышающих его производительность.

Одни и те же виды строительных работ могут быть выполнены различными типами и моделями машин. При выборе оптимальных средств механизации для наиболее эффективного выполнения строительных работ ориентируются на **показатели механизации**, наиболее существенными из которых являются:

1. – **производительность труда** на одного рабочего, численно равная отношению общего объема работ, выполненных в течение смены, к общему числу рабочих, занятых на этих работах;
2. – **стоимость единицы** продукции, равная сумме всех затрат в денежном эквиваленте, связанных с ее производством;
3. – **доля ручного труда**, оцениваемая отношением объема или стоимости работ, выполненных вручную, к общему объему (стоимости) работ или отношением количества рабочих, занятых на ручных работах, к общему их количеству.

Эффективность механизации строительства будет *тем выше, чем больше первый показатель и чем ниже два другие*.

Наиболее полно уровень механизации можно оценить **стоимостью единицы продукции**, которая комплексно учитывает все издержки строительного производства, или с помощью **удельных приведенных затрат**.

В случае использования в строительном процессе только одной машины с годовой эксплуатационной производительностью Π_9 , **удельные приведенные затраты**:

$$Z_{уд} = \frac{Z}{\Pi_9},$$

где Z - годовые эксплуатационные приведенные затраты:

$$Z = C + E K;$$

C - *текущие затраты*, равные себестоимости годового объема продукции машины;

K - *единовременные капитальные вложения* на покупку машины;

E - *коэффициент эффективности капитальных вложений*, зависящий от срока службы машины и составляющий от 0,1 до 0,2 (срок службы: 10...5 лет) для крупных машин.

Если в строительном процессе занято несколько машин, то при расчете приведенных затрат под величиной Z понимают *суммарные годовые приведенные затраты*, а под Π_9 - их суммарную годовую производительность. Более высокой эффективности применения машин соответствуют меньшие удельные затраты.

1.2. Комплексная механизация

Строительные работы делятся на **технологические процессы**, а они, в свою очередь, - на **операции**, выполняемые или последовательно (циклические процессы) или одновременно (непрерывные процессы).

В случае *разнообразных технологических операций* для их выполнения применяют *различные машины*, согласованные между собой по производительности, и в совокупности образующие **комплект**.

Примером может служить **комплект машин**, состоящий из экскаватора, разрабатывающего грунт в котловане, и нескольких самосвалов, занятых вывозкой разработанного грунта.

Наиболее *высокой формой механизации* строительных работ является **комплексная механизация**, при которой все основные и вспомогательные тяжелые и трудоемкие операции и процессы выполняются комплексно **с помощью машин, механизмов и оборудования**.

Уровень комплексной механизации строительных работ оценивают **процентным отношением объема работ**, выполненных комплексно-механизированным способом, к **общему объему работ**.

Кроме того, для *сравнительной оценки эффективности* комплексной механизации используют также показатели:

1. - **механовооруженность труда** - стоимость занятых в технологическом процессе машин, приходящаяся на одного рабочего;

2. - **энерговооруженность труда** - количество энергии, потребляемой в процессе выполнения строительных работ, приходящееся на один отработанный человеко-час или на одного рабочего.

1.3. Автоматизация строительных процессов

Автоматизированными называют технологические процессы, в которых заняты машины, оснащенные устройствами, обеспечивающими выполнение строительных работ без оперативного вмешательства человека.

В этом случае говорят об *автоматизированной машине* или *автоматизированном комплексе*.

Автоматизацию называют **полной** (комплексной), если все *основные и вспомогательные процессы* управления автоматизированы так, что заданная производительность и качество продукции обеспечиваются без вмешательства человека, за которым остается только функция наблюдения за работой специальных устройств.

Из этого следует, что путь к комплексной автоматизации лежит через комплексную механизацию строительных процессов.

Для предупреждения запредельных режимов работы машин, включая аварийные ситуации, применяют **автоматические устройства**. Такие устройства могут *выполнять только сигнальные функции* - выдавать световую, звуковую и иную информацию управляющему работой машины оператору (машинисту), предвещая экстремальные ситуации, или *блокировать отдельные органы управления*.

Важным направлением применения автоматических устройств является **автоматический учет и контроль** за работой строительных машин или строительных процессов в целом, что создаёт надежную постоянно действующую связь между отдельными агрегатами и пунктами управления (конторами строительства, диспетчерскими узлами и т. п.).

Эти системы позволяют получать информацию:

- о производительности труда,
- о количестве занятых в технологических процессах рабочих,
- о фактическом времени чистой работы машин,
- о состоянии их основных агрегатов и узлов,
- о простоях машин с указанием причин,
- о выработке машин,
- о расходе энергии, горючих и смазочных материалов и т.п.

1.4. Строительные машины: основные понятия и определения

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

Например:

камнедробилка *измельчает каменные материалы* до размеров меньше исходных;

формовочная машина в производстве железобетонных изделий *укладывает бетонную смесь в опалубку*, придавая будущему бетонному или железобетонному изделию определенную форму;

поверхностные или **глубинные вибраторы** *уплотняют уложенную в инженерное сооружение бетонную смесь*, преобразуя ее плотность;

башенный кран *перемещает* строительное изделие или иной груз (железобетонную плиту перекрытия, металлоконструкцию арки, контейнер и т. п.) *из одного пространственного положения в другое*.

Изменяемые факторы (размеры, форма, свойства, положение в пространстве) *не обязательно должны быть целевыми* для строительных машин, как это имеет место в приведенных примерах. Многие машины *преобразуют* отдельные из этих факторов *попутно при преобразовании других факторов*.

Например, разрабатывая грунтовую выемку, одноковшовый экскаватор отделяет часть грунта от массива, переносит его в ковше и отсыпает в кузов автосамосвала или в отвал, изменяя его положения в пространстве. Попутно исходный материал (массив грунта) претерпевает также изменения по форме (измельченные куски грунта в процессе его разработки) и по свойству (изменение объема пор, плотности).

В процессе *производственной эксплуатации* машина частично или полностью *теряет свою работоспособность* и становится не в состоянии выполнять заданные функции с изначально установленными параметрами.

Невозможность дальнейшей эксплуатации машины определяет **предельное состояние машины**.

Календарную продолжительность эксплуатации машины от ее начала до наступления предельного состояния называют **сроком службы**.

Подобный показатель, но измеренный в часах чистой работы машины до наступления предельного состояния, называют **техническим ресурсом**.

Срок службы и технический ресурс - обязательные характеристики, которые должны указываться в технической документации на конкретные виды и модели машин.

1.5. Параметры машины. Типоразмер и модель. Индекс машины

Параметром называют *количественную или качественную характеристику* какого-либо существенного признака машины. Различают *главные, основные и вспомогательные параметры*.

Главные параметры в наибольшей мере определяют технологические возможности машины:

масса машины,

мощность силовой установки,

суммарная мощность основных двигателей в электроприводе,

производительность и др.

Основные параметры включают в себя *главные* и те, которые необходимы для выбора машин в определенных условиях их эксплуатации.

К этим параметрам относятся:

- характеристики проходимости (удельное давление на грунт и др.),
- характеристики маневренности машины (радиусы разворотов),
- характеристики ходовых свойств (скорости передвижения и др.),
- характеристики усилий на рабочих органах,
- размеры рабочей зоны,
- габаритные размеры машины и др.

К **вспомогательным параметрам** относят все остальные параметры, характеризующие, например, условия технического обслуживания, ремонта и перебазирования.

В пределах каждой *функциональной группы* машины объединяются по **типоразмерам**, характеризующимся единым главным параметром.

Одному *типоразмеру* могут соответствовать **несколько моделей**, каждая из которых объединяет машины, имеющие *идентичные параметры и конструктивные решения* и изготовленные по единой рабочей документации.

Так, например, к *типоразмеру экскаваторов траншейных роторных ЭТР250*, характеризующему главным параметром: максимальной глубиной траншеи в 2,5 м, относят и модели ЭТР253 и ЭТР254, отличающиеся как *назначением*, так и *конструктивными решениями*.

В модели ЭТР253, предназначенной для работы в районах с сезонным промерзанием грунтов, рабочий орган приводится электрическим двигателем.

Модель ЭТР254, способная разрабатывать грунты с промерзанием на всю глубину траншеи, включая многолетнемерзлые, имеет дизельный привод с механической трансмиссией.

В технической документации *каждую модель машины обозначают индексом*, в котором в кодированной форме заключено *полное название машины с ее главными параметрами*.

Например, в соответствии с индексацией кранов, выпускаемых заводами бывшего Минстройдормаша, индекс **КС-8362ХЛ** обозначает:

КС – кран стреловой самоходный,

8 – восьмая размерная группа (грузоподъемностью 100 т),

3 – шифр ходового устройства (пневмоколесный),

6 – шифр гибкой подвески стрелового оборудования,

2 – вторая модель,

ХЛ – в северном исполнении.

Существуют также другие системы индексации, как, например, приведенные выше для экскаваторов траншейных роторных (ЭТР).

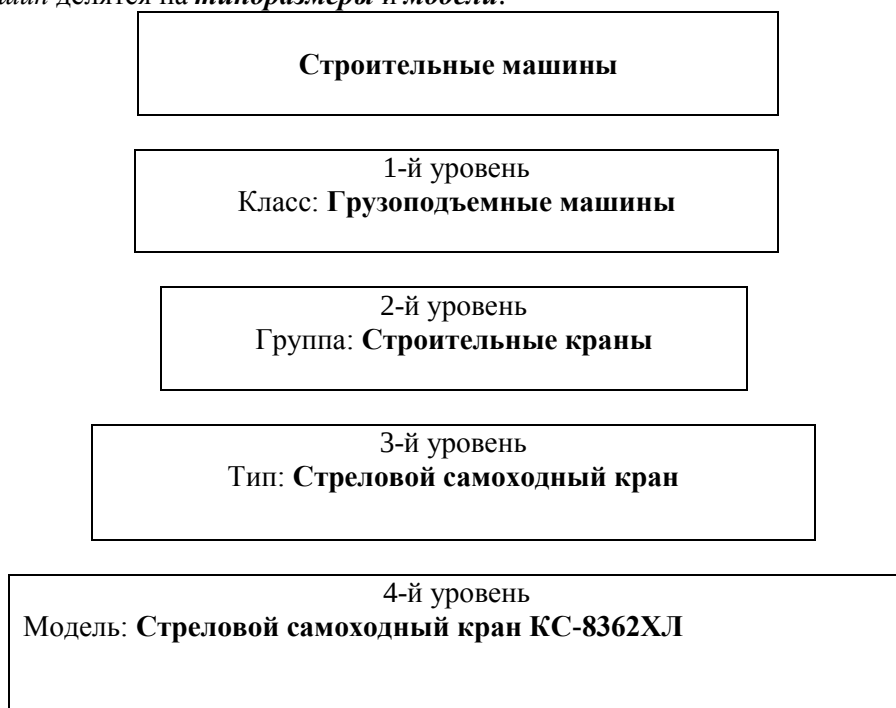
1.6. Общая классификация строительных машин

Наиболее общим *признаком классификации* строительных машин является *их назначение или виды выполняемых работ*. По этому признаку классификация машин представляется иерархической схемой, на первом уровне которой все машины разбиты на следующие **основные классы**:

грузоподъемные машины,
транспортные машины,
транспортирующие машины,
погрузо-разгрузочные машины,
машины для земляных работ,
машины для свайных работ,
машины для дробления, сортировки и мойки каменных материалов,
машины для приготовления, транспортирования бетонных смесей и растворов,
машины для уплотнения бетонной смеси,
машины для отделочных работ,
ручной механизированный инструмент.

Каждый *класс строительных машин* (первый уровень классификации) делится на *группы* (второй уровень) и *подгруппы* (третий уровень). *Подгруппы* класса строительных машин называют также *типами* машин.

Типы машин делятся на *типоразмеры* и *модели*.



Строительные машины классифицируют также:

*по режиму рабочего процесса,
по роду используемой энергии,
по способности передвигаться,
по типу ходовых устройств.*

По режиму рабочего процесса различают **машины цикличного** и **машины непрерывного действия**. Технологические операции машины цикличного действия выполняются последовательно, образуя в совокупности ее рабочий цикл, по завершении которого выдается одна порция продукции.

Например, *одноковшовый экскаватор* отделяет грунт от массива, загружая его в ковш (операция копания грунта), переносит грунт в ковше к месту выгрузки (транспортная операция), выгружает в отвал или транспортное средство (операция выгрузки) и возвращает рабочее оборудование на позицию начала следующего рабочего цикла (заключительная операция рабочего цикла). За каждый рабочий цикл экскаватор выдает порцию продукции в объеме вместимости ковша.

Операции машин непрерывного действия совмещены во времени. Эти машины выдают продукцию непрерывно.

Машины непрерывного действия имеют более высокую техническую производительность по сравнению с циклическими машинами, обусловленную совмещением технологических операций во времени, но являются обычно узко специализированными, в то время как машины циклического действия являются более универсальными.

По роду используемой энергии различают **машины, работающие от собственного двигателя внутреннего сгорания** (дизеля или карбюраторного двигателя) и **машины, работающие от внешних источников с питанием от внешней сети** (электрической, пневматической, реже гидравлической).

Первые обладают автономностью, что предопределило их преимущественное использование при частых межобъектных передвижках.

Вторые обладают высокой готовностью к работе, но с ограниченной областью применения - в пределах объектов в основном с большими объемами работ, рассчитанными на длительное время, например, карьерные одноковшовые экскаваторы на добыче песка, глины, гравия и других строительных материалов, питающиеся электрической энергией от внешнего источника.

По способности передвигаться различают **машины стационарные и передвижные машины**.

Стационарные машины работают на одном постоянном месте. Это, прежде всего, *машины предприятий стройиндустрии* (дробильные, сортировочные, моечные, смесительные и др. машины и оборудование).

Большинство строительных машин являются *передвижными*, оборудованными ходовыми устройствами, обеспечивающими им передвижение либо от собственной силовой установки (*самоходные машины*), либо *буксируемыми* за другим транспортным средством (трактором, автомобилем, тягачом).

По типу ходовых устройств различают **гусеничные, пневмоколесные и рельсоколесные машины**.

Гусеничные машины обладают высокой проходимостью, благодаря чему их используют преимущественно на объектах нулевого цикла и в условиях низкой несущей способности грунта как поверхности передвижения.

Пневмоколесные машины передвигаются со сравнительно более высокими скоростями, что предопределило их применение на объектах с рассредоточенными объемами работ при частых и межобъектных передвижках на значительные расстояния.

Рельсоколесные машины работают длительное время на объектах с весьма ограниченной рабочей зоной, что связано с высокими затратами на устройство рельсового пути.

1.7. Структура строительной машины

Обязательными составными частями любой технологической, транспортирующей и грузоподъемной машины являются:

несущие металлоконструкции (корпус, рама, башня крана, стрела и т.п.);

привод, состоящий из силовой установки, передаточных устройств (трансмиссии) и системы управления;

рабочие органы (один или несколько);

ходовое устройство (шасси), соединенное с корпусом (рамой) машины.

Транспортные машины (кроме специальных), как правило, не имеют рабочих органов. Взаимодействующие с транспортируемым материалом кузова, платформы, цистерны этих машин пассивны, а груз перемещается только за счет движения ходовых устройств (шасси).

Кроме перечисленных обязательных составных частей на машинах могут быть установлены дополнительные (вспомогательные) устройства, например, *выносные опоры в конструкциях пневмоколесных кранов и экскаваторов* и т. п.

1.8. Производительность строительной машины

Производительность является важнейшей выходной характеристикой строительной машины. Ее определяют количеством продукции, произведенной машиной в единицу времени.

Различают **расчетную** (она же теоретическая или конструктивная), **техническую** и **эксплуатационную** производительность.

Под **расчетной** (теоретической, конструктивной) **производительностью** P_p понимают **производительность за 1 ч непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений, расчетных нагрузках на рабочем органе и расчетных условиях работы**.

Для машин циклического действия с порционной выдачей продукции:

$$P_p = 3600 \frac{Q}{t_{\text{ц}}}, \quad \text{м/ч, м}^2/\text{ч, м}^3/\text{ч, т/ч, шт/ч и т. п.,}$$

где Q – расчетное количество продукции в одной порции, $\text{м, м}^2, \text{м}^3, \text{т, шт}$ и т. п.;

t_u – расчетная продолжительность рабочего цикла, с.

Для машин непрерывного действия:

$$P_p = 3600 F v, \text{ м/ч, м}^2/\text{ч, м}^3/\text{ч, т/ч, шт/ч и т.п.},$$

где F – расчетное количество продукции на 1 м длины ее потока, м/м, м²/м, и т.п.;

v – расчетная скорость потока, м/с.

Расчетную (теоретическую) **производительность** рассчитывают на стадии разработки конструкторской документации на машину, используя для этого нормативные значения расчетных параметров и расчетных условий.

Для определения **производительности машины** в конкретных производственных условиях используют **техническую** и **эксплуатационную производительность**.

Под **технической производительностью** P_m понимают максимально возможную в данных производственных условиях производительность при непрерывной работе машины:

$$P_m = P_p \cdot k_m,$$

где k_m – нормативный коэффициент, учитывающий производственные условия.

Под **эксплуатационной производительностью** P_o понимают фактическую производительность машины в данных производственных условиях с учетом её простоев и неполного использования её технологических возможностей:

$$P_o = \frac{Q_\Sigma}{T_{\text{общ}}},$$

где $T_{\text{общ}}$ – продолжительность нахождения машины на рабочей площадке;

Q_Σ – фактический объем произведенной продукции за время $T_{\text{общ}}$.

Величина $T_{\text{общ}}$ – это чистое время работы машины, сложенное с временем всех простоев, в течение которого эта продукция производилась.

Эксплуатационную производительность обычно используют для *взаиморасчетов заказчика с подрядчиками*.

1.9. Техническая эксплуатация строительных машин

Техническая эксплуатация строительных машин – это комплекс мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном состоянии, включающих их **приемку и ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт, хранение и учет по эксплуатации**.

Приемке подлежат машины новые, после ремонта или монтажа, а также машины, передаваемые одной организацией другой. При приемке проверяют наличие установленной документации – паспорта, технического описания и инструкции по эксплуатации, а для машин, находящихся под контролем органов Госгортехнадзора, кроме того, также документации, устанавливаемой этими органами; комплектность машины, инструмента и запасных частей; техническое состояние машины путем осмотра и испытаний на холостом ходу и под нагрузкой.

Для обеспечения работоспособного и исправного состояния строительных машин в течение всего срока их службы в плановом порядке проводят комплекс организационно-технических мероприятий, составляющих систему *планово-предупредительного технического обслуживания и ремонтов* (ППР и ТО).

В составе мероприятий ППР и ТО различают:

*техническое обслуживание,
текущий ремонт,
капитальный ремонт.*

Периодичность проведения технических обслуживаний и ремонтов определяется наработкой машины, измеряемой в часах.

Техническое обслуживание (ТО), проводимое в процессе эксплуатации машин, предупреждает появление неисправностей и отказов.

Ремонт машин проводят с целью поддержания и восстановления их исправного и работоспособного состояния путем устранения повреждений. Ремонт может быть *текущим* и *капитальным*.

3. Типовые детали и узлы передаточных устройств (трансмиссий) приводов строительных машин

Приводом называют **энергосиловое устройство**, приводящее в движение машину или её рабочий механизм. Привод состоит из *источника энергии* (силовой установки), *передаточного устройства* (трансмиссии) и *системы управления* для включения и отключения механизмов машины, а также для изменения режимов их движения.

Передаточное устройство (трансмиссия) состоит из **передач**, которые представляют собой механизмы для передачи непрерывного вращательного или поступательного движения, в том числе и для преобразования одной формы движения в другую, например, вращательного в поступательное или наоборот.

Любая передача описывается параметрами: **передаточным отношением** – i , определяемым как отношение (по модулю) скорости входного звена к скорости выходного звена, и **коэффициентом полезного действия** (КПД) – η .

Большинство механических передач преобразует вращательное движение на входе во вращательное же движение на выходе. Для них:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2},$$

где $\omega_1, \omega_2, n_1, n_2$ – угловые скорости и частоты вращения соответственно на входе и на выходе.

Коэффициент полезного действия есть отношение

$$\eta = \frac{P_2}{P_1},$$

где P_1 и P_2 – энергия вращения соответственно на входе и на выходе передачи.

По конструктивному исполнению элементов механических передач, участвующих в преобразовании параметров движения, различают:

**фрикционные,
ременные,
зубчатые,
червячные,
цепные,
канатные передачи.**

В передачах первых двух видов движение от ведущего к ведомому звену передается за счет сил трения на контактных поверхностях сцепляющихся друг с другом ведущего и ведомого звеньев. Эти передачи относятся к **передачам движения трением**.

В зубчатых, червячных и цепных передачах движение передается за счет силового воздействия зацепляющихся друг с другом элементов ведущего на элементы ведомого звена. Эти передачи составляют группу **передач движения зацеплением**.

Наконец, канатные передачи образуют особую группу для передачи движения закрепленным на ведущем звене канатом. Эти передачи используют в **крановых полиспастах**.

Из-за наличия в ременных, цепных и канатных передачах *гибких связей* – соответственно ремней, приводных цепей и канатов их называют **передачами с гибкой связью**.

3.1. Фрикционные передачи

В фрикционных передачах (рис. 3.1) ведущее и ведомое звенья – цилиндрические или конические катки – жестко посажены на вращающиеся в подшипниках валы и прижаты друг к другу.

При вращении ведущего катка, приводимого двигателем или предшествующей передачей, ведомому катку сообщается вращение за счет возникающих на контактной поверхности сил трения.

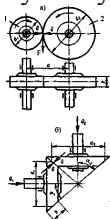


Рис 3.1. Фрикционные передачи с цилиндрическими (а) и коническими (б) катками

Окружное усилие на ведущем катке F (в H) связано с крутящим моментом на его валу M_1 , (в $H.m$) зависимостью:

$$F = \frac{2M_1 \cdot \eta_1}{d_1},$$

где η_1 – КПД подшипников ведущего вала;

d_1 – диаметр ведущего катка (м).

Этим усилием создается крутящий момент на ведомом валу:

$$M_2 = \frac{F \cdot d_2 \cdot \eta_2}{2},$$

где η_2 – КПД подшипников ведомого вала;

d_2 – диаметр ведомого катка (м).

Функционирование фрикционной передачи определяется условием:

$$F_{пред} = f \cdot Q,$$

где f – коэффициент трения, зависящий от материала трущихся пар, их смазки и других факторов (при трении стали по стали без смазки $f = 0,1 \dots 0,15$);

Q – нормальное усилие на контактной поверхности.

Невыполнение указанного условия приводит к проскальзыванию (буксованию) ведущего катка относительно ведомого без вращения последнего.

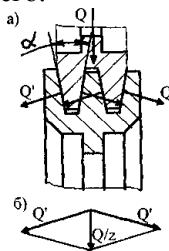


Рис 3.2. Клинчатая фрикционная передача

Фрикционные передачи просты по форме рабочих поверхностей катков, но из-за необходимости создания больших контактных усилий нуждаются в специальных прижимных устройствах. По этой же причине их валы и подшипники испытывают повышенные нагрузки, а катки подвержены износу, особенно при буксовании.

Лучшими показателями в этом отношении обладают фрикционные передачи с клинчатыми катками (рис. 2.2), у которых рабочие поверхности одного катка своими клиновыми выступами входят в такой же формы канавки другого катка.

3.2. Ременные передачи

Ременная передача (рис. 3.3) состоит из двух закрепленных на валах шкивов и охватывающего их ремня, надетого на шкивы с натяжением. Движение передается за счет сил трения в парах: *ведущий шкив - ремень* и *ремень - ведомый шкив*.

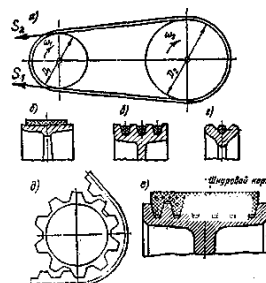


Рис. 3.3. Ременная передача (а) и типы ремней (б - е)

В состоянии покоя обе ветви ремня натянуты с одинаковыми усилиями S_0 . В состоянии передачи движения эти усилия перераспределяются: большим будет усилие S_1 в набегающей на ведущий шкив ветви, меньшим S_2 - в сбегающей с него ветви при сохранении равенства:

$$S_1 + S_2 = 2 \cdot S_0$$

Эти усилия связаны между собой формулой Эйлера:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{f\varphi},$$

где $e = 2,718$ – основание натурального логарифма;

f – коэффициент трения между шкивом и ремнем;

φ – угол обхвата меньшего шкива ремнем.

Передаточное отношение ременной передачи:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1},$$

где D_1 и D_2 – диаметры ведущего и ведомого шкивов.

Полезное окружное усилие:

$$F = S_1 - S_2.$$

В ременных передачах применяют следующие типы ремней:

**плоские,
клиновые,
круглого сечения,
зубчатые,
поликлиновые.**

Наибольшее распространение в приводах строительных машин получили *передачи с плоскими и клиновыми ремнями*. Плоские ремни применяют в передачах с передаточным отношением не более $i = 4$, а клиновые ремни – до $i = 6 \dots 8$ и скоростях ремня до 30 м/с.

Узкие клиновые ремни допускают работу при скоростях до 40 ... 50 м/с. В одном комплекте может быть установлено до 8 клиновых ремней. Недостатком многоремennых передач является неодинаковая вытяжка ремней в процессе эксплуатации, из-за чего они загружаются неравномерно.

Указанного недостатка лишены поликлиновые ремни с высокопрочным полиэфирным кордом, которыми заменяют несколько клиновых ремней, комплектно устанавливаемых на шкивах. Поликлиновые ремни имеют от 2 до 20 ребер. Передаточное отношение передач с поликлиновыми ремнями достигает $i = 15$ при скорости до 40 ... 50 м/с.

Оптимальным межосевым расстоянием плоскоремennой передачи считают:

$$a_{opt} = 2 \cdot (D_1 + D_2),$$

для клиноремennых передач этот размер назначают из диапазона

$$a_{min} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + h;$$

$$a_{max} = D_1 + D_2$$

где h – высота ремня, м.

Зубчатые ремни отличаются от других ремней наличием на их внутренней поверхности зубьев, обеспечивающих постоянство передаточного отношения без проскальзывания, бесшумность работы, возможность работы в масле. В отличие от передач со всеми другими типами ремней, передающих движение за счет сил трения между ремнем и шкивами, зубчато-ременные передачи реализуют принцип передачи движения зацеплением. Зубчатые ремни применяют в передачах большой мощности (до 400 кВт) при скорости до 80 м/с.

Обязательным условием функционирования ременной передачи является ее натяжение путем перемещения одного из шкивов, натяжным роликом (рис. 3.4) или пружиной, автоматически регулирующим натяжение в зависимости от внешней нагрузки и т. п.

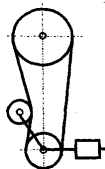


Рис. 3.4. Натяжение ремня роликом

По сравнению с плоскоремennыми клиноремennые передачи требуют меньшего натяжения ремней, благодаря расклинивающего эффекта они имеют более высокий приведенный коэффициент трения.

Достоинствами ременных передач являются:

простота конструкции,
возможность передачи движения на большие расстояния,
способность предохранять механизмы от перегрузок за счет проскальзывания ремня по шкивам.

К недостаткам относятся большие габариты, недостаточная долговечность ремней, частичная или полная неспособность работать при попадании на ремень и шкивы смазки (кроме передач с зубчатыми ремнями).

3.3. Зубчатые передачи

Зубчатая передача состоит из двух посаженных на валы зубчатых колес, меньшее из которых называют шестерней, а большее - колесом. Числа зубьев шестерни и колеса – Z_1 и Z_2 .

Передаточное число (передаточное отношение) i зубчатой передачи с любым видом зубчатых колес определяют отношением чисел зубьев колеса и шестерни:

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}.$$

Для передачи вращательного движения между двумя параллельными осями применяют цилиндрические колеса с прямыми (рис. 3.5, а и ж), косыми (рис. 3.5, б) и шевронными (рис. 3.5, в) зубьями; между пересекающимися осями - конические колеса с прямыми (рис. 3.5, г) или круговыми (рис. 3.5, д) зубьями; между перекрещивающимися осями - винтовыми колесами (рис. 3.5, е). Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот служит зубчато-реечная передача (рис. 3.5, з). Передача, в которой зубья колеса находятся на его внутренней поверхности (рис. 3.5, ж), называется передачей внутреннего зацепления.

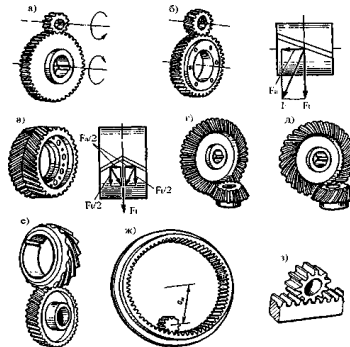


Рис. 3.5. Виды зубчатых передач.

Зубчатые передачи получили наибольшее распространение в приводах строительных машин благодаря малым габаритам по сравнению с другими механическими передачами, высокому КПД (0,97 ... 0,99), большой долговечности и надежности, постоянству передаточного отношения, обусловленному отсутствием проскальзывания между сопрягаемыми кинематическими парами, возможности применения в широком диапазоне моментов, скоростей и передаточных отношений.

К недостаткам зубчатых передач относится шум в работе на значительных скоростях и в случае недостаточно качественного исполнения. Наиболее этот недостаток проявляется в передачах с прямозубыми колесами.

Передачи с косозубыми колесами работают более плавно и менее шумно благодаря большему числу одновременно зацепляющихся пар зубьев. Обычно их применяют при окружных скоростях более 2 м/с. Недостатком является передача осевых нагрузок на валы, требующая установки их на подшипники, способные воспринимать эти нагрузки.

Этого недостатка лишены передачи с шевронными колесами, представляющими собой два зеркально ориентированных косозубых колеса в одной детали. Осевые нагрузки каждой половины такого колеса взаимно уравновешиваются без их передачи на валы. Недостатком шевронных колес является более сложная технология их изготовления.

Зубчатые передачи преобразуют скорости и моменты подобно фрикционным передачам, но без упругого скольжения. Условные окружности зубчатой передачи с цилиндрическими колесами, которые бы имели рабочие поверхности цилиндрических катков эквивалентной в указанном выше смысле

фрикционной передачи с равными передаточным отношением и межосевым расстоянием, называют начальными окружностями. Равным образом, условные конические поверхности зубчатой конической передачи, по которым обкатываются два конических зубчатых колеса без скольжения, называют начальными конусами.

При диаметрах начальных окружностей шестерни d_{01} и колеса d_{02} межосевое расстояние цилиндрической зубчатой передачи определится по формуле:

$$a_u = \frac{d_{01} + d_{02}}{2}$$

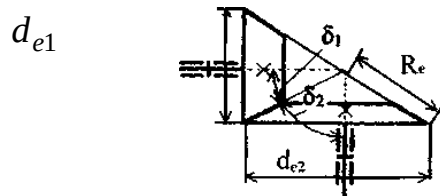


Рис. 3.6. Схема к определению

внешнего конусного расстояния
для конической зубчатой передачи с перпендикулярными валами

Для конической передачи таким обобщённым параметром будет внешнее конусное расстояние R_e , которое в случае взаимно перпендикулярных ведущего и ведомого валов определяют по формуле:

$$R_e = \frac{\sqrt{d_{e1}^2 + d_{e2}^2}}{2},$$

где d_{e1} , d_{e2} – диаметры оснований начальных конусов соответственно шестерни и колеса.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили зубчатые передачи **эвольвентного зацепления**, у которых профиль рабочих поверхностей зубьев описываются *эвольвентой окружности*. Эти поверхности суть **цилиндрические** у **прямозубых цилиндрических колес** и **конические** у **прямозубых конических**. Для всех других колес они имеют более сложную геометрическую форму.

Окружность, по которой размечают расстановку зубьев, называют **делительной** (она же обычно является и **начальной окружностью**) и обозначают буквой **d**. Часть дуги делительной окружности **p** между одноименными точками одноименных (правых или левых) рабочих поверхностей зубьев называют **окружным шагом зубьев**.

Можно записать:

$$p \cdot z = \pi d,$$

откуда:

$$d = \frac{p}{\pi} \cdot z = m \cdot z.$$

Здесь m – величина, **стандартизированная** и называемая **модулем зацепления**.

Таким образом, диаметры делительных окружностей шестерни и колеса:

$$d_1 = m \cdot z_1, \quad d_2 = m \cdot z_2.$$

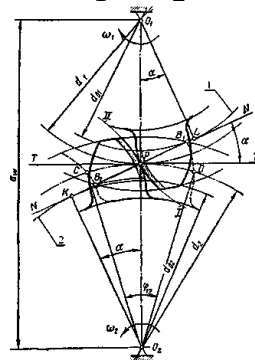


Рис. 3.7. Схема эвольвентного зацепления цилиндрических зубчатых колес

Модуль и число зубьев являются важнейшими параметрами зубчатого зацепления. С помощью модуля определяют высоты элементов зуба:

– высота головки зуба – $h_a = m$;

– высота ножки зуба – $h_f = 1,25 \cdot m$;

– высота зуба – $h = 2,25 \cdot m$;

Диаметры окружностей выступов:

$$d_e = d + 2m = m(z + 2).$$

Диаметры окружностей впадин:

$$d_i = d - 2,25m = m(z - 2,25).$$

Обычно *делительные окружности* совпадают с *начальными окружностями* (кроме колес, изготовленных с так называемым смещением исходного контура). В этом случае **межосевое расстояние**

(расстояние между осями зацепляющихся колес): $a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2}$.

Общую точку P касания начальных окружностей зацепляющихся колес называют **полюсом зацепления**, а *нормаль* к боковым поверхностям зубьев в полюсе P – **линией зацепления**. Последняя является касательной к основным окружностям, разверткой которых служит эвольвента. Зацепление колес происходит на линии зацепления на отрезке KL между точками ее касания к основным окружностям. Общая касательная к делительным окружностям TT и линия зацепления KL образуют **угол зацепления** α (для стандартных эвольвентных колес $\alpha = 20^\circ$).

У косозубых колес зубья наклонены по отношению к оси колеса под углом β , составляющим 8 ... 15°. Чем больше этот угол, тем более плавно работает передача, однако при этом увеличивается также осевая составляющая передаваемого зубьями усилия.

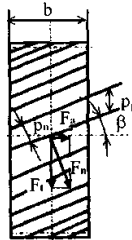


Рис. 3.8. Схема размеров косозубого колеса.

Для шевронных колес угол наклона зубьев обычно назначают $\beta = 25 \dots 35^\circ$.

У косозубых (и шевронных) колес различают *окружной шаг* p_t и *нормальный шаг* p_n . Первый измеряют по дуге *делительной окружности* в сечении, перпендикулярном оси колеса, а второй – по дуге *делительного цилиндра* в направлении, перпендикулярном рабочим поверхностям зубьев. Различают также соответствующие этим шагам *окружной* m_t и *нормальный* m_n модули. Окружные и нормальные шаг и модуль связаны между собой соотношениями:

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta}; \quad m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}.$$

Обычно стандартным является нормальный модуль. Диаметр делительной окружности косозубого колеса связан с указанными выше категориями модулей зубьев зависимостями: $d = m_t \cdot z = \frac{m_n \cdot z}{\cos \beta}$.

Межосевое расстояние косозубой передачи определяют по формулам: $a = 0,5(z_1 + z_2) \cdot m_t = 0,5(z_1 + z_2) \cdot \frac{m_n}{\cos \beta}$.

У конических зубчатых колес (рис. 3.9) диаметр делительного конуса, а вместе с ними шаг и модуль изменяются по ширине венца.

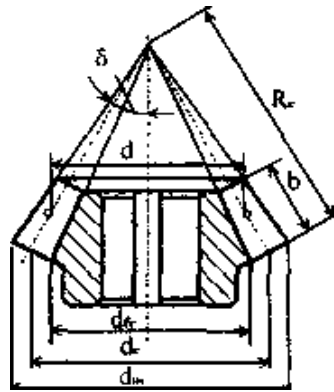


Рис. 3.9. Схема размеров конического зубчатого колеса

У конических колес различают два модуля: *средний окружной* m на среднем делительном диаметре d и *внешний окружной* m_e на внешнем диаметре d_e . Обычно стандартизован внешний модуль, с помощью которого определяют все размеры зубчатого колеса, в частности, и внешний диаметр делительного конуса: $d_e = m_e \cdot z$.

3.4. Червячные передачи

Червячные передачи служат для передачи вращательного движения между перекрещивающимися валами, чаще под прямым углом. Передача состоит из *винта* 1 (рис. 3.10), называемого червяком, и *червячного колеса* 2 с зубьями на своем ободе. Ведущим звеном в передаче является обычно червяк.

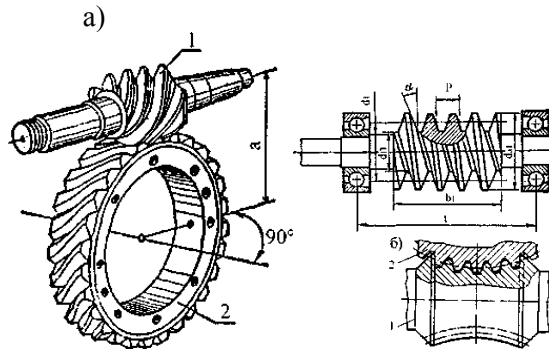


Рис. 3.10. Червячная передача

a – червяк с цилиндрической делительной поверхностью;
в – червяк с торовой делительной поверхностью.

В сечении в плоскости вращения червячного колеса и проходящей через ось вращения червяка червячная передача подобна зубчато-реечной передаче. Червяк представляет собой винт с трапецидальным профилем витков. Стандартный угол профиля в осевом сечении составляет $\alpha = 20^\circ$.

Осевой шаг винтовой нарезки червяка

$$p = \pi \cdot m,$$

где m – расчётный модуль зацепления.

Диаметр делительного цилиндра червяка

$$d_1 = m \cdot q,$$

где q – коэффициент диаметра червяка, значения которого стандартизованы.

Диаметр делительной окружности червячного колеса

$$d_2 = m \cdot z_2,$$

где z_2 – число зубьев червячного колеса.

$$\text{Межосевое расстояние червячной передачи } a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{q + z_2}{2}.$$

За один оборот червяк смещает колесо в окружном направлении на один шаг, соответствующий длине дуги делительной окружности колеса с центральным углом $2\pi/z_2$. Для одного оборота колеса

(2π радиан) червяк должен сделать Z_2 оборотов. Из этого следует, что передаточное число червячной передачи численно равно числу зубьев червячного колеса: $i = Z_2$.

Во время работы червячной передачи происходит скольжение витков червячной нарезки по зубьям червячного колеса, что является причиной повышенного трения в зоне контактных поверхностей и связанных с этим низкого КПД червячных передач и повышенного износа сопрягаемых элементов трущихся пар. Коэффициент трения зависит от скорости скольжения, уменьшаясь с ее возрастанием.

Если шаг нарезки червяка увеличить вдвое, не изменяя размеров поперечного сечения витков, и в образовавшееся между двумя смежными витками пространство ввести новую нитку нарезки, то получим двухзаходный червяк. Так же, при трехкратном увеличении шага и добавлении двух новых ниток нарезки, образуется трехзаходный червяк и т. д. Число заходов Z_1 определяют по началам или окончаниям витков на одном из торцов червяка. Червяки с одним заходом называют **однозаходными**, а все остальные - **многозаходными**.

За один оборот Z_1 – заходный червяк смещает червячное колесо на величину pZ_1 или на угол $2\pi Z_1 / Z_2$, а для одного полного оборота колеса потребуется Z_2 / Z_1 оборотов червяка. Поэтому передаточное число червячной передачи

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}.$$

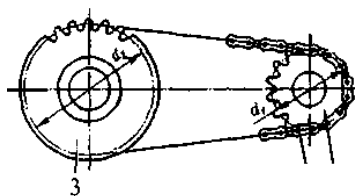
Достоинствами червячных передач, способствующими их широкому распространению в приводах строительных машин, являются: бесшумность работы, возможность получения больших передаточных отношений при малых габаритах передачи, высокая точность перемещений, возможность обеспечения самоторможения.

К недостаткам относятся: сравнительно низкий КПД (0,6 – 0,75), небольшие передаваемые мощности (до 70 кВт), повышенный износ витков червяка и зубьев колеса, необходимость применения дорогостоящих материалов (бронзовые венцы червячных колес) для уменьшения коэффициента трения контактирующих поверхностей.

Кроме червяков с цилиндрической делительной поверхностью применяют также глобоидные червяки (рис. 3.10, б) с торовой делительной поверхностью, охватывающей часть зубьев червячного колеса. Передачи с глобоидными червяками обладают более высокой по сравнению с обычными червяками несущей способностью вследствие большего числа зубьев червячного колеса, одновременно находящихся в зацеплении. Однако они более сложны в изготовлении, монтаже и регулировке, особенно после некоторого износа зубьев колеса.

3.5. Цепные передачи

Цепные передачи служат для передачи вращательного движения между двумя параллельными валами при значительном расстоянии между ними. Передача (рис. 3.11) состоит из двух звездочек и охватывающей их цепи. В строительных машинах в качестве приводных цепей чаще применяют втулочно-роликовые (рис. 3.12, а), реже зубчатые (рис. 3.12, б) цепи.



3.11. Схема цепной передачи

Оба вида цепей могут быть однорядными и многорядными, для передачи движения несколькими параллельными потоками. Втулочно-роликовые цепи применяют при скоростях до 20 м/с, а зубчатые - до 25 м/с. Последние работают с меньшей вибрацией и шумом, в связи с чем их называют бесшумными.

Основными параметрами приводных цепей являются: *шаг t (мм)* и *разрушающая нагрузка (F)*.

Минимальное число зубьев звездочек ограничено в связи с износом шарниров, неравномерностью скорости и шумом при работе. Для передач с втулочно-роликовыми цепями минимальное число зубьев назначают в пределах от 12 до 31, а для передач с зубчатыми цепями - от 16 до 40.

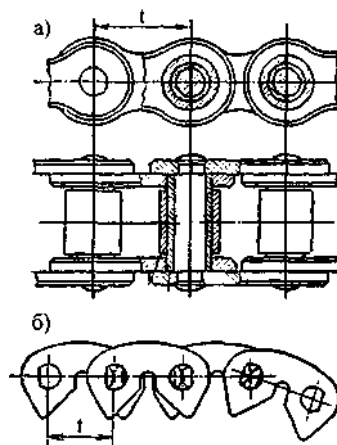


Рис. 3.12. Втулочно-роликовая (а) и зубчатая (б) приводные цепи

Передаточное число

$$i = \frac{Z_2}{Z_1},$$

где Z_1 и Z_2 – числа зубьев ведущей и ведомой звёздочек.

Межосевое расстояние назначают в пределах:

$$a = (30 \dots 50) \cdot t$$

По сравнению с ременными передачами, в составе которых также имеется гибкая связь, цепные передачи более компактны, их валы оказываются менее нагруженными вследствие незначительного натяжения приводных цепей, имеют сравнительно высокий КПД ($\eta = 0,96 \dots 0,98$).

К недостаткам цепных передач относятся:

- вытягивание цепей вследствие износа шарниров,
- чувствительность к перекосам валов,
- непостоянство (пульсация) передаточного отношения (особенно при малых числах зубьев звездочек).

Цепные передачи применяют в приводах машин мощностью до 100 кВт.

3.6. Валы и оси

Вращающиеся элементы передач устанавливают **на валах и осях**. Для посаженной на него детали (зубчатого колеса, звездочки, шкива и т. п.) вал является **поддерживающим звеном**. В то же время **вал передает крутящий момент** либо от силовой установки ведущему звену первой передачи трансмиссии, либо между смежными передачами, либо от ведомого звена последней передачи в трансмиссии к исполнительному механизму или рабочему органу. Во всех случаях вал вращается вместе с поддерживаемыми им звеньями, для чего его соединяют с этими звеньями посредством **шпонок** (призматических, клиновых или сегментных, закладываемых в продольные пазы вала и ступицы центральной части соединяемой с валом детали) или **шлицевых соединений** (пазы и выступы, равномерно расположенные по окружности цилиндрической поверхности вала и ступицы).

По несущей способности **шпоночное** соединение уступает **шлицевому**. Его применяют в малонагруженных мелкосерийных изделиях. Шпоночное или шлицевое соединение может быть **неподвижным** (без возможности осевого перемещения соединяемых деталей относительно друг друга) и **подвижным** (с возможностью осевого перемещения). Вращающееся звено передачи может быть выполнено вместе с валом как единая деталь (например, вал-шестерня).

Различают **прямые, коленчатые и гибкие валы** (рис. 3.13). В трансмиссиях строительных машин применяют преимущественно прямые валы. Коленчатые валы применяют, в частности, в коленчатопрыкажных механизмах, например, в двигателях внутреннего сгорания, компрессорах, щековых дробилках и других машинах и устройствах. Гибкие валы служат для передачи вращающего момента между узлами машин и агрегатами, меняющими свое взаимное положение при работе, например, в механизированном ручном инструменте, вибраторах, приборах дистанционного управления и контроля и т. п.

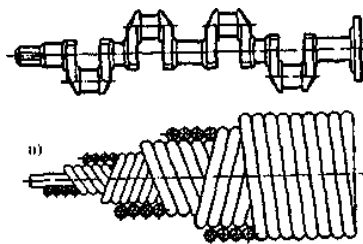


Рис. 3.13. Валы (коленчатый и гибкий)

Гибкий вал состоит из сердечника и нескольких плотно навитых на него слоев проволок с противоположной навивкой смежных слоев. Для защиты от повреждений, загрязнений и сохранения на валу смазки, а также с целью защиты обслуживающего персонала от захвата вращающимся валом его заключают в невращающуюся металлическую, резиновую или тканевую броню.

В отличие от вала **ось не передает вращающего момента**, а только поддерживает одно или несколько вращающихся звеньев передачи.

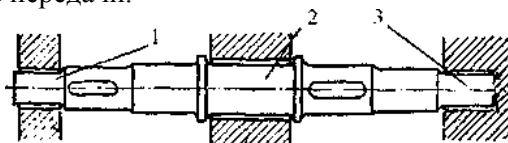


Рис. 3.14. Цапфы валов и осей

Опорные участки вала или оси называют цапфами (рис. 3.14). Различают концевые (шпиль 1 и пята 3) и промежуточные (шейки 2) цапфы. Шпиль передает на корпус машины (механизма) в основном радиальную, а пята - осевую нагрузку.

3.7. Подшипники

Опорами валов и вращающихся осей, а также вращающихся деталей на неподвижных осях служат **подшипники**. Они воспринимают и передают на корпус или раму машины радиальные и осевые нагрузки.

Разновидностью подшипников являются подпятники, устанавливаемые на пятах валов и осей и служащие для передачи на корпус машины только осевых нагрузок.

По способу передачи нагрузок различают **подшипники скольжения** (рис. 3.15) и **качения** (рис. 3.16). В подшипниках скольжения цапфа вращающегося вала или оси взаимодействует непосредственно с рабочей поверхностью вкладыша неподвижно установленного подшипника, а в подшипниках качения это взаимодействие происходит *между двумя кольцами подшипника* (одно из колец одето на цапфу, а второе неподвижно закреплено в корпусе) *через тела качения* (шарики или ролики).

Основными элементами подшипника скольжения являются *корпус* и *вкладыш* из антифрикционного материала, обладающего низким коэффициентом трения. В зависимости от условий сборки и разборки подшипниковых узлов при их изготовлении и ремонте корпус может быть цельным и разъемным.

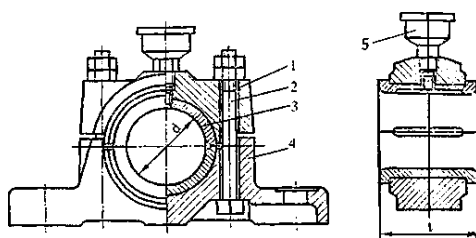


Рис. 3.15. Подшипник скольжения с разъемным корпусом

Подшипник с разъемным корпусом (рис. 3.15) состоит из корпуса 4 с крышкой 1, стянутых болтами 2 (или шпильками) с гайками, вкладышей 3 и смазывающего устройства 5, чаще колпачковой масленки.

Подшипник качения (рис. 3.16) состоит из наружного 1 и внутреннего 2 колец, тел качения 3 (шариков или роликов) и сепаратора 4 для равномерного распределения тел качения по рабочим поверхностям колец.

По форме тел качения различают шариковые и роликовые подшипники. У первых контакт тел качения с кольцами точечный, у вторых - линейный, из-за чего при прочих равных размерах роликовые подшипники способны воспринимать большие нагрузки. Ролики могут быть **цилиндрическими, бочкообразными и коническими**.

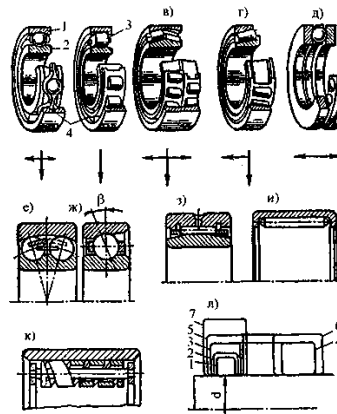


Рис. 3.16. Основные типы подшипников качения

Подшипники с длинными по сравнению с диаметром роликами (*иголками*) называют **игольчатыми**. Они имеют меньший диаметр наружного кольца по сравнению с другими подшипниками. Их применяют в подшипниковых узлах с ограниченными габаритными размерами.

Подшипники с **витыми роликами**, менее чувствительны к перекосам, но имеют большие габариты по сравнению с игольчатыми подшипниками.

Тела качения могут быть расположены в один и в два ряда со смещением друг относительно друга на полшага. Первые называют **однорядными**, а вторые - **двухрядными**.

Двухрядные подшипники имеют сферическую рабочую поверхность наружного кольца, что позволяет ему устанавливаться с небольшим перекосом ($2 \dots 3^\circ$) по отношению к внутреннему кольцу. Такие подшипники, называемые самоустанавливающимися, нечувствительны к возможным перекосам геометрических осей вала и подшипникового гнезда.

По направлению воспринимаемой нагрузки подшипники качения делят на **радиальные**, **радиально-упорные** и **упорные**, соответственно воспринимающие только радиальную, радиальную и осевую и только осевую нагрузки.

Однорядные радиальные подшипники могут воспринимать до 70% осевой нагрузки от недоиспользованной радиальной нагрузки, а двухрядные (шариковые и роликовые) - до 20%.

По **нагрузочной способности** различают подшипники **следующих серий**:

- сверхлегкой - 1,
- особо легкой - 2,
- легкой - 3,
- легкой широкой - 4,
- средней - 5,
- средней широкой - 6,
- тяжелой - 7.

При данном внутреннем диаметре d габариты подшипников возрастают в порядке указанных позиций серий.

Подшипники качения являются основными видами опор в машинах. Они стандартизованы в международном масштабе. По сравнению с подшипниками скольжения они имеют более высокий КПД и меньше нагреваются, не требуют повышенного ухода при меньшем расходе смазочных материалов, обладают высокой несущей способностью на единицу ширины подшипника.

Недостатком являются большие диаметральные габариты

3.8. Редукторы

В качестве отдельных узлов механических передач в конструкциях строительных машин широко применяют *смонтированные в едином корпусе закрытые зубчатые или червячные передачи*, предназначенные для понижения угловой скорости ведомого вала по сравнению с ведущим валом и называемые **редукторами**.

По типу передач различают:

- редукторы с цилиндрическими зубчатыми передачами,**
- редукторы с коническими зубчатыми передачами,**
- редукторы с червячными передачами,**
- редукторы с комбинированными зубчатыми передачами.**

По числу ступеней передач различают редукторы **одноступенчатые** и **многоступенчатые** (чаще двух- и трехступенчатые).

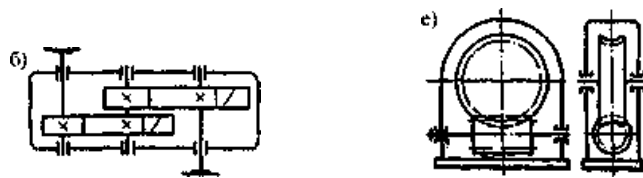


Рис. 3.17. Кинематические схемы наиболее распространенных редукторов

Одноступенчатые цилиндрические редукторы обеспечивают передачу вращательного движения с передаточным числом до 8...10, а *конические одноступенчатые* - с передаточным числом до 5...6. Наибольшее распространение имеют *двухступенчатые цилиндрические редукторы* с передаточными числами 8 ... 50 и одноступенчатые червячные редукторы.

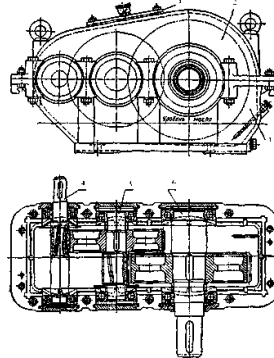


Рис. 3.18. Конструктивная схема

двухступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора

Серийные редукторы выбирают по каталогам заводов-изготовителей в соответствии с передаваемой мощностью, числом оборотов ведущего вала, передаточным числом, межосевым расстоянием (между осями ведущего и ведомого валов), а также другими характеристиками, учитывающими режимы нагружения.

Корпус редуктора обычно выполняют из чугунного или стального литья, разъемный, состоящий из основания и крышки, скрепленных между собой болтами. Основание закрепляется болтами на раме машины. Валы расположены горизонтально, опираются на подшипники, тип которых определяется характером воспринимаемой нагрузки (радиальной и осевой). Зубчатые колеса жестко соединены с валами с помощью шпонок, шлицов или напрессовки. При диаметральных размерах, соизмеримых с валами, шестерни выполняют заодно с валом (*вал-шестерня*). Также заодно с валом нарезают червяки.

Редукторные передачи работают в масле, которое заливают в корпус через смотровой люк до уровня погружения в масло зубьев ведомых колес. Уровень масла проверяют щупом по маслоуказателю. При вращении колес масло разбрызгивается и попадает в зону их зацепления, а также в подшипниковые узлы. Для предотвращения вытекания масла через зазоры между валами и крышками в последних устанавливают уплотнения. Для сглаживания избыточного давления внутри корпуса при нагревании масла в смотровом люке предусмотрен обратный клапан (сапун). Отработавшее масло сливают через отверстие в днище корпуса, закрываемое пробкой.

В последние годы в строительных машинах все более применяют редукторы с планетарными передачами, обладающие малыми габаритами и массой и высоким КПД по сравнению с другими типами зубчатых редукторов.

3.9. Муфты

Муфты предназначены для *соосного соединения валов* с целью передачи крутящего момента между ними.

Муфты могут быть **приводными**, не допускающими разъединения валов в процессе работы машины, и **сцепными**, служащими для сцепления и расцепления валов.

В качестве *приводных* (нерасцепляемых) *муфт* в трансмиссиях строительных машин применяют **жесткие, компенсирующие и упругие муфты**, параметры которых регламентированы отечественными стандартами.

Наиболее просты в исполнении **жесткие втулочные муфты**, соединяющие соосные валы призматическими или сегментными шпонками, штифтами или шлицами. Передаваемый вращающий момент - от 1 до 12 500 Н·м.

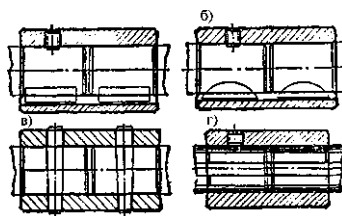


Рис. 3.19. Втулочные муфты

Жесткая продольно-свертная муфта состоит из двух стянутых болтами полумуфт с разъемом в плоскости осей валов. Она соединяет соосные валы одинаковых диаметров при частоте вращения 100 ... 250 об/мин.

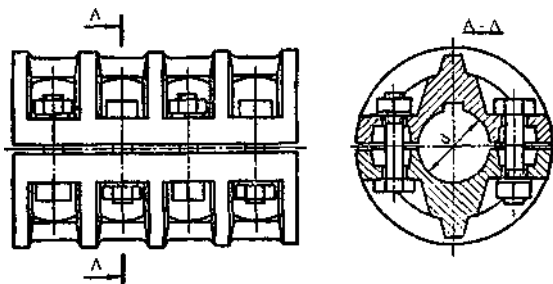


Рис. 3.20. Продольно-свертная муфта

Вращающий момент передается за счет сил трения на контактной поверхности валов и муфты, создаваемых затяжкой болтов. Для передачи больших моментов в соединении дополнительно устанавливают призматические шпонки. Достоинством муфты является удобство монтажа соединения без осевого смещения валов.

Жесткая фланцевая муфта состоит из посаженных на соосные валы и стянутых болтами двух фланцев. В зависимости от способа установки в отверстия фланцев болтов (с зазором или без него) вращающий момент (16 ... 2500 Нм) передается либо за счет сил трения на поверхности соприкосновения фланцев, либо через плотно посаженные болты, которые в этом случае работают на срез.

К недостаткам жестких муфт следует отнести необходимость обеспечения соосности соединяемых валов.

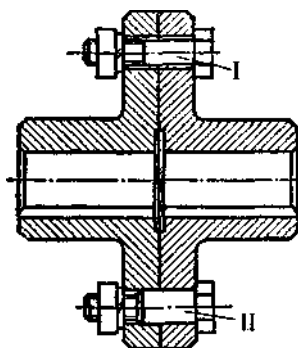


Рис. 3.21. Фланцевая муфта

Для соединения валов с незначительно несовмещенными осями применяют **компенсирующие муфты**.

Зубчатая компенсирующая муфта состоит из двух посаженных на соединяемые валы *полумуфт* в форме зубчатых колес с закругленными вершинами зубьев (в продольном направлении) и *венца* зубчатой обоймы, также состоящего из двух сболченных между собой частей. Передаваемый вращающий момент - от 710 до 19 000 Нм.

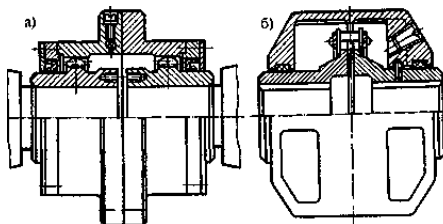


Рис. 3.22. Компенсирующие муфты: а - зубчатая; б - цепная

Цепная муфта структурно сходна с зубчатой муфтой и отличается от последней формой зубьев полумуфт и охватываемой их втуочно-роликовой цепью вместо зубчатой обоймы у зубчатых муфт. Эти

муфты допускают радиальное смещение соединяемых валов диаметром до $0,01d$ и угловое смещение до 1° . Передаваемый момент - от 63 до 8000 Hm .

Для соединения валов с повышенными взаимными смещениями осей применяют **шарнирные муфты**, допускающие передачу крутящего момента между валами с взаимным наклоном осей до $40 \dots 45^\circ$. Такие муфты нашли применение, в частности, в трансмиссиях автомобилей для передачи движения от коробки передач к заднему мосту в условиях изменяющихся в процессе работы углов наклона осей соединяемых валов.

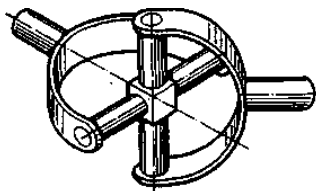


Рис. 3.23. Принципиальная схема шарнирной муфты

Для смягчения толчков и ударов и предотвращения опасных колебаний применяют **упругие муфты**. В приводах строительных машин наибольшее распространение нашли **упругие муфты с резиновыми кольцами**: *втулочно-пальцевые* и с *резинокордовой торообразной оболочкой*.

Упругая втулочно-пальцевая муфта состоит из двух посаженных на валы полумуфт, соединенных между собой пальцами с надетыми на них резиновыми кольцами или втулками. Передаваемый момент - от 31,5 до 8000 Hm .

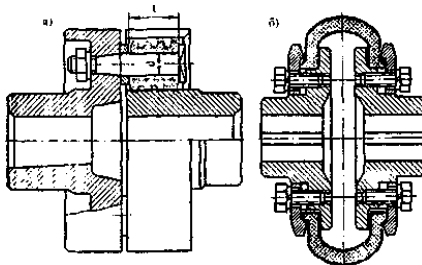


Рис. 3.24. Упругие муфты:

а - втулочно-пальцевая; б - с торообразной оболочкой

В **муфтах с торообразной оболочкой** последняя в виде шины закреплена двумя кольцами с винтами на каждой полумуфте. Передаваемый момент - от 20 до 5000 Hm при кратковременной перегрузке - от 63 до 12 500 Hm .

Упругие муфты характеризуются высокой амортизирующей способностью, выдерживают кратковременные перегрузки, в 2,5 - 3 раза превышающие номинальные, компенсируют неточности при монтаже валов, удобны при сборке, разборке и замене упругого элемента.

Сцепные муфты служат для соединения и разъединения вращающихся звеньев, а также для передачи крутящего момента между соединяемыми звеньями. Они *могут включаться и выключаться принудительно (управляемые муфты)* или *автоматически (самоуправляемые муфты)*.

К *управляемым сцепным муфтам* относятся **фрикционные, кулачковые и зубчатые муфты**.

В **фрикционных муфтах** вращающий момент передается от одного вращающегося звена, например вала, к другому за счет сил трения, а в **кулачковых и зубчатых муфтах** - за счет зацепления.

Структурно, управляемая муфта состоит из двух полумуфт, одна из которых жестко закреплена на одном из соединяемых муфтой звеньев или выполнена заодно с ним, а вторая соединена со вторым звеном с возможностью осевого перемещения относительно последнего. Включение муфты заключается в соединении двух ее полумуфт, а выключение - в их разъединении.

Фрикционные муфты можно включать и выключать без остановки ведущего звена.

Муфты, работающие по принципу зацепления, требуют обязательной остановки.

Фрикционные муфты классифицируют по форме рабочих поверхностей. Различают **дисковые, конические и пневмокамерные муфты**. Последние имеют цилиндрические рабочие поверхности.

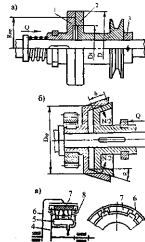


Рис. 3.25. Фрикционные муфты

У кулачковых муфт выступы (кулачки) одной полумуфты входят во впадины другой полумуфты.

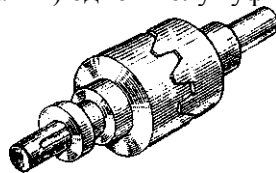


Рис. 3.26. Кулачковая муфта

Полумуфты зубчатой муфты сцепления представляют собой зубчатую пару внутреннего зацепления с одинаковым числом зубьев обоих колес.

3.10. Тормоза

Тормоза предназначены для уменьшения скорости вращающихся звеньев машины или их полной остановки. Их используют также в качестве стопорных устройств.

Тормоза выполняют чаще **колодочными**, **дисковыми** или **ленточными**, реже – *коническими*.

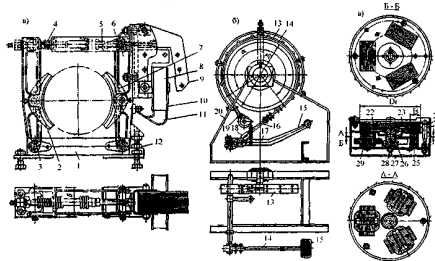


Рис. 3.27. Тормоза

а – колодочный; б – ленточный; в – дисковый

Колодочный тормоз состоит из станины 1, двух шарнирно закрепленных на ней стоек 3 и 6 с колодками 2 и 7, рабочие поверхности которых футерованы фрикционной лентой, тяги с хомутом 5 и размыкающего устройства 8 (с *короткоходовым электромагнитом* или *электрогидравлическим толкателем*). Без внешнего воздействия пружиной 4, установленной между тягой и хомутом, колодки оказываются прижатыми к тормозному шкиву.

В случае электромагнитов при пропускании электрического тока через катушку 10 якорь 9, притягиваясь к сердечнику 11, выталкивает тягу 5 из охватывающего ее хомута, вследствие чего стойки 3 и 6 вместе с колодками расходятся, и шкив оказывается расторможенным.

Тормоза, работающие по такой схеме (замыкание тормоза без внешнего воздействия), называются *нормально замкнутыми* или *закрытыми* в отличие от *нормально разомкнутых* или *открытых тормозов*, в которых торможение происходит вследствие внешнего воздействия.

Ленточный тормоз представляет собой огибающую тормозной шкив стальную ленту 13 с фрикционной накладкой, одним концом 19 прикрепленную к станине 20, а вторым концом 16 через тягу 8 – к тормозному рычагу 17 с педалью 15. При натяжении ленты 13 и прижатии ее к тормозному шкиву происходит торможение последнего. Тормозная система возвращается в исходное состояние с помощью пружины.

Ленточные тормоза изготавливают также с электромагнитным приводом, гидравлическими и пневматическими толкателями.

Дисковый тормоз состоит из нескольких дисков 22 с фрикционными накладками 23 с каждой стороны, вращающихся вместе с валом, на который они посажены, с возможностью осевого перемещения, и дисков 21 с возможностью осевого перемещения по направляющим 24, жестко закрепленным в неподвижной части тормоза.

В *нормальном состоянии* (без внешнего воздействия) диски 21 и 22 прижаты друг к другу пружиной 26, регулируемой винтом 28 (*тормоз замкнут*). Его размыкают включением электромагнитов 29, установленных на неподвижном корпусном диске 25. Тормоз закрыт кожухом 27. Для размыкания тормоза применяют также гидравлические или пневматические толкатели, воздействующие на диски 21 через систему рычагов.

4. Подъёмно-транспортные машины и механизмы

4.1. Общие сведения

В строительстве подъёмно-транспортные (грузоподъемные) машины используют для перемещения строительных материалов, монтажа строительных конструкций, погрузочно-разгрузочных работ на складах строительных материалов, монтажа и обслуживания технологического оборудования в процессе его эксплуатации др.

По характеру рабочего процесса все грузоподъемные машины являются машинами циклического действия.

По конструктивному исполнению и виду выполняемых работ их делят на *домкраты*, *полиспасты*, *лебедки*, *подъемники*, *монтажные вышки* и *краны*.

Домкраты представляют собой винтовые, реечные или поршневые гидравлические толкатели для подъема грузов на незначительную высоту. Их используют на монтажных и ремонтных работах.

Полиспасты представляют собой канатно-блочный механизм, предназначенный для увеличения тягового усилия в рабочем канате.

Лебедками называют грузоподъемные устройства в виде приводимого вручную или двигателем барабана с тяговым рабочим органом – стальным канатом. Их применяют для прямолинейного перемещения грузов и используют как самостоятельные машины и как составные части механизмов более сложных машин.

Подъемники применяют для вертикального перемещения грузов (грузовые подъемники) и людей (пассажирские подъемники), размещаемых в кабинах или на площадках. Подъемники, которые вместе с грузами могут поднимать и людей, называют грузопассажирскими.

Монтажные вышки являются разновидностью подъемников, смонтированных на грузовых автомобилях.

Краны являются универсальными грузоподъемными машинами. Их применяют для перемещения штучных и сыпучих грузов по пространственной трассе произвольной конфигурации и различной протяженности.

Основной характеристикой грузоподъемной машины является *грузоподъемность*, под которой понимают *наибольшую допустимую массу поднимаемого груза вместе с массой грузозахватных устройств*.

Кроме того, грузоподъемные машины характеризуются *зоной обслуживания*, в т.ч. *высотой подъема груза*, а также *скоростями рабочих движений*.

Требования к проектированию, устройству, изготовлению, установке, ремонту, реконструкции и эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов определяются «Правилами Госгортехнадзора». Они обязательны для всех министерств, ведомств, объединений, организаций, предприятий и граждан, независимо от форм собственности. Этим требованиям должны соответствовать также грузоподъемные машины и их узлы, приобретаемые за рубежом.

4.2. Полиспасты

Полиспастные системы используют обычно в совокупности с лебедками, образуя *канатные подъемные механизмы*.

Основой канатного подъемного механизма служит устройство, состоящее из барабана 1 (рис. 4.1, а), стального каната 2, системы блоков 3 - 5 и грузозахватного устройства 6. Вместо барабана может быть использован также канатоведущий шкив.

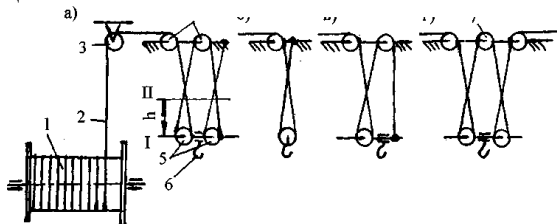


Рис. 4.1. Канатно-блочная система подъемного механизма

Канат изготовляют свивкой из высокопрочной стальной проволоки диаметром 0,3 ... 3 мм. Стальные канаты бывают *одинарной*, *двойной* и *тройной свивки*.

При одинарной свивке канат свивают из отдельных проволок, при двойной - из предварительно свитых прядей, при тройной - из нескольких канатов двойной свивки. В грузоподъемных машинах применяют, в основном, канаты двойной свивки. В центре такого каната помещается сердечник из органического волокна, пропитанный смазочным материалом и служащий базой для навивки вокруг него прядей

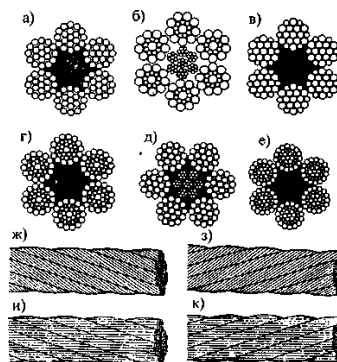


Рис. 4.2. Канаты стальные

В механизмах грузоподъемных машин и такелажных приспособлениях применяют преимущественно шестипрядные канаты двойной крестовой свивки с одним органическим сердечником с числом проволок $6 \times 19 = 114$ и $6 \times 37 = 222$.

Стальные канаты характеризуются *диаметром, маркировочной группой проволоки и разрывным усилием каната* в целом F_0 (кН), по которому выбирают типоразмер каната, связанный с наибольшим усилием натяжения $S_{\max}$ (кН) соотношением

$$F_0 = S_{\max} \cdot K_p,$$

где K_p - минимальный коэффициент запаса прочности, зависящий от вида, назначения, режима работы механизма (для неподвижных канатов $K_p = 2,5 \dots 5$; для подвижных канатов $K_p = 3,15 \dots 9$).

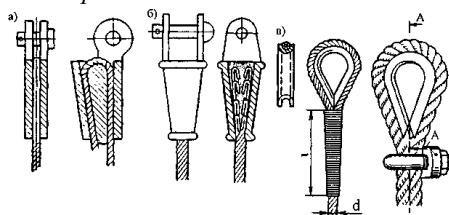


Рис. 4.3. Приспособления для зажима канатов при креплении свободных концов каната к элементам конструкции машин.

Канатный блок полиспаста представляет собой установленное на оси с подшипниками качения или скольжения чугунное или стальное колесо с V-образным ручьем на его ободе для укладки в нем каната. Блоки предназначены для изменения направления каната.

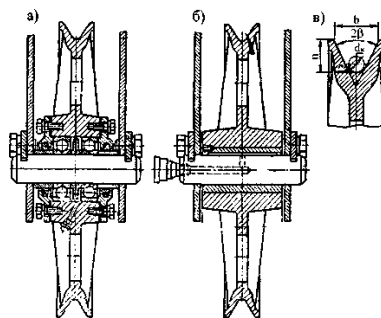


Рис. 4.4. Канатные блоки

Согласно правилам Госгортехнадзора по условиям долговечности канатов отношение диаметра блока, измеренного по средней линии каната, к диаметру последнего в зависимости от режима работы механизма принимается не менее $12,5 \dots 28$.

Блоки могут быть установлены единично или группами на единой оси, называемыми блочными обоймами.

Единичные блоки, называемые отклоняющими, служат для изменения направления каната, а блоки, объединенные в обоймы, вместе с канатом образуют **полиспаст**, кратно преобразующий *входной параметр - скорость каната* V_k в *выходной параметр - скорость подъема груза* V_z .

Отношение

$$i = \frac{V_K}{V_2}$$

называют кратностью полиспаста.

Верхнюю блочную обойму полиспаста, называемую **неподвижной** и подвешивают к каркасу здания или элементам грузоподъемной машины.

Нижнюю обойму называют **подвижной** или **крюковой** из-за наличия на ней крюковой подвески.

Кратность полиспаста численно равна числу ветвей каната, на которых подвешен груз. Кратность полиспаста всегда есть целое число.

КПД полиспаста определяют по формуле:

$$\eta_n = \frac{\eta_0^i}{i \cdot (\eta_0 - 1)},$$

где η_0 - КПД одного полиспастного блока;

i - кратность полиспаста.

Для полиспастов кратности не выше четырех КПД допустимо определять по формуле:

$$\eta_n = \eta_0^n,$$

где n - число блоков в полиспасте.

Для определения КПД всей канатно-блочной системы следует учесть также КПД отклоняющих блоков.

Типоразмер каната назначают по его разрывному усилию в соответствии с действующими стандартами.

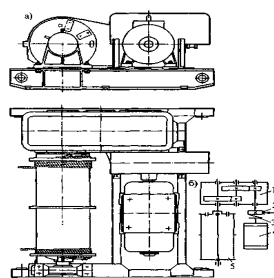
4.3. Лебёдки

Лебёдками называют устройства для подъема (подъемные лебедки) или *горизонтального перемещения* (тяговые лебедки) грузов.

По виду привода они могут быть *ручными* или *приводными* (от электродвигателя, гидромотора или ДВС).

Лебёдки, которые оборудуют одним или двумя барабанами, называют барабанными лебёдками.

В конструкциях **шахтных подъемников** (лифтов), а также в качестве подъемных устройств подвесных подмостей, используемых при ремонте фасадов зданий, нашли применение безбарабанные лебёдки с канатоведущим шкивом.



Электралебёдка

Лебедки характеризуются *тяговым усилием* и *скоростью движения каната* (окружным усилием или скоростью на первом слое навивки каната на барабан или в набегающей на канатоведущий шкив ветви каната).

Барабанные лебедки, кроме того, характеризуются *канатоёмкостью барабана* - максимальной длиной каната, укладываемого на барабан.

Наибольшее распространение как в приводах грузоподъемных машин с электроприводом, так и как самостоятельные подъемные механизмы получили электрореверсивные лебедки.

Барабан такой лебедки приводится электродвигателем 4 через зубчатый редуктор 1. Лебедка оборудована нормально замкнутым двухколодочным тормозом 2, установленным на шкиве упругой втулочно-пальцевой муфты 3. Электродвигатель, тормоз, редуктор и опоры барабана 5 закреплены на

сварной раме, устанавливаемой на фундамент (для лебедок как самостоятельных подъемных механизмов) или на несущем каркасе грузоподъемной машины. Опускают груз реверсированием электродвигателя.

Основными параметрами лебедок являются номинальная мощность приводного двигателя:

$$P = \frac{Qgv}{\eta},$$

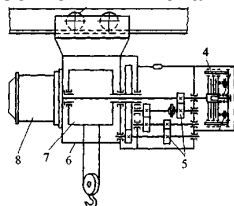
где Q – грузоподъемность, t ;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

v – скорость перемещения груза, m/c ;

η – суммарный КПД механизма.

Для перегрузки грузов в складских и производственных помещениях, на монтажных площадках применяют подвесные передвижные лебёдки с электрическим приводом – электротали (тельферы), перемещаемые по монорельсовым путям собственным механизмом передвижения.



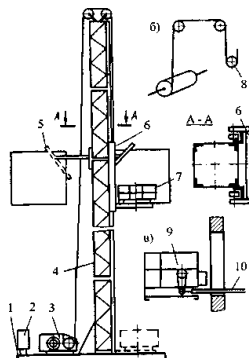
Электроталь

Подъемный механизм 2 электротали приводится прифланцованным к корпусу 6 или встроенным в барабан 7 асинхронным короткозамкнутым крановым электродвигателем 8 через редуктор 5. Таль оснащена действующим автоматически нормально замкнутым дисковым электромагнитным тормозом 4. Управляют электроталью с пола с помощью кнопочного пульта 3, подвешенного на гибком кабеле.

Грузоподъемность электроталей составляет обычно от 0,25 до 5 t , высота подъема – до 6 m , скорость подъема груза – 8 $m/мин$, скорость передвижения – 20 $m/мин$. Известны также электротали грузоподъемностью 10 t при высоте подъема до 20 m .

4.4. Строительные подъемники

Строительные подъемники предназначены для подъема грузов и людей на этажи зданий при отделочных и ремонтных работах. Грузы размещаются в ковшах, кабинах и на площадках, перемещаемых в жестких направляющих в вертикальном или близком к вертикальному направлению. По назначению они бывают грузовыми и грузопассажирскими, а по конструкции направляющих – мачтовыми, у которых направляющие выполнены в виде свободно стоящих или прикрепленных к зданию мачт, и шахтными, в которых направляющие находятся внутри шахты, являющейся ограждением для кабины (грузовой площадки).



Грузовой подъемник

Грузовой подъемник состоит из опорной рамы 1, мачты 4 (состоится из отдельных, наращиваемых по мере возведения здания, секции), каретки 6, грузовой платформы 7, электрореверсивной лебедки 3 с полиспастной системой и электрического шкафа 2. Каретка с грузовой платформой перемещается по направляющим мачты: вверх – лебедкой, с которой она связана канатом с помощью блока 8; вниз – гравитационно.

Подъемник устанавливают так, чтобы грузовая платформа двигалась против оконных проемов здания. Грузовые платформы современных подъемников с высотой подъема груза 17 m и более оборудуют выдвигной площадкой 10 с приводом 9 для ее ввода в оконный проем.

Грузовые мачтовые подъемники общего назначения могут поднимать и подавать в оконные проемы грузы массой 0,3 ... 0,5 t при высоте здания до 16 этажей. Скорость подъема составляет 22 ... 37

м/мин. В высотном строительстве применяют подъемники грузоподъемностью до 1,6 т при высоте подъема до 200 м и более.

На завершающей стадии строительства для передачи строительных материалов на верхние этажи используют также установленные внутри здания стационарные шахтные грузовые, пассажирские или грузопассажирские подъемники (лифты).

Все строительные подъемники изготавливаются и эксплуатируются в соответствии с Правилами Госгортехнадзора РФ. До пуска в работу подъемники подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора и подвергаются техническому освидетельствованию.

4.5. Краны

Краны представляют собой грузоподъемные машины циклического действия, предназначенные для перемещения грузов и конструкций в вертикальном и горизонтальном направлениях.

По способу обеспечения зоны обслуживания краны можно подразделить на стреловые и краны пролетного (мостового) типа.

Стреловые, состоят из неповоротной и поворотной частей; к последней прикреплена стрела с полиспастом на ее конце, к подвижной обойме которого подвешено грузозахватное устройство. Неповоротная обойма полиспаста может быть также установлена на подвижной каретке (тележке), перемещающейся вдоль стрелы.

Груз в этих кранах всегда находится вне опорного контура крана. К стреловым относятся башенные краны, большая группа самоходных стреловых кранов (гусеничных, рельсокошесных, пневмокошесных, на шасси автомобильного типа, автомобильных, тракторных, кранов-трубоукладчиков, мощных монтажных кранов).

Краны пролетного (мостового) типа состоят из пролетного строения и перемещающейся по нему тележки с полиспастом. Груз находится в пределах опорного контура крана. В эту группу кранов входят мостовые, козловые и кабельные краны

4.5.1. Общие сведения о кранах

Основными параметрами кранов являются: грузоподъемность, высота подъема груза, вылет груза - расстояние от оси вращения поворотной части крана до грузозахватного органа (для стреловых кранов); пролет, численно равный колею - расстоянию между продольными осями рельсов кранового пути (для пролетных кранов); глубина опускания груза, измеренная от уровня опорной поверхности крана до грузозахватного органа; колея - расстояние в поперечном направлении между серединами ходовых колес или гусениц; база - расстояние в продольном направлении между осями ходовых колес или осями ведущей звездочки и натяжного колеса - у гусеничных машин.

Основными скоростными параметрами кранов являются: скорость подъема груза, скорость плавной посадки груза - наименьшая скорость опускания груза; средняя скорость изменения вылета; частота вращения поворотной части крана; скорость передвижения крана.

Грузоподъемность пролетных кранов всегда постоянна, а стреловых консольных кранов - переменна, зависящая от вылета груза (большая грузоподъемность соответствует меньшему вылету).

Стреловые краны характеризуют различными значениями грузоподъемности для случаев их позиционной работы и при движении, а пневмокошесные краны, кроме того, грузоподъемностью при работе с выносными опорами и без них. Зависимость грузоподъемности от вылета груза называют грузовой характеристикой, которую обычно представляют графически.

Различают минимальный и максимальный вылеты, соответствующие наибольшей и наименьшей грузоподъемности. Обычно при изменении вылета изменяется также максимальная высота подъема груза. Эту зависимость выражают также графически в виде высотной характеристики. Часто грузовую и высотную характеристики совмещают на одном графике, называя ее грузовысотной характеристикой.

Произведение грузоподъемности на соответствующий ей вылет называют грузовым моментом (m). При работе крана на выносных опорах различают поперечную и продольную базы выносных опор - расстояния между вертикальными осями выносных опор, измеренные соответственно поперек и вдоль продольной оси ходовой тележки крана.

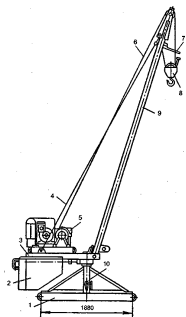
Контур, образованный горизонтальными проекциями сторон многоугольника, охватывающего опорные элементы (колеса, выносные опоры, гусеницы), называют опорным контуром.

В соответствии с Правилами Госгортехнадзора грузы, а также стрелы стреловых кранов опускают только в двигательном режиме. При отключении приводов механизмов подъема груза и стрел у всех кранов автоматически включаются тормоза.

4.5.2. Стреловой полноповоротный переносной кран

Характерными особенностями таких кранов являются небольшие масса и габаритные размеры, простота изготовления, удобство и надежность в эксплуатации, легкость монтажа, демонтажа и переноски.

Стреловой полноповоротный переносной кран применяют для подъема различных строительных материалов и оборудования на строящееся здание, а также для подъема грунта в бадьях при разработке небольших котлованов и траншей. Рабочие движения крана - подъем (опускание) груза и поворот стрелы с поднятым грузом в плане на 360° .



Кран состоит из основания с салазками 1, поворотной платформы 3, трубчатой стрелы 9, механизма подъема груза и системы управления. В центре основания установлен трубчатый стакан 10, в который вставлен шкворень поворотной платформы. На консоли поворотной платформы размещены грузовая лебедка 5 и противовес 2. Спереди к поворотной платформе шарнирно крепится трубчатая стрела, удерживаемая в рабочем положении оттяжками 4. Изменение вылета стрелы производится путем изменения длины оттяжек. Механизм подъема груза состоит из реверсивной червячной лебедки 5 с приборами управления, грузового каната 6 и крюковой обоймы 8. Грузовой канат с барабана лебедки проходит через головной блок стрелы, блок крюковой обоймы и закрепляется на стреле. На головке стрелы установлен рычажный ограничитель 7 высоты подъема крюка, отключающий двигатель лебедки при подходе крюковой обоймы к крайнему верхнему положению. Поворот платформы и передвижение крана производят вручную.

Стреловой полноповоротный переносной кран

Максимальная грузоподъемность передвижных полноповоротных кранов 0,5 – 1,0 т, наибольший вылет стрелы 3 – 4 м, наименьший – 2 м, высота подъема крюка 4, 5 – 6 м при установке на земле и 18 – 20 м при установке на здании.

4.5.3. Башенные краны

Башенными называют строительные краны со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально установленной башни, и выполняющие работу по перемещению грузов и монтажу строительных конструкций за счет сочетания рабочих движений: подъема и опускания груза, изменения вылета, поворота стрелы с грузом и передвижения самого крана (для передвижных кранов).

Башенные краны используют как основные грузоподъемные машины для выполнения строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в гражданском, промышленном и энергетическом строительстве. Грузоподъемность кранов, используемых в жилищном строительстве, обычно составляет от 5 до 25 т, а кранов для монтажа конструкций и тяжелого промышленного оборудования - до 50 т и даже до 250 т. Широкое распространение башенных кранов в строительстве предопределяется их высокой маневренностью, большой зоной обслуживания и подстреловым пространством.

Башенные краны классифицируют:

- по назначению* (строительные, монтажные, краны-перегрузатели);
- по возможности передвижения* (передвигающиеся по рельсовым путям; стационарные или приставные, прикрепляемые к возводимому сооружению; самоподъемные, устанавливаемые на каркасы зданий и перемещаемые по ним в вертикальном направлении);
- по способу изменения вылета крюка* (с подъемной и с горизонтальной балочной стрелой);
- по типу вращающихся элементов башенно-стрелового оборудования* (с поворотными башнями или головками);
- по типу металлических конструкций основных элементов* (решетчатые и трубчатые).

Согласно действующей **системе индексации** в технической документации и деловой переписке башенные краны обозначают индексом типа **КБ-0000**. Для конкретной модели крана нули заменяют цифрами. *Первая цифра* обозначает *размерную группу крана* (от 1 до 9 соответственно грузовым моментам до 300, до 750, до 1000, до 1750, до 3000, до 5500, до 8000, до 12000 и более 12000 кН). *Следующие две цифры* обозначают *порядковый номер базовой модели*: краны с поворотной башней нумеруют цифрами от 01 до 69, а краны с неповоротной башней - от 71 до 99. *Четвертой цифрой* обозначают *порядковый номер исполнения*, отличающегося от базовой модели, например, длиной стрелы, высотой подъема, грузоподъемностью. Основными параметрами приводных цепей являются: шаг t (мм) и разрушающая нагрузка (F).

Минимальное число зубьев звездочек ограничено в связи с износом шарниров, неравномерностью скорости и шумом при работе. Для передач с втулочно-роликовыми цепями минимальное число зубьев назначают в пределах от 12 до 31, а для передач с зубчатыми цепями - от 16 до 40.

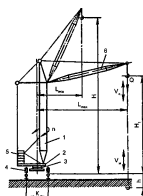


Схема башенного крана с поворотной башней,
подъемной стрелой и нижним расположением противовеса

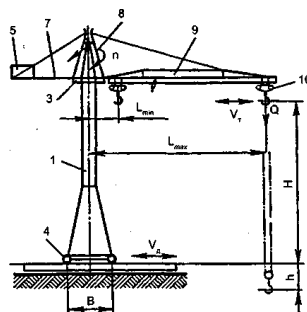


Схема башенного крана с неповоротной башней,
балочной стрелой и верхним расположением противовеса

Основные элементы башенного крана

1 – башня; 2 – поворотная платформа; 3 – опорно-поворотное устройство; 4 – ходовое устройство; 5 – противовес; 6 – подъемная стрела; 7 – консоль противовеса; 8 – поворотный оголовок; 9 – балочная стрела; 10 – грузовая тележка

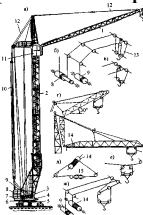
Модели кранов, прошедшие первую модернизацию, помечают буквой А, помещаемой после цифровой части индекса, прошедшие вторую модернизацию – буквой Б и т. д. в порядке русского алфавита. Также буквами русского алфавита обозначают специальное климатическое исполнение крана – для холодного (ХЛ), тропического (Т) и тропического влажного (ТВ) климата.

Большинство моделей башенных кранов выполнены по единой конструктивной схеме с максимальным использованием унифицированных узлов и механизмов, а также устройствами плавного пуска и торможения механизмов и посадки грузов с малой скоростью. Все механизмы башенных кранов оборудованы нормально замкнутыми тормозами, автоматически размыкающимися при включении привода. Иногда в поворотных механизмах устанавливают также нормально разомкнутые тормоза с устройством (на рычагах или педалях управления тормозом) для фиксации в замкнутом состоянии.

Рабочими движениями башенных кранов являются подъем и опускание груза, изменение вылета стрелы (крюка) с грузом, поворот стрелы в плане на 360° , передвижение самоходного крана. Отдельные операции могут быть совмещены, например, подъем груза с поворотом стрелы.

Основные параметры строительных башенных кранов регламентированы требованиями ГОСТ, к ним относятся: вылет крюка L (расстояние от оси вращения поворотной части крана до центра зева крюка), грузоподъемность Q (масса наибольшего допускаемого груза для заданного вылета), высота подъема H и др.

Башенный кран с поворотной башней состоит из неповоротной рамы с ходовым устройством 5 и его приводом и поворотной части. Последняя включает поворотную платформу 4 с противовесом 7, механизмом вращения 3, грузовой 8 и стреловой 9 лебедками, башню 2, стрелу 1, грузовой 13 и стреловой 10 полиспасты. Все механизмы крана имеют индивидуальный электрический привод. Поворотная часть опирается на неповоротную через опорно-поворотный шариковый или роликовый круг 6 закрытого типа.



Башенный кран с поворотной башней

Башня решетчатой или трубчатой конструкции закреплена на поворотной платформе, а стрела закреплена шарнирно в верхней части башни. Стрела удерживается растяжками 12, огибающими направляющие блоки и закрепленными своими концами на верхней обойме стрелового полиспаста, с помощью которого, а также стрелоподъемной лебедки она может подниматься и опускаться, изменяя при

этом высоту подъема и вылет груза. Поднимают и опускают груз грузовой лебедкой с полиспастом 13 и крюковой подвеской.

Грузовые полиспасты башенных кранов бывают четырех- или двукратными. Первые используют для подъема больших грузов на малой скорости, а вторые – для подъема малых грузов на повышенной скорости.

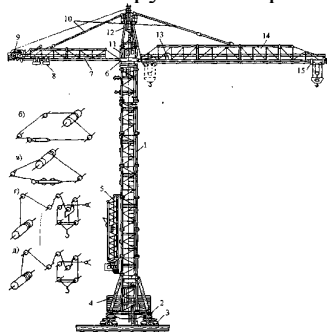
Стрела может быть оборудована грузовой кареткой, перемещающейся по направляющим вдоль горизонтально или наклонно установленной стрелы с помощью тяговой электрореверсивной лебедки, расположенной на стреле или на поворотной платформе. На каретке установлены блоки грузового полиспаста. При перемещении каретки они обкатываются по грузовому канату, и груз перемещается вдоль стрелы в горизонтальной плоскости. При необходимости подъема стрелы грузовую каретку фиксируют на стреле.

В случае перемещения грузовой каретки по наклонной стреле с углом наклона до 30° грузовой и тяговый канаты запасовывают по схеме, при которой обеспечивается горизонтальное перемещение груза. Для увеличения высоты подъема (при сопутствующем этому уменьшении вылета груза) стрелы некоторых кранов выполняют из двух частей, соединенных между собой шарнирно. Корневую часть устанавливают вертикально, а удлиняющую - наклонно.

Грузовая каретка в этом случае может быть зафиксирована на наклонной части стрелы или перемещаться по ней.

Обычно нижнюю (грузовую) обойму выполняют с разнесенными блоками, благодаря чему предотвращается закручивание канатов грузового полиспаста. В кранах с грузовой кареткой для изменения вылета груза требуются меньшие затраты энергии, чем в случае подъемной стрелы, однако конструкция крана при этом получается более сложной.

Краны с неповоротной башней отличаются от кранов с поворотной башней тем, что вместе с нижней рамой 2 и ходовыми тележками 3, конструктивно сходными с таковыми для кранов с поворотной башней, к неповоротной части относится также башня 1 с порталом и балластом 4 в нижней части. Балласт обеспечивает крану требуемую устойчивость против опрокидывания как под нагрузкой, так и в ненагруженном состоянии. Поворотная же часть крана включает поворотную головку 12, опирающуюся на верхнюю часть башни через опорно-поворотное устройство 6, обычно горизонтально расположенную стрелу 14 с грузовой кареткой 15 и лебедкой 13 для ее передвижения и противовесную консоль 7 с передвижным противовесом 8, грузовой лебедкой 9 и лебедкой передвижения противовеса 11. Стрела и противовесная консоль поддерживаются растяжками 10. Как и в случае кранов с поворотной башней, противовес служит для выравнивания нагрузок на тела качения опорно-поворотного круга. Его положение на противовесной консоли зависит от положения грузовой каретки на стреле и массы поднимаемого груза.



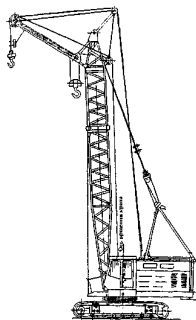
Башенный кран с неповоротной башней

По мере возведения здания башню удлиняют с помощью монтажной стойки 5. Для этого, предварительно уравновесив поворотную часть соответствующим расположением грузовой каретки и противовеса, с помощью монтажной стойки и специальной лебедки поднимают башню вместе с поворотной частью и в образовавшийся зазор вводят дополнительную секцию, которую пристыковывают к нижней части поднятой башни, после чего на нее опускают верхнюю часть.

В кранах с поворотной башней масса высоко расположенных элементов меньше, чем в кранах с неповоротной башней, а следовательно, общий центр масс расположен ниже, что способствует уменьшению общей массы крана, повышению его динамической устойчивости и удобства его транспортирования и монтажа. Однако при большой грузоподъемности и большой высоте подъема груза у этих кранов значительно увеличивается их общая масса, из-за чего при грузоподъемности более 10 т целесообразно использовать краны с неповоротной башней.

4.5.4. Гусеничные краны

Гусеничные краны работают без выносных опор (об исключениях см. выше) и могут передвигаться в пределах строительной площадки без предварительной подготовки трассы со скоростью 0,5 ... 1 км/ч, а при специальной подготовке они могут перемещаться с номинальным грузом на крюке.



Грузоподъемность отечественных гусеничных кранов составляет от 16 до 250 т (краны: МКГ-25.1, ДЭК-252, РДК-250-3, СКГ-401, МКГС 125).

Высокая маневренность и большая грузоподъемность обусловили их широкое применение в различных отраслях строительства на объектах с большими, в том числе с рассредоточенными, объемами работ для монтажа укрупненных конструкций и технологического оборудования. Этими качествами предопределяется высокая конкурентная способность гусеничных кранов по отношению к специальным башенным кранам, требующим устройства подкрановых путей.

Гусеничные краны комплектуют всеми видами стрелового и башенно-стрелового рабочего оборудования. Длина основных прямых стрел обычно составляет 10-15 м. Увеличение высоты подъема крюка достигается установкой до пяти дополнительных вставных секций длиной от 5 до 10 м, а также гуськов различной длины.

Гусеничные краны имеют, как правило, индивидуальный электрический привод с первичным силовым агрегатом - дизелем и элетрогенератором переменного трехфазного тока частотой 50 Гц, напряжением 380 и 220 В, что допускает работу от внешней электросети. Дизель-генератор устанавливают в хвостовой части поворотной платформы. Приводы всех механизмов (грузового, стрелоподъемного, поворотного, ходового и др.) построены по стандартным схемам:

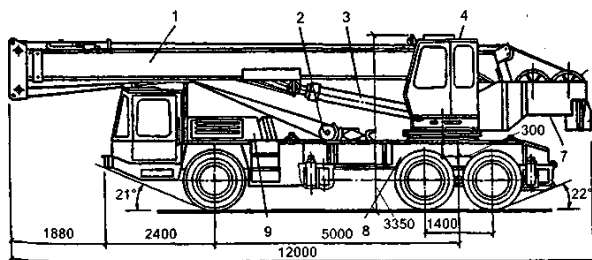
электродвигатель - тормоз - редуктор - рабочий орган.

Ходовая часть гусеничных кранов состоит из неповоротной рамы, опирающейся на две приводные гусеничные тележки с многоопорными гусеничными звеньями, обеспечивающими низкие (до 0,1 МПа) давления на грунт. Каждая гусеница приводится в движение собственным механизмом.

4.5.5. Пневмоколесные краны

Пневмоколесные краны имеют одинаковое с гусеничными кранами назначение и сходное с ними устройство поворотной части, но отличаются пневмоколесным ходовым оборудованием – с нормальной базой или короткобазовые. Последние обладают повышенной маневренностью, что особенно важно для работы в стесненных условиях, в том числе внутри производственных помещений. В настоящее время в нашей стране производятся и находятся в эксплуатации пневмоколесные краны типов КС и МКП грузоподъемностью 16, 25, 36 и 100 т.

Пневмоколесное ходовое оборудование может быть двухосным и многоосным (до пяти осей). Короткобазовые краны имеют две оси со всеми поворотными колесами, что существенно повышает их маневренность. Рабочая скорость передвижения не превышает 5 км/ч, а транспортная достигает 35 км/ч и более (до 70 км/ч).



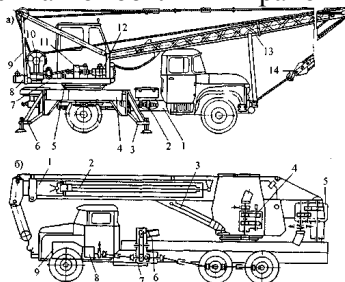
Кран на шасси автомобильного типа КС-5473Б
грузоподъемностью 25 т
Основные части

1 – стрела; 2 – крюковая подвеска; 3 – гидроцилиндр; 4 – кабина; 5 – лебедка;
6 – противовес; 7 – поворотная платформа; 8 – шасси; 9 – двигатель

4.5.6. Автомобильные краны

Автомобильные краны применяют как на погрузо-разгрузочных работах, так и на монтаже конструкций и оборудования небольших масс и габаритов. В последнее время автомобильные краны широко используют для выполнения грузоподъемных работ при строительстве небольших зданий. Оборудованные двухканатным грейфером, автомобильные краны используют на перегрузке сыпучих материалов.

Грузоподъемность автомобильного крана обусловлена параметрами базового автомобиля. В настоящее время отечественная промышленность выпускает автомобильные краны грузоподъемностью 4; 6,3; 10; 16; 25 и 32 т. Паспортная грузоподъемность крана обеспечивается только при работе на четырех выносных опорах. Транспортная скорость автомобильных кранов по дорогам достигает 60...70 км/ч.



Автомобильные краны:

а - с решетчатой стрелой и групповым приводом

Основные части

- 1 - шасси грузового автомобиля;
- 2 - коробка отбора мощности;
- 3 и 6 - выносные опоры;
- 4 - дополнительная рама;
- 5 - опорно-поворотное устройство;
- 7 - поворотная платформа;
- 8 - противовес;
- 9 - двуногая стойка;
- 10 - грузовая и стреловая лебедки;
- 11 - реверсивно-распределительный механизм;
- 12 - механизм вращения;
- 13 - стрела;
- 14 - крюковая подвеска.

б - с телескопической стрелой и гидравлическим индивидуальным приводом

Основные части

- 1 - стрела;
- 2 - гидроцилиндр раздвижки секций стрелы;
- 3 - гидроцилиндр подъема стрелы;
- 4 - механизм вращения;
- 5 - грузоподъемный механизм;
- 6 - насос;
- 7 - коробка отбора мощности;
- 8 - коробка передач;
- 9 - двигатель автомобиля.

Базовый автомобиль является ходовой неповоротной частью крана. Поворотная часть крана с закрепленной на ней стрелой, кабиной и крановыми механизмами соединена с его неповоротной частью опорно-поворотным устройством роликового, реже шарикового типа.

По типу стрелового оборудования различают краны с жесткими (нераздвижными) и телескопическими (раздвижными) стрелами. Жесткие стрелы, обычно решетчатые, поддерживаются в требуемом положении канатами стрелоподъемного механизма.

Для увеличения рабочего подстрелового пространства и его основных параметров - высоты подъема и вылета - кран может быть укомплектован дополнительной удлиненной стрелой или вставкой для удлинения основной стрелы, надставкой - гуськом и башенно-стреловым оборудованием.

Угол наклона к горизонту телескопической стрелы коробчатого сечения, а также ее раздвижку обеспечивают гидравлические цилиндры. В современных кранах телескопическая стрела может раздвигаться с грузом на крюке, обеспечивая этим высокую точность установки монтируемых элементов.

4.5.7. Краны пролётного типа

Каждый из кранов пролетного типа имеет две опоры, перемещающиеся по рельсам и пролетную часть (мост решетчатой или коробчатой конструкции). У кранов мостового типа груз подвешен на грузовом полиспасте, верхняя обойма которого закреплена на перемещаемой вдоль моста грузовой тележке. Пространственная траектория груза образуется из сочетания траекторий трех простых движений

- подъема груза,
- перемещения тележки вдоль моста,
- перемещения всего крана.

К кранам пролетного типа относятся:

- **козловые краны;**
- **мостовые краны;**
- **кран-балки.**

Козловые краны применяют в основном на обслуживании складов строителей и монтажных площадок по изготовлению и сборке металлических и железобетонных конструкций и монтажу оборудования. Их грузоподъемность составляет от 1 до 500 т при пролетах от 9,3 до 50 м и высоте подъема 7 ... 30 м.

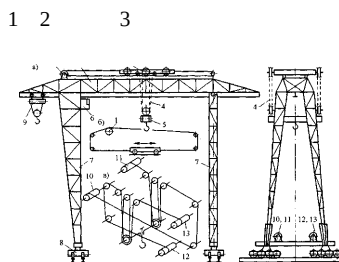
По сравнению со стреловыми кранами козловые краны имеют постоянную грузоподъемность по всей площади обслуживаемой зоны, более устойчивы, менее материалоемки. К недостаткам относятся меньшая маневренность и сложность монтажа.

Различают козловые краны общего назначения и специальные (монтажные). По конструкции моста они бывают однобалочными и двухбалочными, а по типу металлоконструкций - решетчатыми и коробчатыми. Мосты некоторых кранов имеют консоли. Кран перемещается по рельсам, реже на пневматических шинах. В последнем случае, а также при небольших пролетах, а следовательно, небольшой колее рельсового пути опоры крана 7 могут соединяться с мостом 2 жестко. При уширенной рельсовой колее, во избежание опасности заклинивания опор при температурных расширениях моста и при возможных отклонениях колеи от ее номинального значения при передвижении ходовых тележек 8 по рельсам, одну опору соединяют с мостом шарнирно.

Мосты кранов малой грузоподъемности (до 5 т) изготовляют в виде пространственной трехпоясной фермы и ездовой балки двутаврового профиля, по которой перемещается электроталь. Мосты кранов средней и большой грузоподъемности выполняют в виде четырехпоясной решетчатой фермы прямоугольного или трапециoidalного сечения. Перемещаемая по верхнему или нижнему поясам моста грузовая тележка 3 может быть самоходной или приводимой канатным механизмом от электрореверсивной тяговой лебедки 1. При этом во избежание утяжеления тележки, грузоподъемный механизм, состоящий из нескольких лебедок 10 - 13, располагают на одной из опор. Чаще самоходные тележки оборудуют автоматическими нормально замкнутыми тормозами.

Особенностью грузоподъемного механизма, состоящего из двух пар лебедок, является возможность изменять скорости подъема (опускания) груза в широких пределах: включением всех лебедок на подъем (опускание) груза, включением одной пары лебедок, например 10 и 11 на подъем, а второй пары 12 и 13 на опускание или наоборот, включением только одной пары лебедок при неработающей второй паре.

Грузовая полиспастная система 4 состоит обычно из двух симметрично расположенных полиспастов, объединенных траверсой 5. Распространены комбинированные конструкции, у которых по верхнему поясу моста



Козловый кран:

а - схема общего вида; б, в - схемы канатоведения

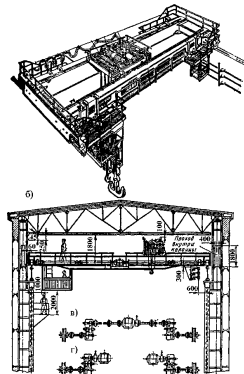
перемещается грузовая тележка основного, а по нижнему поясу - тележка 9 меньшей грузоподъемности вспомогательного подъема. Последнюю используют для работы с грузами малой массы с повышенной скоростью.

Механизмы крана имеют электрический привод и питаются от внешней электросети через троллеи или гибкий кабель. Управляют краном из кабины машиниста 6, располагаемой на одной из опор.

Для монтажа тяжелого промышленного оборудования - цементных печей, котлов, турбогенераторов и др. - применяют козловые краны грузоподъемностью 100...125 *t* с пролетом 20...25 *m* при высоте подъема 12,5...25 *m*. На строительстве атомных станций работают козловые краны грузоподъемностью 400 *t*.

Мостовые краны отличаются от козловых тем, что они передвигаются по рельсовым путям, уложенным на колоннах цеха (склада). Мостовые краны применяют для механизации грузоподъемных работ на машиностроительных и ремонтных предприятиях, в производстве строительных материалов и т.п., для механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ.

а)



Мостовой кран:

а - общий вид;

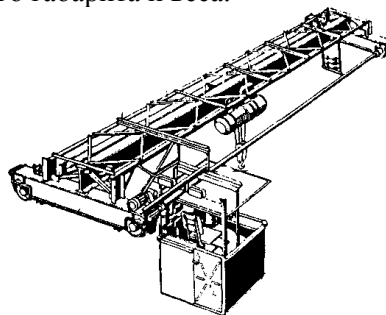
б - размещение крана в пролете;

в - механизм передвижения крана с общим двигателем;

г - то же с отдельными двигателями.

По конструкции моста эти краны бывают одно- и двухбалочными. Грузоподъемность двухбалочных кранов составляет от 5 до 500 *t*, пролет - от 10 до 32 *m*. В кранах малой и средней грузоподъемности механизм передвижения имеет обычно групповой привод (с трансмиссионным валом и двумя редукторами по концам для передачи движения ходовым колесам), а в кранах большой грузоподъемности - индивидуальный привод для каждой стороны крана. Известны также зарубежные мостовые краны небольшой грузоподъемности с пневматическими колесами, обеспечивающими мягкость и бесшумность перемещения крана по железобетонным путям.

Кран-балки представляют собой однобалочные мостовые краны, которые используют в цехах и складах при переработке грузов малого габарита и веса.



В качестве подъемного механизма у кран-балок, используют электротали. Грузоподъемность таких кранов - до 5 *t*, пролет 5...17 *m*. Управляют краном с пола, реже из кабины.

4.6. Нагрузки, действующие на кран

Краном воспринимаются следующие нагрузки:

- *вес груза* вместе с грузозахватными устройствами;
- *вес элементов крана*, включая противовес;
- *силы инерции*, действующие на кран и груз, а также на двигатель и элементы механизмов крана в периоды неустановившегося движения и при вращении поворотной части крана как в неустановившемся, так и в установившемся режимах;

- вес снега и слоя льда при обледенении;
- давление ветра, зависящее от скоростного напора движущегося воздуха (ветра) и конфигурации воспринимающей поверхности конструкции крана и груза.

Последние два вида нагрузок - только для кранов, работающих на открытом воздухе.

Различают нагрузки *рабочего и нерабочего состояния крана*.

В *рабочем состоянии* кран с грузом или без него совершает рабочие движения собственными механизмами.

Нерабочим состоянием считается такое, при котором по условиям внешней среды кран эксплуатировать не допускается, например, при ураганном ветре, землетрясении и т. п. К нерабочему относится также состояние машины в стадии ремонта или монтажа.

К нагрузкам рабочего состояния относятся все перечисленные выше нагрузки.

К нагрузкам нерабочего состояния относится вес элементов крана, вес снега и льда и повышенное давление ветра или повышенный вес груза (при испытаниях нагрузкой, превышающей номинальную) при рабочем давлении ветра.

4.7. Устойчивость кранов

Свободно стоящие стреловые краны, не закрепленные на фундаменте или стене здания, подвержены действию внешних нагрузок в процессе выполнения грузоподъемных операций, а также в нерабочем состоянии, определенное сочетание которых вместе с силами тяжести составных частей кранов может привести к их опрокидыванию. Способность кранов противостоять опрокидыванию относительно некоторой общей с основанием оси (ребра опрокидывания) называют **устойчивостью**. Условием устойчивости является равенство моментов относительно возможного ребра опрокидывания – опрокидывающих кран (M_{opr}) и удерживающих его сил ($M_{уд}$) или превышение второго над первым:

$$M_{уд} > M_{opr}.$$

Различают *продольную* (при возможном опрокидывании в продольной плоскости ходового оборудования) и *поперечную устойчивость* - в поперечной плоскости. В качестве *ребра опрокидывания* при проверке продольной устойчивости принимают ось, проходящую через точки контакта передних или задних колес (для колесных кранов без выносных опор). Для кранов с выносными опорами ребро опрокидывания проходит через центры опорных поверхностей передних или задних выносных опор. Для гусеничных кранов ребро опрокидывания проходит через крайние (в передней или задней частях) точки опорного контура.

При проверке поперечной устойчивости ребро опрокидывания проходит через те же точки, но взятые попарно на одной из боковых сторон ходового оборудования.

Устойчивость крана с грузом на крюке называют *грузовой устойчивостью*, а без груза - *собственной устойчивостью*.

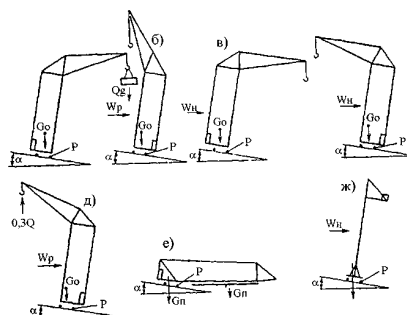
Устойчивость проверяют для следующих состояний крана: грузовую - при работе крана с грузом (схема а); собственную - для рабочего состояния крана без груза с предельно поднятой стрелой (схема б); для нерабочего состояния (схемы в и г).

Состояние, представленное на схеме в, является расчетным в случае, если у кранов в нерабочем состоянии допускается свободное вращение поворотной части, которая под действием ветра займёт такое положение.

Кроме того, устойчивость проверяют для случая внезапного обрыва груза (схема д), когда кран может опрокинуться в сторону, противоположную рабочему оборудованию, вследствие *преобразования* накопленной в предшествующем расчетному случаю нагруженном состоянии потенциальной энергии в кинетическую энергию опрокидывания крана.

а)

г)



Схемы для определения устойчивости свободно стоящих кранов

Устойчивость проверяют также при монтаже (демонтаже) крана - в начале монтажа или в конце демонтажа в момент отрыва монтируемого блока от земли (схема е) и при вертикально установленном, но не полностью смонтированном блоке (схема ж).

Устойчивость проверяют для наиболее неблагоприятных условий состояния крана: при наиболее неблагоприятном в отношении опрокидывания сочетании действующих на кран нагрузок при расположении крана на наклонной поверхности (в сторону возможного опрокидывания).

При расчете учитывают упругую деформацию элементов крана под действием приложенных к нему сил, деформацию кранового пути (для рельсоколесных кранов), а также просадку основания под опорными элементами крана.

Во всех случаях удерживающий момент формируется силами тяжести элементов крана.

Опрокидывающий момент создается силой тяжести груза (только при проверке грузовой устойчивости), ветровой и инерционными нагрузками при подъеме груза и передвижении крана. Расчетную массу груза принимают равной грузоподъемности крана.

Ветровую нагрузку для схем а, б и д принимают по нормам рабочего состояния, для всех других случаев - по нормам нерабочего состояния. Последняя примерно в 3,6 раз больше ветровой нагрузки рабочего состояния. Расчетное направление ветровой нагрузки - в сторону возможного опрокидывания. Инерционные нагрузки определяют в соответствии с инерционными параметрами (массами и моментами инерции, жесткостью связей) движущихся элементов привода, груза и крана в целом, а также динамическими характеристиками привода.

Грузовую устойчивость проверяют расчетом и испытанием изготовленного крана по Правилам Госгортехнадзора при приемочных испытаниях на предприятии-изготовителе и при техническом освидетельствовании на строительной площадке. Остальные виды устойчивости проверяют только расчетом. Параметры устойчивости рассчитывают в соответствии с нормативной документацией головных научно-исследовательских организаций, согласованной с Госгортехнадзором РФ.

4.8. Устройства безопасности

Строительные краны оборудуют устройствами безопасности:

- для автоматической остановки механизмов подъема крюка в его крайних (верхнем и нижнем) положениях;
- для изменения вылета в крайних положениях;
- для передвижения рельсовых кранов и их тележек;
- для передвижения мостовых и козловых кранов и их грузовых тележек, работающих на одном пути;
- для всех других механизмов при необходимости ограничения их хода, например, механизма поворота.

Применяемые устройства безопасности:

- ограничители и указатели грузоподъемности;
- анемометры;
- креномеры;
- сигнализаторы приближения к ЛЭП и др.

В кранах с электроприводом приборы и устройства безопасности включают в электрические цепи питания соответствующих механизмов. При срабатывании их контакты разрывают электрическую цепь.

В качестве *ограничителей линейных и угловых перемещений* применяют концевые и путевые выключатели рычажного и шпиндельного типов.

Ограничитель передвижения служит для автоматической остановки рельсоколесного крана перед его подходом к тупиковым упорам.

Ограничитель поворота ограничивает угол вращения механизма поворота в кранах с бескольцевым токоприемником, чем исключается скручивание питающего кабеля.

Ограничитель угла наклона стрелы у кранов с маневровой стрелой или пути тележки у кранов с балочной стрелой автоматически останавливают механизм изменения вылета перед подходом стрелы или грузовой тележки к конечным положениям.

Ограничителем подъема у кранов с балочной стрелой отключают грузовую лебедку перед подходом крюковой подвески к стреле. Применяемые в качестве указанных выше ограничителей концевые выключатели не исключают возможности движения крана (механизма) в обратном направлении.

4.9. Технический надзор и испытания кранов в процессе их эксплуатации.

В процессе эксплуатации грузоподъемные машины могут при необходимости подвергать *статическим и динамическим испытаниям*, а также *полному техническому освидетельствованию*.

Статические испытания грузоподъемной машины проводят с целью проверки ее прочности нагрузкой, превышающей номинальную грузоподъемность на 25%. При статических испытаниях мостовых и козловых машину устанавливают над опорами крановых путей, а ее тележку (тележки) - в положение, соответствующее наибольшему прогибу моста. Груз поднимают на высоту 100 ... 200 мм с выдержкой в таком положении в течении 10 мин. После снятия нагрузки проверяют мост на отсутствие остаточных деформаций. При наличии последних кран не допускается к работе. Краны стрелового типа, имеющие одну или несколько грузовых характеристик, испытывают в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности. Для испытаний стрелу устанавливают с положение, соответствующее наименьшей устойчивости крана. В остальном режим испытаний прежний. Кран считается выдержавшим испытания, если в течение 10 мин поднятый на высоту 100 ... 200 мм груз не опустится на землю и не будет обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений его металлоконструкций и механизмов.

Динамические испытания проводят с целью проверки действия механизмов и тормозов нагрузкой, на 10% превышающей грузоподъемность машины. При динамических испытаниях многократно поднимают и опускают груз, проверяют действие всех других механизмов в режиме совмещений рабочих движений.

Техническое освидетельствование проводится с целью проверки:

- *соответствия* грузоподъемной машины (и её установки) *Правилам Госгортехнадзора, паспортным данным* и представленной документации (для регистрации в органах Госгортехнадзора);
- *ее исправности*, обеспечивающей безопасную работу;
- *соответствия требованиям* Правил организации надзора и обслуживания машины.

Полное техническое освидетельствование включает осмотр и проверку машины, ее статические и динамические испытания.

При техническом освидетельствовании осмотру и проверке в работе подлежат:

- механизмы и электрооборудование грузоподъемной машины;
- приборы безопасности;
- тормоза;
- ходовые колеса и аппараты управления;

только проверке в работе подлежат:

- освещение;
- сигнализация;
- габариты;
- состояние металлоконструкций машины и ее сварных (клепанных) соединений на отсутствие трещин, утонения стенок вследствие коррозии, ослабления клепанных соединений и других дефектов;
- кабины, лестницы; площадки и ограждения;
- состояние крюка (не реже одного раза в 12 мес), ходовых колес, блоков, барабанов, элементов тормозов;
- расстояние между крюковой подвеской и упором при срабатывании концевого выключателя механизма подъема;
- состояние изоляции проводов и заземления электрических кранов с определением их сопротивления;
- соответствие массы противовеса и балласта у кранов стрелового типа их паспортным значениям;
- состояние кранового пути и его соответствие требованиям Правил, проекту и инструкции по эксплуатации грузоподъемной машины;
- состояние канатов и их крепления.

Грузоподъемные машины, отработавшие нормативный срок, подвергаются обследованию (диагностике) специализированными организациями, имеющими лицензию Госгортехнадзора РФ.

Ответственность за исправное состояние и безопасное действие грузоподъемных машин возлагается на представителя технической администрации, в ведении которой находится грузоподъемная машина.

Лекции за II семестр

5. Машины для земляных работ

5.1. Общие сведения

Виды земляных сооружений

Земляными сооружениями называют устройства в грунте, полученные в результате его удаления за пределы сооружения, или из грунта, внесенного в сооружение извне. Первые называют *выемками*, а вторые - *насыпями*.

В зависимости от формы и размеров выемок различают:

- котлованы,
- траншеи,
- канавы,
- кюветы,
- каналы,
- ямы,
- скважины,
- шпуры.

Котлованы и *ямы* имеют соизмеримые размеры во всех трех направлениях, при этом глубина котлована обычно меньше, а ямы - больше двух других размеров. Кроме того, ямы имеют небольшой объем.

Длины *траншей*, *канав*, *кюветов* и *каналов* существенно превышают размеры их поперечных сечений.

Скважины - это закрытые выемки, один размер которых (глубина или длина в зависимости от ориентации выемки относительно открытой поверхности грунта) существенно превышает размеры их поперечных сечений. Скважины диаметром до 75 мм включительно называют шпурами. Скважины могут быть вертикальными, горизонтальными и наклонными.

При устройстве выемок вынутый из них грунт удаляют за пределы рабочей площадки или укладывают рядом в кавальеры для его последующего использования при обратной засыпке. При сооружении насыпей грунт доставляют извне или из боковых резервов.

Если при образовании выемок выполняются работы только по отделению части грунта от массива, связанному с разрушением его связности, и его перемещением, то при сооружении насыпей, кроме перемещения грунта, обычно решается обратная задача - восстановления прежнего плотного состояния грунта.

Классификация грунтов

Грунты, разрабатываемые машинами, классифицируют по трудности разработки по 8 категориям. В основу этой классификации, предложенной проф. А. Н. Зелениным, положена плотность в физическом измерении ($кг/м^3$) и по показаниям плотномера конструкции ДорНИИ.

Согласно классификации проф. А. Н. Зеленина грунты распределены по категориям следующим образом:

I категория - песок, супесь, мягкий суглинок средней крепости влажный и разрыхленный без включений;

II категория - суглинок без включений, мелкий и средний гравий, мягкая влажная или разрыхленная глина;

III категория - крепкий суглинок, глина средней крепости влажная или разрыхленная, аргиллиты и алевролиты;

IV категория - крепкий суглинок, крепкая и очень крепкая влажная глина, сланцы, конгломераты;

V категория - сланцы, конгломераты, отвердевшие глина, и лесс, очень крепкие мел, гипс, песчаники, мягкие известняки, скальные и мерзлые породы;

VI категория - ракушечники и конгломераты, крепкие сланцы, известняки, песчаники средней крепости, мел, гипс, очень крепкие опоки и мергель;

VII категория - известняки, мерзлый грунт средней крепости;

VIII категория - скальные и мерзлые породы, очень хорошо взорванные (куски не более 1/3 ширины ковша).

Характеристики грунтов

Категор -	Плотн.	Число ударов	Коэф-фициент	Удельное сопротивление, $кПа$		
				копанию при работе:		
				прямыми		экскаваторами непрерывного действия

рия грунта	кг/м³	плотно- мера ДорНИ И	разрых- ления	резанию	и обрат- ными лопатам и	драг- лайнами	поперечного копания		тран-
							ротормым и	цепными	шейными
I	1200-1500	1-4	1,08-1,17	12-65	18-80	30-120	40-130	50-180	70-230
II	1400-1900	5-8	1,14-1,28	58-130	70-180	120-250	120-250	150-300	210-400
III	1600-2000	9-16	1,24-1,3	120-200	160-280	220-400	200-380	240-450	380-660
IV	1900-2200	17-35	1,26-1,37	180-300	220-400	280-490	300-550	370-650	650-800
V	2200-2500	36-70	1,3-1,42	280-500	330-650	400-750	520-760	580-850	700-1200
VI	2200-2600	71-140	1,4-1,45	400-800	450-950	550-1000	700-1200	750-1500	1000-2200
VII	2300-2600	141-280	1,4-1,45	1000-3500	1200-4000	1400-4500	1800-5000	2200-5500	2000-6000
VIII	2500-2800	281-560	1,4-1,6	-	220-250	230-310	-	-	-

5.2. Общая классификация машин и оборудования для разработки грунтов

Машины и оборудование для разработки грунтов классифицируют по назначению:

- *землеройные,*
- *землеройно-транспортные,*
- *бурильные,*
- *оборудование гидромеханизации.*

Землеройные машины разрабатывают грунт либо позиционно (одноковшовые экскаваторы), либо в процессе перемещения всей машины (экскаваторы непрерывного действия). Разработанный грунт либо укладывается в отвал рядом с отрытой выемкой или карьером, либо погружается в транспортные средства для его перевозки.

Землеройно-транспортные машины (бульдозеры, скреперы, баровые машины) работают в режимах - *землеройном и транспортном.*

Бульдозеры и скреперы сначала в процессе своего перемещения разрабатывает грунт, накапливая его перед отвалом (**бульдозер**) или заполняя им ковш (**скрепер**), а затем перемещает его: *волоком* по земле - в случае отвала или *в ковше*, подобно транспортной машине.

Отвальные землеройно-транспортные машины (*бульдозеры, автогрейдеры*), занятые на планировке земляных поверхностей, работают в режиме землеройной машины непрерывного действия - снимаемый слой грунта непрерывно перемещается по отвалу и укладывается рядом с полосой планировки.

Бурильные машины предназначены для бурения скважин, включая шпур. Обычно это машины позиционного действия, что определяется позиционностью скважины.

Средства гидромеханизации предназначены для разработки грунтов с использованием скоростного напора струи воды или водяного потока. Они представляются как машинами, так и аппаратами, не имеющими машинного привода.

По характеру рабочего процесса только одноковшовые экскаваторы и скреперы являются машинами циклического действия. Экскаваторы же непрерывного действия, автогрейдеры, и оборудование гидромеханизации работают в непрерывном режиме. Бульдозеры и грейдеры могут работать как в циклическом (при послойной разработке грунтов), так и в непрерывном (на планировочных работах) режимах.

Экскаваторы могут быть оборудованы:

- *одним ковшом* (одноковшовые экскаваторы) или
- *несколькими ковшами* или
- *заменяющими их рабочими органами – скребками;*
- *комбинированными органами* (для отдельного отделения грунта от массива и выноса его к месту отсыпки);

– *зубьями* (без ковшей), закрепленными на рабочем колесе (роторе) или на замкнутой рабочей цепи (экскаваторы непрерывного действия).

Каждый рабочий орган, как и в случае одноковшового экскаватора, работает в циклическом режиме, но со сдвигом во времени выполнения одноименных операций различными рабочими органами, вследствие чего грунт отсыпается непрерывным потоком.

По сравнению с одноковшовыми экскаваторами экскаваторы непрерывного действия имеют меньшие материалоемкость и энергоемкость, приходящиеся на единицу их технической производительности, что обусловлено более равномерным нагружением этих машин во времени. В то же время экскаваторы непрерывного действия имеют более низкий коэффициент использования во времени из-за более частых отказов многозвенной структуры этих машин. Являясь специальными землеройными машинами, экскаваторы непрерывного действия имеют узкую область применения по сравнению с одноковшовыми экскаваторами.

5.3. Одноковшовые экскаваторы

Одноковшовыми экскаваторами называют позиционные землеройные машины циклического действия, оборудованные ковшевым рабочим органом. Рабочий цикл одноковшового экскаватора состоит из последовательно выполняемых операций копания грунта, его перемещения в ковше к месту отсыпки, разгрузки ковша с отсыпкой грунта в отвал или в транспортное средство и возвращения ковша на позицию начала следующего рабочего цикла. В совокупности перечисленные операции еще называют экскавацией. После отработки элемента забоя (части грунтового массива в пределах досягаемости рабочего оборудования) экскаватор перемещают на новую позицию. Совокупность рабочих циклов на одной позиции экскаватора вместе с его перемещением на новую позицию образует большой цикл.

Одноковшовые экскаваторы классифицируют:

– **по назначению:**

– *строительные* – для производства земляных работ, погрузки и разгрузки сыпучих материалов;

– *строительно-карьерные* – для тех же работ и, кроме того, для разработки карьеров строительных материалов и добычи полезных ископаемых открытым способом;

– *карьерные* – для работы в карьерах;

– *вскрышные* – для снятия верхнего слоя грунта или горной породы перед карьерной разработкой;

– *туннельные и шахтные* – для работы под землей при строительстве подземных сооружений и разработке полезных ископаемых);

– **по виду рабочего оборудования:**

– *прямая лопата* – для разработки грунта выше уровня стоянки экскаватора;

– *обратная лопата* – для разработки грунта ниже уровня стоянки экскаватора;

– *драглайн* – для разработки котлованов, траншей и каналов, погрузки и разгрузки сыпучих материалов, вскрышных работ;

– *грейфер* – для отрывки глубоких выемок;

– *планировщик* – для планирования горизонтальных поверхностей и откосов).

– **по исполнению рабочего оборудования:**

– *канатные* – с гибкой подвеской;

– *гидравлические* – с жесткой подвеской рабочего оборудования.

– **по виду ходовых устройств:**

– *пневмоколесные* (в т.ч. с использованием автомобильной или тракторной баз, а также специальных шасси автомобильного типа);

– *гусеничные*;

– *шагающие* – для мощных драглайнов большой массы.

– **по возможности вращения поворотной части:**

– *полноповоротные*;

– *неполноповоротные*.

– **по числу установленных двигателей:**

– *одномоторные*;

– *многомоторные*.

Экскаваторы, имеющие только один вид рабочего оборудования, называют *специальными*, а укомплектованные сменными видами рабочего оборудования – *универсальными*. К последним относится большинство строительных одноковшовых экскаваторов.

Отечественные универсальные экскаваторы обозначают **индексами** типа ЭО-0000.

Первый ноль после буквенной части заменяют цифрами, обозначающими размерную группу;

второй ноль - индексом типа ходового оборудования (1 - гусеничное, 2 - гусеничное с увеличенной опорной поверхностью, 3 - пневмокошесное, 4 - специальное шасси автомобильного типа, 5 - шасси грузового автомобиля, 6 - на базе трактора и т. д.);

третий ноль - индексом типа подвески рабочего оборудования (1 и 2 - соответственно с гибкой и жесткой подвеской, 3 - телескопическое рабочее оборудование);

четвертый (последний) ноль - номером модели экскаватора.

Например, ЭО-4123 означает экскаватор строительный универсальный четвертой размерной группы с гусеничным ходовым устройством, жесткой подвеской рабочего оборудования, третьей модели. Очередную модернизацию и климатическое исполнение обозначают буквами русского алфавита.

Техническую производительность одноковшовых экскаваторов, как наибольшую среднюю производительность за 1 ч работы, определяют по формуле:

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot k_n}{k_p (t_{\text{ц}} + t_{\text{пер}} / n_{\text{ц}})}, \text{ м}^3 / \text{час},$$

где q – вместимость ковша, м^3 ;

k_n – коэффициент его наполнения;

k_p – коэффициент разрыхления грунта (см. табл.);

$t_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла, с;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность одной передвижки экскаватора на новую позицию, с;

$n_{\text{ц}}$ – число рабочих циклов на одной позиции.

Продолжительность рабочего цикла определяют суммарным временем, затрачиваемым на выполнение операций с учетом совмещения отдельных рабочих движений. Так, например, если поворот платформы на разгрузку ковша выполняется одновременно с маневровыми движениями рабочего оборудования и при этом продолжительность маневровых движений покрывается временем поворота платформы, то в расчет принимается только время поворотного движения.

Эксплуатационная производительность определяется по формуле:

$$P_{\text{Э}} = P_T \cdot T_p k_{\text{в}}, \text{ м}^3 / \text{сутки}, \text{ м}^3 / \text{мес}, \text{ м}^3 / \text{год}$$

Здесь T_p – продолжительность периода работы экскаватора (ч);

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины во времени (при односменной работе $k_{\text{в}} = 0,2 \dots 0,25$).

5.3.1. Строительные гидравлические экскаваторы

Основными рабочими органами гидравлических экскаваторов являются *ковши обратной и прямой лопат, ковши погрузчика и грейфера*.

Сменными рабочими органами, расширяющими область применения этих машин, могут быть:

- *бульдозерные отвалы* для грубой планировки земляных поверхностей;
- *однозубые и многозубые рыхлители* для рыхления прочных грунтов, пород и их прослоек, взламывания асфальтовых покрытий при ремонте автомобильных дорог, а также для корчевки пней при освоении рабочих площадок;

- *гидромолоты* для тех же работ;

- *крановые подвески*;

- различные модификации *грейферов* и *захватов* для работы экскаватора в режиме крана;

- *шнековые буры* для рытья колодцев небольших диаметров и др.

В качестве основного для отечественных экскаваторов до 5-ой размерной группы включительно принято рабочее оборудование обратная лопата, а для 6-ой размерной группы - прямая лопата.

На экскаваторах устанавливают ковши различной вместимости:

- *основные* (типа 02);

- *узкие* (07) - меньшей вместимости, для разработки прочных грунтов;

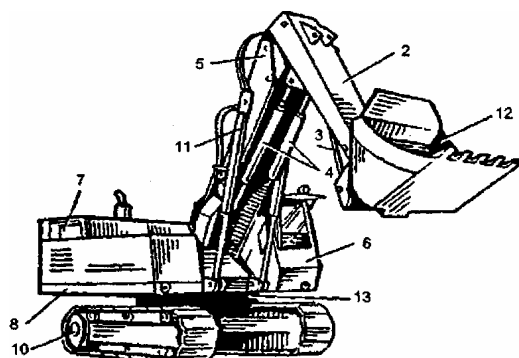
- *широкие* (03) - большей вместимости, для слабых грунтов.

Ковши всех типов имеют одинаковые размеры профильной проекции и отличаются шириной и числом устанавливаемых на их передней стенке зубьев.

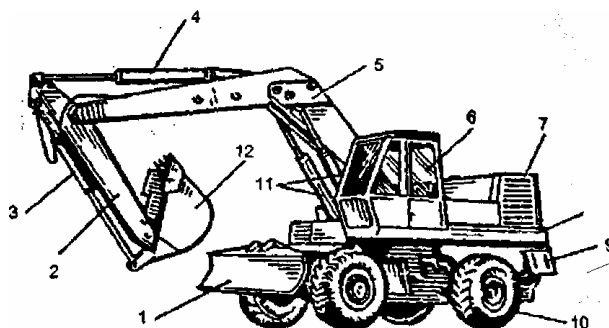
Строительные неполноповоротные (малые модели) и полноповоротные гидравлические экскаваторы являются самоходными машинами с пневмоколесным или гусеничным ходовым оборудованием.

Гидравлические полноповоротные экскаваторы

Гусеничный экскаватор с прямой лопатой



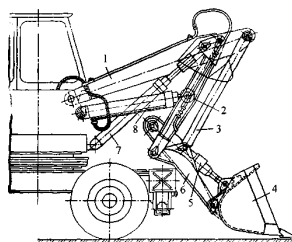
Пневмоколесный экскаватор с обратной лопатой



Основные части гидравлических полноповоротных экскаваторов

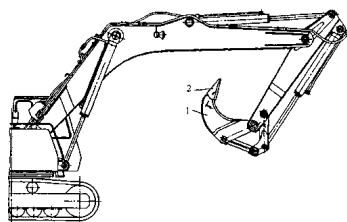
- 1 – бульдозерный отвал;
- 3 – гидроцилиндр ковша;
- 5 – стрела;
- 7 – силовая установка;
- 9 – аутригеры (откидные опоры);
- 11 – гидроцилиндры стрелы;
- 13 – опорно-поворотный круг

- 2 – рукоять;
- 4 – гидроцилиндры рукояти;
- 6 – кабина машиниста;
- 8 – поворотная платформа;
- 10 – ходовое устройство;
- 12 – ковш;

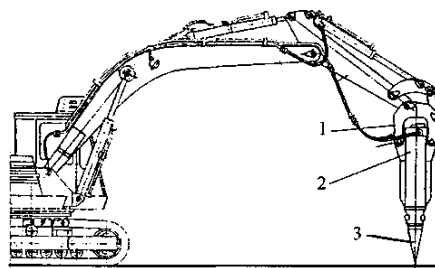


Гидравлический экскаватор

с погрузочным оборудованием для погрузки дробленых и сыпучих материалов



Гидравлический экскаватор с рабочим оборудованием однозубого рыхлителя



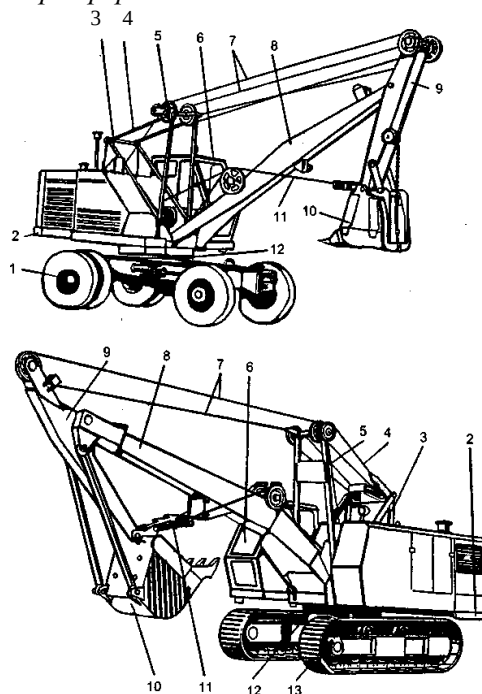
Гидравлический экскаватор с рабочим оборудованием гидромолота

Гусеничные экскаваторы, обладая повышенной проходимостью, передвигаются со скоростью, не превышающей 4-6 км/ч. Этими показателями предопределена область использования гусеничных экскаваторов - объекты с большими объемами земляных работ без специальной подготовки рабочих площадок, включая карьеры.

5.3.2. Строительные экскаваторы с гибкой подвеской рабочего оборудования

Эти экскаваторы имеют механический привод, представляют собой полноповоротные машины с гибкой подвеской рабочего оборудования.

Основными видами сменного рабочего оборудования таких машин являются *прямая лопата, обратная лопата, драглайн, кран и грейфер*.



Строительные полноповоротные экскаваторы с механическим приводом и гибкой подвеской рабочего оборудования:

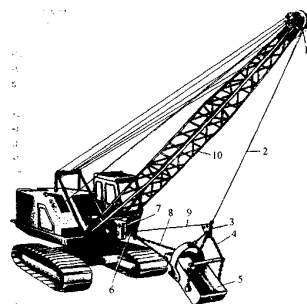
а — пневмоколесный; б — гусеничный

Основные части

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 — пневмоколесное ходовое устройство; | 2 — поворотная платформа; |
| 3 — двуногая стойка; | 4 — стрелоподъемный канат; |
| 5 — передняя стойка; | 6 — кабина машиниста; |
| 7 — подъемный канат; | 8 — стрела; |
| 9 — рукоять; | 10 — ковш обратной лопаты; |
| 11 — тяговый канат; | 12 — опорно-поворотное устройство; |
| 13 — гусеничное ходовое устройство. | |

Строительный полноповоротный экскаватор «драглайн»

Драглайном называют рабочее оборудование одноковшового экскаватора с ковшом, подвешенным к стреле на подъемном канате и перемещаемым при копании грунта тяговым канатом. Драглайном принято также называть и экскаватор с одноименным рабочим оборудованием. Эти машины применяют для разработки грунтов преимущественно ниже уровня стоянки при отрывке котлованов и траншей, для подводной разработки выемок, а также для погрузки и разгрузки сыпучих и дробленых строительных материалов.



Драглайн

Основные части

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1 – головной блок стрелы; | 2 – подъемный канат ковша; |
| 3 – огибающий блок ковша; | 4 и 8 – цепи подвески ковша; |
| 5 – ковш; | 6 – тяговый канат; |
| 7 – блочно-роlikовое устройство; | 9 – разгрузочный канат; |
| 10 – стрела экскаватора. | |

Мощные шагающие драглайны применяют для добычи полезных ископаемых открытым способом и на вскрышных работах. Отечественная промышленность выпускает строительные драглайны с ковшами от 0,3 до 3 м³, а шагающие драглайны с ковшами от 5 до 100 м³.

5.4. Экскаваторы непрерывного действия

Экскаваторами непрерывного действия называют землеройные машины, непрерывно разрабатывающие грунт с одновременной погрузкой его в транспортное средство или укладкой в отвал.

Рабочий орган экскаватора непрерывного действия оборудован несколькими ковшами, скребками или резцами, поочередно отделяющими грунт от массива. Их закрепляют на едином рабочем органе – роторе или замкнутой цепи, располагая с определенным постоянным шагом.

Грунт разрабатывают в процессе двух независимых движений: относительного (непрерывного перемещения ковшей или заменяющих их рабочих органов по замкнутой траектории относительно несущей рамы) и переносного (перемещением рамы вместе с рабочими органами, называемого подачей).

Для отсыпки грунта используют специальное транспортирующее устройство, чаще ленточный конвейер, на который грунт поступает из ковшей или заменяющих их рабочих органов.

Однотипность рабочих движений предопределяет автоматизацию процесса и, как следствие, облегчение управления, которое сводится к начальной настройке экскаватора на определенный режим в соответствии с технологическими требованиями и характеристикой разрабатываемого грунта, к наблюдению за его работой и к оперативному ручному управлению в экстремальных ситуациях.

По этому показателю экскаваторы непрерывного действия имеют преимущество перед одноковшовыми экскаваторами, управление рабочим процессом которых требует постоянного участия машиниста в течение каждого экскавационного цикла.

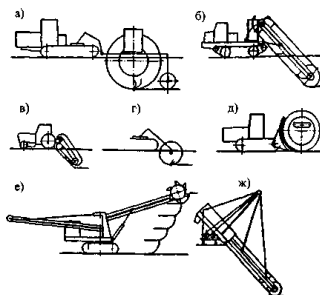
Вторым важным преимуществом этих экскаваторов перед одноковшовыми является более полное использование во времени установленной мощности энергосиловой установки и, как следствие, при прочих равных условиях, более высокая техническая производительность.

Экскаваторы непрерывного действия по назначению или виду выполняемых работ классифицируют на:

- **траншейные** – для отрывки и засыпки траншей;
- **карьерные** – для добычи строительных материалов в карьерах;
- **строительно-карьерные** – для массовых земляных работ в строительстве.

Типы экскаваторов непрерывного действия:

- а - роторный траншейный;
- б - цепной траншейный;



- в - скребковый для узких траншей;
- г - фрезерный;
- д - роторный для засыпки траншей;
- е - роторный поперечного копания;
- ж - цепной поперечного копания

Многоковшовые траншейные экскаваторы

Классификация и индексация.

Траншейные экскаваторы *классифицируют* по следующим основным признакам:

- по типу рабочего органа - цепные (ЭТЦ) и роторные (ЭТР);
- по способу соединения рабочего оборудования с базовым тягачом – с навесным и полуприцепным рабочим оборудованием;
- по типу ходового устройства базового тягача – на гусеничные и пневмоколенные;
- по типу привода – с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводом.

Наибольшее распространение получили гусеничные траншейные экскаваторы с комбинированным приводом.

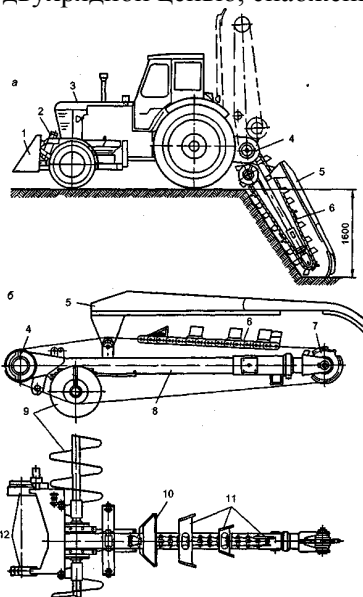
В *индексе* траншейных экскаваторов первые две буквы ЭТ означают: экскаватор траншейный, а третья - тип рабочего органа (Ц - цепной, Р - роторный). Первые две цифры индекса обозначают наибольшую глубину отрываемой траншеи (в *дм*), третья - порядковый номер модели. Первая из дополнительных букв после цифрового индекса (А, Б, В и т.д.) означает порядковую модернизацию машины, последующие - вид специального климатического исполнения (ХЛ - северное, Т - тропическое, ТВ - для работы во влажных тропиках).

Например, индекс ЭТЦ-252А обозначает: экскаватор траншейный цепной, глубина копания 25 *дм*, вторая модель - 2, прошедшая первую модернизацию - А.

Цепные траншейные экскаваторы

По типу рабочего органа цепные экскаваторы делятся на:

- *многоковшовые* – с двухрядной цепью, между ветвями которой укреплены ковши;
- *скребковые* – с однорядной и двухрядной цепью, снабженной скребками и резцами.



Многоковшовый скребковый одноцепной экскаватор:

а – общий вид; б – рабочий орган

Скребковые одноцепные экскаваторы предназначены для рытья траншей прямоугольного профиля глубиной до 1,6 м и шириной 0,2— 0,4 м под кабели и водопровод в однородных без каменистых включений грунтах I-III групп.

Они представляют собой унифицированное навесное оборудование на пневмоколенный серийный трактор с одним или обоими ведущими мостами и применяются для выполнения рассредоточенных земляных работ небольших объемов на предварительно спланированных площадках.

Скребковый экскаватор состоит из базового пневмоколенного трактора 3 мощностью 55-80 л. с. (40-60 кВт) и навесного оборудования:

- цепного рабочего органа 6 с зачистным башмаком 5,
- отвального шнекового конвейера 9,

- гидравлического механизма подъема - опускания рабочего органа 4,
- гидромеханического ходоуменьшителя.

Спереди трактора навешивается управляемый гидроцилиндром 2 бульдозерный отвал 1, используемый для несложных планировочных работ и засыпки траншей после укладки в них коммуникаций. На экскаватор может быть навешено сменное рабочее (баровое) оборудование для нарезки щелей в мерзлых грунтах.

Рабочий орган экскаватора представляет собой замкнутую однорядную втулочно-роликовую цепь 6, несущую на себе резцы специальной формы 11 для послойного срезания грунта и скребки 10 для подъема грунта из траншей. Резцы и скребки трех видов располагаются на цепи по определенной схеме, способствующей равномерному распределению нагрузки на цепь при копании. Производя смену резцов и скребков, получают траншею шириной 0,2 - 0,4 м. Цепь обегает раму 8 со специальными проушинами 12 для шарнирного крепления к трактору.

Между проушинами рамы на приводном валу помещена ведущая звездочка цепи. На противоположном конце рамы установлена натяжная звездочка 7, связанная с винтовым натяжным устройством для регулирования натяжения цепи.

На раме рабочего органа установлены также два шнека 9 отвального шнекового конвейера с различным (правым и левым) направлением сплошных витков, предназначенные для эвакуации поднятого скребками грунта по обе стороны от траншеи. Шнеки имеют общий вал и приводятся во вращение скребковой цепью 6. Расположение шнекового конвейера на раме рабочего органа зависит от глубины копания, при изменении которой он может быть установлен в соответствующее положение. К раме рабочего органа за скребковой цепью крепится консольный зачистной башмак 5 для подбора со дна траншеи осыпавшегося грунта. Ширина зачистного башмака должна соответствовать ширине отрываемой траншеи.

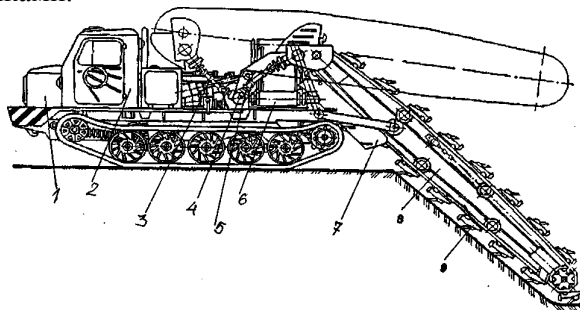
Привод рабочего органа – механический и осуществляется от заднего вала отбора мощности трактора через редуктор, обеспечивающий несколько скоростей резания грунта.

Экскаватор имеет скорости движения: *рабочие* (пониженные), используемые только при копании траншей, и *транспортные* (повышенные), используемые при перебазировках машины.

Для получения рабочих скоростей трансмиссия хода трактора дооборудуется гидравлическим ходоуменьшителем в виде многоступенчатого цилиндрического редуктора с приводом от аксиально-поршневого гидромотора. Ходоуменьшитель обеспечивает бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода в широком диапазоне – от 10 до 400 м/ч, что позволяет производительно использовать экскаватор в различных грунтовых условиях. При переездах машины ходоуменьшитель отключается и экскаватор движется на транспортной скорости при включении тракторной коробки передач.

Техническая производительность одноцепных скребковых экскаваторов при разработке грунтов I группы составляет 60—80 м³/ч.

Скребок двухцепные экскаваторы изготавливают на базе узлов и деталей серийных гусеничных тракторов. Они предназначены для рытья траншей прямоугольного и трапецеидального профиля глубиной до 4,0 м, шириной по дну 0,8 и 1,1 м шириной по верху до 2,8 м в талых грунтах I—III групп с каменистыми включениями размером до 200 мм. Рабочим оборудованием таких машин является наклонный двухцепной скребковый рабочий орган, оснащенный режущими элементами скребкового типа и транспортирующими заслонками.



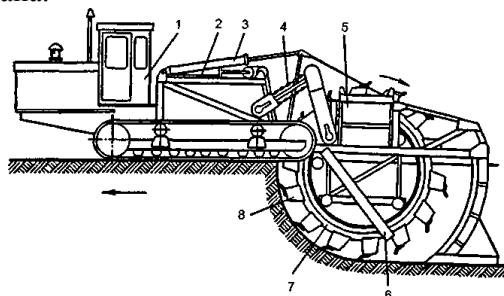
Экскаватор ЭТЦ-252А
Основные части

- 1 — силовая установка; 2 — кабина; 3 — гидросистема;
4 — трансмиссия; 5 — механизм подъема и опускания рабочего органа;
6 — конвейер; 7 — лоток; 8 — рабочий орган; 9 — ковш-скребок

Роторные траншейные экскаваторы

Экскаваторы траншейные роторные (ЭТР) предназначены для разработки траншей прямоугольного или трапециoidalного профиля в однородных талых грунтах I—IV групп, не содержащих крупных каменных включений (до 300 мм), а также в мерзлых грунтах при глубине промерзания верхнего слоя до 1,1–1,5 м. Размеры разрабатываемых отечественными экскаваторами траншей позволяют укладывать в них трубопроводы диаметром до 1420 мм включительно на глубину до 2,5 м.

Роторный траншейный экскаватор состоит из гусеничного тягача 1, обеспечивающего поступательное движение (подачу) машины, и навесного или полуприцепного рабочего органа для рытья траншей и отброса грунта, шарнирно соединенных между собой в вертикальной плоскости. Гусеничные тягачи ЭТР выполняют на базе переоборудованных серийных гусеничных тракторов, у которых уширен и удлинен гусеничный ход, в трансмиссию включен ходоуменьшитель для получения рабочих скоростей передвижения машины, имеются дополнительная рама 2 для монтажа рабочего оборудования и механизмы 3, 4 для подъема и привода рабочего органа. Рабочий орган ЭТР представляет собой жесткий ковшовый ротор 7 (с числом ковшей 10—16), внутри которого помещен поперечный ленточный конвейер 5. При поступательном движении гусеничного тягача, укрепленные на вращающемся роторе 7 ковши 8 с зубьями непрерывно разрабатывают траншею, поднимают разрыхленный грунт на поверхность и высыплют его на ленту поперечного отвального конвейера 5, отбрасывающего грунт в сторону параллельно траншее в отвал. Глубина отрываемой траншеи регулируется гидравлическим механизмом 3 подъема-опускания рабочего органа.



Принципиальная схема роторного траншейного экскаватора

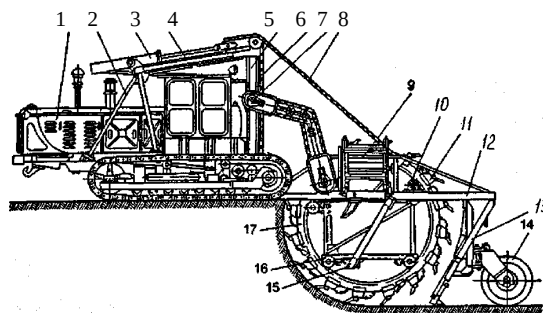
Для рытья траншей с различными параметрами на один и тот же базовый тягач могут навешиваться сменные рабочие органы с различными шириной, диаметром и числом ковшей ротора.

Скорость движения тягача (от 10 до 800 м/ч) и частота вращения ротора (от 7 до 10 об/мин) определяют толщину срезаемой ковшами стружки и степень их наполнения. Размеры траншеи определяются шириной ковшей и степенью заглубления в грунт ротора, подвешенного на тягах подъемного механизма.

Для разработки траншей с наклонными стенками — откосами крутизной до 1:0,25 в талых грунтах с пониженной несущей способностью на рабочем органе устанавливают пассивные ножевые откосники 6. При копании траншей с откосами в мерзлых грунтах применяют активные фрезерные уширители.

Передача энергии от дизеля тягача к основным исполнительным механизмам (роторному колесу, отвальному конвейеру, гусеничному движителю) и вспомогательному оборудованию (механизмам подъема рабочего органа и конвейера) осуществляется с помощью механической, гидравлической или электромеханической трансмиссии.

Экскаватор ЭР7АМ с механическим приводом предназначен для рытья траншей глубиной до 2,0 при ширине их 1,2 м. До недавнего времени являлся основным на строительстве трубопроводов диаметром до 820 мм.



Экскаватор траншейный роторный ЭР7АМ

Тягач 1 экскаватора - трактор Т-100М мощностью 108 л.с. (80 кВт) с переоборудованной ходовой частью, что обеспечивает машине хорошую устойчивость при работе на уклонах и проходимость при работе на слабых грунтах, а также исключает обрушение стенок траншеи при движении над ней.

На тягаче смонтирована дополнительная рама с размещенными на ней узлами подъема 3 и привода 7 рабочего органа. Рама состоит из подкосов 2, верхнего пояса 4 и двух вертикальных направляющих стоек 5, по которым с помощью гидравлического подъемного механизма перемещается передний конец рабочего органа при переводе его из транспортного положения в рабочее и наоборот.

Рабочий орган экскаватора состоит из рамы 12, внутри которой смонтированы роторное колесо 17 с ковшами 11 и ленточный отвальный конвейер 9. Ротор поддерживается четырьмя парами опорных 10 и направляющих 16 роликов. Передний конец рамы опирается на подвижные ползуны — пятовые шарниры, подвешенные на цепях 6 подъемного механизма. Задний конец рамы подвешен на цепях 8 подъемного механизма и опирается на грунт с помощью поворотного сдвоенного пневмоколеса (или колеса с арочной шиной) 14. Между ротором и опорным колесом установлен подборный щиток 13 для зачистки дна траншеи от осыпавшегося грунта. На раме закрепляются ножи-откосники 15, срезающие верхние бровки траншеи при работе экскаватора в несвязных грунтах.

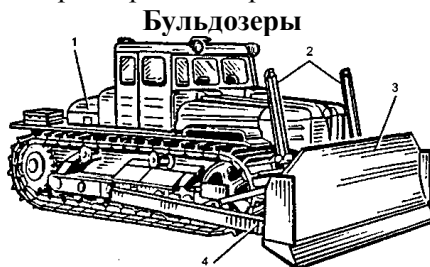
Ротор состоит из двух стальных кольцевых дисков-обечаяк, связанных между собой четырнадцатью ковшами вместимостью 90 л и поперечинами-стяжками коробчатого сечения. Каждый ковш открыт с двух сторон и состоит из боковин, донной обечайки и цепного днища. В карманах крепятся сменные зубья-кльи. Расстановка зубьев несимметричная, ступенчато-шахматная, обеспечивающая разработку тяжелых и мерзлых грунтов крупным сколом и хорошую наполняемость ковшей при работе в легких грунтах. Такая расстановка зубьев применяется на всех современных ЭТР. Вылет конвейера относительно рамы рабочего органа и (соответственно дальность отброса грунта) регулируется в зависимости от свойств грунта и глубины копания. Механизм подъема рабочего органа состоит из двух подобных по конструкции узлов. Независимый принудительный подъем и опускание обоих концов рамы рабочего органа обеспечивает заглубление ротора и вывод его из траншеи при неподвижно стоящем экскаваторе (т.е. заглубление на месте), что позволяет вести работы в сложных условиях, характеризующихся наличием густой сети дорог, подземных коммуникаций и т.д.

Управление экскаватором смешанное — механическое и гидравлическое. Двигатель, бортовые фрикционы и коробки перемены передач имеют механическое управление, а механизм подъема рабочего органа — гидравлическое. Шестеренчатый насос гидропривода приводится в движение от дополнительной коробки передач тягача.

На базе экскаватора ЭР7АМ создана серия траншейных машин, отличающихся друг от друга в основном размерами разрабатываемых траншей. В связи с переходом на новую более совершенную и мощную тракторную базу (трактор Т-130 с дизелем мощностью 160 л. с.) СКВ «Газстроймашина» были разработаны экскаваторы ЭТР204, ЭТР223 и ЭТР224, которые являются дальнейшим развитием конструкции экскаваторов типа ЭР7 и предназначены для их замены.

5.5. Землеройно-транспортные машины

Землеройно-транспортными называют машины с пассивным ножевым рабочим органом, выполняющие одновременно послойное резание грунта и доставка его к месту укладки. К ним относятся бульдозеры, скреперы, автогрейдеры и грейдер-элеваторы.

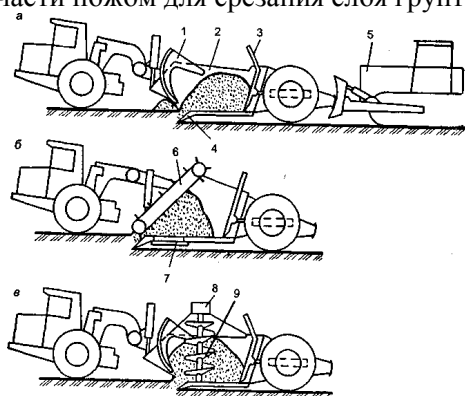


Бульдозер является навесным оборудованием, обычно к трактору, состоящим из плоского отвала 3 с ножами, толкающих брусьев (или рамы) 4 и системы управления отвалом 2, смонтированным на гусеничном тракторе 7 или двухосном пневмоколесном тягаче.

Бульдозеры классифицируют: по способу установки рабочего органа (отвала) — на неповоротные (простые), с постоянным расположением отвала перпендикулярно продольной оси машины, и поворотные (универсальные) с переменным расположением отвала.

Скреперы

Скрепер – это самоходная или прицепная (к гусеничному трактору или колесному тягачу) землеройно-транспортная машина, рабочим органом которой является ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножом для срезания слоя грунта.



Классификация скреперов по типу загрузки ковша:

а – скрепер с тяговой заслонкой; б – скрепер с элеваторной загрузкой;

в – скрепер со шнековой загрузкой (элеваторный скрепер)

Основные части

1 – заслонка;
3 – задняя стенка;
5 – трактор-толкач;
7 – откатное днище;
9 – шнек.

2 – ковш;
4 – ножи;
6 – элеватор;
8 – привод шнека;

Скреперы предназначены для послойного срезания, перемещения, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов I-III групп с каменистыми включениями до 300-600 мм при возведении насыпей, планировании строительных площадок, полей орошения или фильтрации, разработке траншей, выемок под резервуары, отстойники, аэротенки и другие сооружения.

Рабочий цикл скрепера включает ряд последовательно повторяющихся операций: резание грунта и наполнение ковша — при движении вперед ножи опущенного на грунт ковша срезают слой грунта, который поступает в ковш при поднятой заслонке; транспортирование грунта к месту укладки.

По типу агрегатирования (соединения) скреперного оборудования и тяговой машины скреперы подразделяются на прицепные и самоходные. Прицепные буксируются гусеничными или колесными тракторами и у таких скреперов вся нагрузка, включая массу грунта в ковше, передается только на колеса скрепера.

Самоходные скреперы выпускают трехосными и двухосными. У трехосных скреперов, называемых также полуприцепными, часть нагрузки от скрепера и грунта через седельно-сцепное устройство передается на колесный трактор. Двухосный самоходный скрепер представляет собой единую машину со своей силовой установкой для передвижения и управления рабочим оборудованием. Базовой машиной таких скреперов обычно является одноосный тягач.

Скреперы различают также по способу загрузки ковша. По этому признаку они делятся на два типа: заполняемые за счет подпора грунта при реализации тягового усилия (условно с загрузкой тяговым усилием); заполняемые с помощью загрузочного устройства элеватора, расположенного в ковше (скреперы с механизированной загрузкой или элеваторные).

Система управления рабочим органом скрепера обеспечивает опускание, подъем и разгрузку ковша, изменение глубины резания, подъем и опускание передней заслонки ковша. У скреперов с канатно-блочным управлением подъем ковша при изменении глубины резания и переводе в транспортное положение производится принудительно зубчато-фрикционной лебедкой через канатный полиспаст, а опускание и заглубление ножей в грунт — под действием силы тяжести ковша. У скреперов с гидравлическим управлением подъем-опускание ковша и заглубление режущей кромки в грунт осуществляется принудительно с помощью гидроцилиндров двойного действия. Это позволяет более точно регулировать толщину срезаемой стружки, сокращать время набора грунта и разрабатывать более плотные грунты.

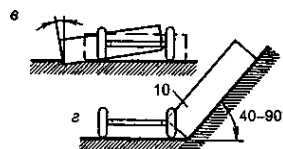
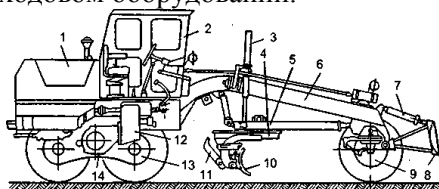
Грейдеры

Грейдер – это планировочно-профилировочная землеройно-транспортная машина, основным рабочим органом которой служит полноповоротный отвал с ножами, размещенный между передним и задним мостами ходового оборудования. Различают грейдеры прицепные, полуприцепные и автогрейдеры.

Прицепной грейдер к гусеничному трактору с механическим ручным приводом рабочего оборудования является довольно сложной машиной и труден в управлении. Существенным недостатком прицепных грейдеров являются также необходимость в дополнительном машинисте непосредственно на грейдере, помимо машиниста на тракторе. В связи с этими недостатками прицепные грейдеры были сняты с производства.

Взамен их стали применять *полуприцепные гидрофицированные грейдеры* СД-105А. Такие грейдеры имеют гидравлический привод рабочего оборудования из кабины трактора. Гидроцилиндрами осуществляется подъем-опускание отвала, боковой вынос отвала и тяговой рамы. Поворачивается отвал в плане с помощью поворотного круга от редуктора, управляемого вручную. В обычной поставке на грейдере установлена задняя ось из двух колес.

Автогрейдеры представляют собой современную конструкцию данной машины, смонтированной на пневмоколесном ходовом оборудовании.



Автогрейдер:

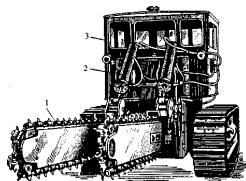
а – общий вид; б – схема поворота отвала в плане; в – боковое резание и перемещение грунта; г – боковой вынос отвала и планирование откоса.

Автогрейдеры применяют для послойной разработки и перемещения на расстояние до 100 м грунтов I-III групп при планировочных и профилировочных работах на строительных площадках и трассах строительства трубопроводов.

Современные автогрейдеры выполнены по единой схеме и представляют собой самоходную трехосную машину с полноповоротным отвалом и гидравлической системой управления рабочими органами.

Баровые машины

Баровые машины являются основной разновидностью щеленарезных машин и получили в строительстве широкое распространение.



Двухбаровая щеленарезная машина

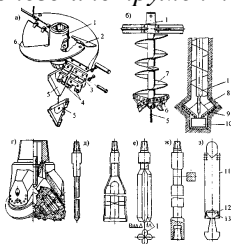
Рабочее оборудование щеленарезных машин состоит из одного или двух цепных баров 1 врубковых машин, приводимых через механическую трансмиссию от двигателя базового гусеничного трактора 3. В рабочее положение и обратно бары переводятся гидроцилиндрами 2. Баровые цепи, оснащенные резцами, прорезают в грунте щели шириной 0,14 м глубиной до 2 м.

5.6. Бурильные машины

Бурение - это процесс разрушения грунта с образованием в грунтовом массиве цилиндрических полостей и выносом из них продуктов разрушения на поверхность. При диаметре до 75 мм и глубине до 9 м полости называют *шпурами*, при больших размерах - *скважинами*.

В строительстве бурение производят для инженерно-геологических изысканий, при разработке грунтов взрывом, при водоснабжении и водопонижении, для установки столбов, дорожных знаков, надолб, устройства буронабивных свай и т. п.

Различают механические и физические способы бурения. В большинстве бурильных машин и оборудования реализованы механические способы с *вращательно-поступательным*, *ударно-вращательным* и *ударным* движениями рабочего инструмента.



Буровой инструмент:

а – лопастной бур; б – шнековый бур; в – шнековый бур-расширитель;
г – трехшарошечное долото; д – зубильное долото; е – крестовое долото;
ж – ударная штанга; з – желонка.

Лопастной бур (рис. а) состоит из трубчатого остова 1 с двумя копающими лопастями б в виде двухзаходного винта, забурника 5 и заслонок 2. Забурник направляет и удерживает бур на оси бурения. Заслонки, шарнирно прикрепленные к лопастям, препятствуют просыпанию грунта при его извлечении из скважины. Бур крепят к нижнему концу граненой штанги. Для работы в мерзлых грунтах лопасти и забурник оснащают резцами, армированными твердосплавными пластинками 4.

У шнекового бура (рис. б) остов длиннее, чем у лопастного. К нему приварена спираль 7 из полосовой стали, образующая шнек. В нижней части остова закреплены копающие лопасти б и забурник 5. Лопастной и шнековый буры разгружают после их извлечения из скважины вращением с повышенной скоростью, вследствие чего находящиеся на их лопастях и шнековой спирали продукты бурения рассыпаются в стороны за счет центробежных сил.

Ковшовый бур представляет собой полый цилиндр с откидным дном и ножами в его нижнем торце. Срезаемый ножами грунт заполняет внутреннюю полость бура через окна в его днище. После заполнения его извлекают из скважины и разгружают через открытое днище.

Уширяют полость скважины под пяту буронабивной сваи **буром-расширителем** (рис. в), закрепляемым на буровой штанге 1 в ее нижней части. При вращении штанги ножи 9 с рычагами 8 опускаются под действием собственного веса и срезают грунт, который сыпается в ковш 10. Разгружают ковш, как описано выше. Качество зачистки забоя скважины влияет на несущую способность буронабивной сваи, в связи с чем разрыхленный грунт в забое уплотняют специальными трамбовками.

Шарошечное долото (рис. г) состоит из трех сваренных между собой лап, на концах которых на подшипниках качения установлены шарошки с углом наклона осей к центральной оси долота $50 \dots 60^\circ$. Шарошка представляет собой корпус из ковanej стали с запрессованными в его тело твердосплавными зубками. При вращении штанги шарошки вращаются вокруг своих осей и относительно оси долота. Через пустотелую штангу и сверления в корпусе долота и шарошках подают сжатый воздух от компрессора для выноса на поверхность буровой мелочи.

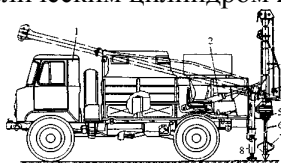
Продукты бурения удаляют из скважины специальными инструментами, промывкой скважины водой, а также продувкой. В случае промывки или продувки для работы в комплекте с буровой машиной применяют насосную или компрессорную установку, что удорожает стоимость буровых работ. Для промывки скважины требуется большое количество воды, из-за чего этот способ применяют, в основном, при работе вблизи водоемов.

К физическим способам бурения относятся *термический, ультразвуковой, электрогидравлический, высокочастотный и гидравлический*. Из них практическое применение нашел лишь термический способ, реализованный в станках термического бурения. Остальные способы находятся в стадии теоретических и экспериментальных разработок.

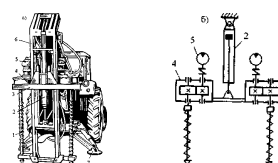
Бурильные машины с вращательно-поступательным движением бурового инструмента изготавливают на базе грузовых автомобилей, гусеничных и пневмоколесных тракторов. Кроме того, буровое оборудование монтируют в качестве сменного рабочего оборудования на одноковшовых гидравлических экскаваторах, малогабаритных погрузчиках с бортовым поворотом и других машинах.

Главным параметром бурильной машины является глубина бурения, по которой различают машины легкие, средние и тяжелые с глубиной бурения соответственно до 5, до 20 и свыше 20 м.

Легкие *бурильно-крановые машины* применяют для бурения скважин в однородных грунтах. Рабочее оборудование 4 такой машины на базе грузового автомобиля, состоящее из полый бурильной штанги 3 с гидроцилиндром внутри нее, вращателя 5, приводимого через механическую трансмиссию от двигателя базового автомобиля или от индивидуального гидромотора, граненой штанги 6, рабочего инструмента - лопастного 7 или шнекового бура, располагают сзади базового автомобиля 1, закрепляя его шарнирно на раме последнего. Переводят рабочее оборудование из транспортного положения в рабочее и наоборот гидравлическим цилиндром 2.



Бурильно-крановая машина



Машина для бурения шпуров

а) – общий вид машины; б) – кинематическая схема привода рабочего органа.

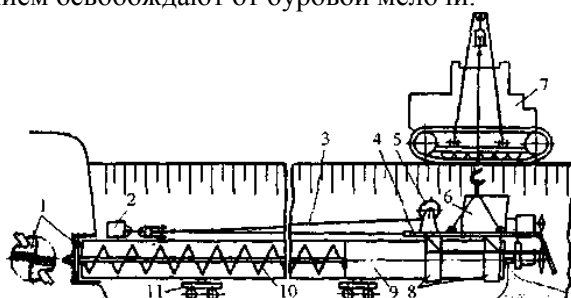
Рабочим органом машин для бурения шпуров при разработке прочных грунтов взрывом служит одна или две буровые штанги 1 с резцами или шарошечными долотами на конце. Соответственно различают одно- и двухшпиндельные буровые машины. Верхними гранеными концами штанги входят в полые цапфы ведомых колёс редукторов-вращателей 4.

Нижние концы штанг проходят через направляющие отверстия в нижней части рамы 6. Редукторы вместе с приводными гидродвигателями 5 располагают на подвижной каретке 3, перемещаемой гидроцилиндром 2 в направляющих рамы 6. Последняя гидроцилиндрами может быть установлена в вертикальное или наклонное рабочее положение или уложена вдоль базового трактора в транспортное положение.

В случае пневмоколесного базового трактора для обеспечения устойчивой работы машины ее устанавливают на выносные опоры 7.

Для бурения шпуров машину устанавливают в рабочее положение, опускают подвижную каретку до касания бурами земли и одновременным вращением штанг и их осевым перемещением разрабатывают скважины.

Продукты бурения выносятся на поверхность сжатым воздухом от передвижного компрессора или спиральной лентой по длине буровых штанг. При необходимости штангу периодически поднимают над поверхностью земли и вращением освобождают от буровой мелочи.



Установка горизонтального бурения

Горизонтальные скважины под шоссе и железными дорогами для прокладки в них трубопроводов, подземных кабельных линий связи и электроснабжения и др. бурят из открытого перед насыпью приямка-траншеи. Его размеры должны быть достаточными для размещения в нем бурового оборудования и вспомогательных средств. Для контроля за работой на последнем этапе бурения, а также для подготовки к протаскиванию в пробуренную скважину (например, рабочего трубопровода, кабелей) такой же приямки отрывают с противоположной стороны насыпи. По мере разработки скважины и удаления из нее грунта в нее осаживают обсадную трубу, которая после окончания буровых работ остается в скважине.

6. Машины и оборудование для производства бетонных работ

6.1 Машины для дробления каменных материалов

Нерудные каменные материалы - гравий, щебень и песок - используют в строительстве в качестве заполнителей для изготовления бетонных и железобетонных изделий, сооружения частей зданий из монолитного бетона и железобетона, для устройства подстилающего слоя дорожного покрытия и в других случаях.

Добываемые каменные материалы перерабатывают на камнедробильных заводах, а затем, в виде готового продукта стандартного качества, доставляют потребителю.

Качество гравия и щебня характеризуется зерновым составом, формой зерен, механической прочностью и содержанием засоряющих примесей. В зависимости от крупности зерен эти материалы разделяют на фракции, каждая из которых характеризуется минимальным и максимальным (средними по трем измерениям) размерами.

Механическая прочность щебня определяется прочностью исходной горной породы: малой (до 80 МПа), средней (80 ... 150 МПа), высокой (150 ... 250 МПа) и особо высокой (более 250 МПа) прочности.

В процессе дробления наиболее крупные зерна исходного материала со средним размером $D_{\max}$ измельчаются до среднего размера $d_{\max}$. Отношение

$$i = D_{\max} / d_{\max}$$

называют степенью дробления.

В зависимости от конечной крупности кусков дробления различают крупное (100 ... 350 мм), среднее (40 ... 100 мм), мелкое (5 ... 40 мм) дробление и помол (от 5 мм и ниже).

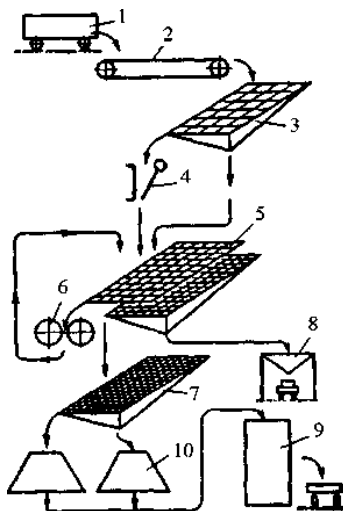
Каменные материалы дробят раздавливанием, раскалыванием, ударом и истиранием. Для дробления материалов применяют дробилки, реализующие первые три метода, а для помола - мельницы, измельчающие материалы ударом и истиранием. Некоторые дробилки могут работать как дробилки и как мельницы (например, валковые).

По принципу действия и конструктивным признакам дробилки делят на щековые, конусные, валковые, молотковые и роторные. В строительстве наибольшее применение имеют щековые, конусные и роторные дробилки.

Создание дробилок как машин относится к XIX в. В 1806 г. в Англии появились дробильные валки, в 1858 г. инженером Э. Влеком (США) были созданы щековые дробилки, получившие широкое распространение. В 1870-х гг. в США была создана конусная дробилка, внедренная в практику в 1886 г. инженером Гейтсом. В 1890-х гг. в США же были созданы дробилки ударного действия.

Дробилки характеризуются производительностью, размерами загрузочного и разгрузочного отверстий, диапазоном регулирования разгрузочной щели, конструктивной степенью дробления, определяемой как отношение ширины загрузочного отверстия к ширине разгрузочной щели, и наибольшим размером кусков в исходном материале, определяемым из условий их захвата дробящими органами и размером загрузочного отверстия.

Материалы дробят в несколько (2 - 3) стадий, реже - в одну стадию. На каждой стадии дробления с использованием дробилок различных типов получают материал с требуемыми размерами частиц, которые отсеивают на грохотах, устанавливаемых перед дробилками. Дробилки последних стадий работают, как правило, в замкнутом цикле с виброгрохотом. При этом материал крупнее заданного возвращается в ту же дробилку для повторного дробления.



Типовая схема дробильно-сортировочной установки

Основные части

1 - вагонетка; 2 - пластинчатый конвейер; 3 - колосниковый грохот;
4 - щековая дробилка; 5 и 7 - виброгрохоты; 6 - валковая дробилка;
8 - бункер для песка и пыли; 9 - расходный бункер; 10 - склады товарного щебня.

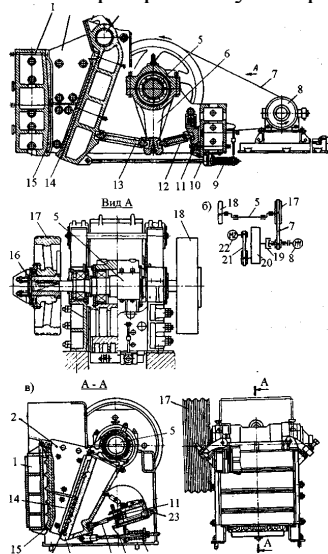
6.1.1. Щековые дробилки

В щековых дробилках, применяемых для крупного и среднего дробления прочных и средней прочности пород на первичной и вторичной стадиях дробления, материал дробится в рабочей камере (камере дробления), ограниченной боковыми 2 и передней (неподвижной щекой) 1 стенками корпуса, а также дробящим органом - подвижной щекой 3, совершающей качательные движения. При сближении щек материал разрушается дробящими плитами 14 и 15 с рифленой рабочей поверхностью, а при отходе подвижной щеки раздробленный продукт (с размерами, не превышающими ширины разгрузочной щели) гравитационно разгружается из рабочей камеры.

По характеру движения подвижной щеки различают щековые дробилки с простым и со сложным качанием подвижной щеки.

У дробилок с простым качанием подвижная щека 3 подвешена на оси 4 к корпусу машины, относительно которой она совершает круговые качательные движения за счет эксцентрично посаженного на вал 5 шатуна 6, соединенного со станиной и подвижной щекой распорными плитами 12 и 13. Ось шейки вала, на которую посажен шатун, совершает круговые движения, а нижний конец шатуна -

круговые колебательные движения относительно гнезда распорной плиты 12 в сухаре-упоре 11. Вал 5 приводится в движение электродвигателем 8 через ременную передачу 7.



Щековые дробилки

а - с простым качанием щеки; б - кинематическая схема ее привода;

в - со сложным качанием щеки

При движении нижнего конца шатуна вверх подвижная щека сближается с неподвижной щекой, а при движении вниз - отходит от нее под действием собственной силы тяжести и усилия сжатия пружины 9 на тяге 10. Размер разгрузочной щели регулируют положением упора 11 с помощью гидродомкрата.

В дробилках с простым качанием подвижной щеки материал дробится раздавливанием. Исходная крупность материала составляет 750 ... 1300 мм.

У дробилок со сложным качанием подвижной щеки последняя подвешена эксцентрично к шейке приводного вала 5, а нижней частью она соединена с распорной плитой 12, упирающейся своим вторым концом в сухарь 11, регулируемый винтом 23. Ось шейки вала, на которую посажена подвижная щека, совершает круговые движения, а нижний конец щеки - круговые колебательные движения относительно гнезда распорной плиты 12 в сухаре 11. При такой кинематике материал дробится раздавливанием и истиранием. Исходная крупность материала составляет 210 ... 510 мм.

При дроблении прочных и абразивных материалов из-за истирающего воздействия дробящие плиты подвергаются повышенному износу. Кроме того, образуется большое количество каменной мелочи (пыли), идущей в отход. По этой причине дробилки со сложным качанием подвижной щеки пригодны, в основном, для дробления неабразивных пород. Однако, благодаря сравнительно малой массе и габаритам, простоте конструкции эти машины в ряде случаев используют также для дробления прочных и абразивных материалов, в частности, на передвижных дробильно-сортировочных установках, где указанные выше преимущества имеют решающее значение.

Циклический характер работы щековых дробилок (максимальное нагружение при сближении щек и холостой ход при их расхождении) создает неравномерную нагрузку на двигатель, для выравнивания которой на приводном валу 5 устанавливают шкив-маховик 17, а на крупных дробилках, кроме того, дополнительный маховик 18. Шкив-маховик соединен с валом через фрикционную муфту 16, пробуксовывающую при перегрузках. Для пуска крупных дробилок применяют вспомогательный электродвигатель 22, соединенный с валом основного двигателя через ременную передачу 21, зубчатый редуктор 20 и обгонную муфту 19. Основной двигатель 8 включается с некоторым запаздыванием по отношению к вспомогательному двигателю. Последний отключается, когда частота вращения вала основного двигателя достигнет частоты вращения выходного вала редуктора.

Современные дробилки оснащают пружинными устройствами, предохраняющими элементы машины от поломок при попадании в камеру дробления недробимых включений. Их устанавливают либо на одной из распорных плит, либо встраивают в шкив в месте его соединения с приводным валом.

Главными параметрами щековых дробилок являются: ширина B и длина L приемного отверстия камеры дробления. Размер B определяется максимальным размером $D_{\max}$ загружаемых кусков:

$B = 1,2 D_{\max}$. Щековые дробилки выпускают с размерами $B \cdot L$ от 160·250 до 1500·2100 мм.

Производительность щековых дробилок определяют по формуле:

$$\Pi = \frac{1800 \cdot S_{cp} \cdot L \cdot b \cdot n(B+b) \cdot C}{D_{cp} \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}^3 / \text{час},$$

где S_{cp} - средний ход подвижной щеки, м;

b - ширина выходной щели при отходе подвижной щеки, м;

n - частота вращения эксцентрикового вала, с^{-1} ;

C - коэффициент, учитывающий кинематику движения подвижной щеки (для дробилок с простым движением щеки $C = 0,85$; со сложным движением - $C = 1$);

D_{cp} - средневзвешенный размер кусков исходного материала, м;

α - угол захвата (угол между подвижной и неподвижной щеками)

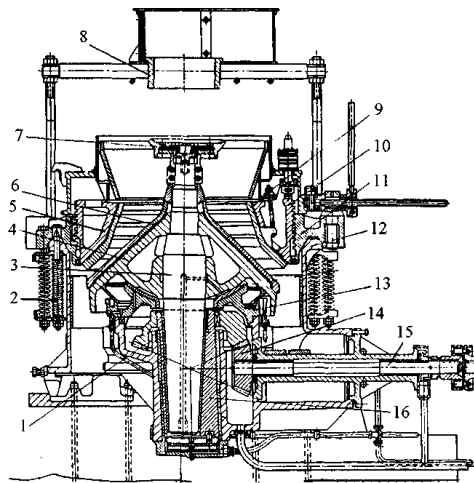
6.1.2. Конусные дробилки

Конусные дробилки применяют на всех стадиях дробления горных пород любой прочности, за исключением вязких материалов с большим содержанием глины.

Крупность исходного материала при крупном дроблении составляет 400 ... 1200 мм, а при среднем и мелком дроблении - 40 ... 500 мм.

Камера дробления ограничена снаружи неподвижным конусом 5, а изнутри - подвижным конусом 4, посаженным на вал 3, эксцентрично вставленный в стакан 16, приводимый во вращение от вала 15 через коническую зубчатую пару 14 - 1.

При вращении стакана подвижный конус совершает круговые (гирационные) движения относительно вертикальной оси стакана так, что зоны наибольшего и диаметрально противоположного наименьшего его сближений с неподвижным конусом непрерывно перемещаются по кругу последнего. В зоне сближения конусов происходит раздавливание и истирание материала, а в зоне отхода - его разгрузка. Исходный материал загружают через приемную коробку 8, откуда он ссыпается на распределительную тарелку 7, закрепленную на валу 3, и при вращении вала равномерно распределяется по кольцу дробящей камеры.



Конусная дробилка

Неподвижный конус установлен на кольцевом бандаже 10, соединенном резьбой с опорным кольцом 11, которое опирается на станину 12, прижимаясь к ней пружинами 2. Резьбовое соединение служит для регулирования размера разгрузочной щели, в том числе и при износе защитных футеровок 6 и 9 дробящих конусов, а соединение с помощью пружин - для предохранения от поломок при попадании в камеру дробления недробимого включения. В указанном случае опорное кольцо приподнимается над станиной, пропуская в разгрузочную щель недробимое включение.

По крупности материала различают конусные дробилки крупного, среднего и мелкого дробления. В строительстве применяют в основном дробилки среднего и мелкого дробления, используя их при многостадийном дроблении.

Главным параметром конусной дробилки является диаметр основания дробящего конуса, который входит в индекс типоразмера дробилки. Например, **КСД-2200** расшифровывается как конусная дробилка среднего дробления с диаметром дробящего конуса 2200 мм; **КМД-2200** - то же дробилка мелкого дробления.

Расчетную производительность конусных дробилок определяют по формуле:

$$P = 3600 \cdot \pi \cdot n \cdot b \cdot l \cdot D \cdot k_p, \text{ м}^3 / \text{час},$$

где k_p - коэффициент разрыхления дробимого материала, равный отношению объема определенной массы исходного материала к объему продукта дробления (в среднем $k_p = 0,45$);

n - частота вращения дробящего конуса, с^{-1} ;

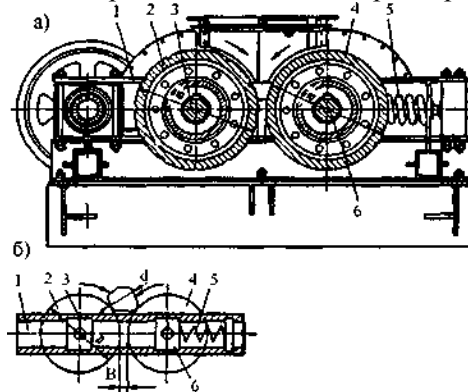
b - ширина выходной щели в зоне максимального сближения ко-нусов, м ;

l - длина участка калибровки, м ;

D - диаметр основания дробящего конуса, м .

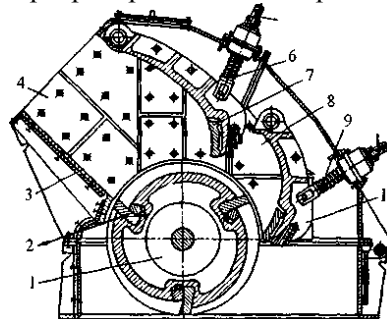
6.1.3. Валковые дробилки

Валковые дробилки применяют для среднего вторичного дробления пород средней и малой прочности, а также вязких и влажных материалов с исходными размерами кусков от 20 до 100 мм.



6.1.4. Роторная дробилка

Роторные дробилки применяют для дробления малоабразивных горных пород средней прочности (известняков, доломитов, мергелей и т. п.) с крупностью исходных кусков от 100 до 1100 мм. По технологическому процессу различают роторные дробилки крупного, среднего и мелкого дробления. Главными параметрами являются размеры ротора - его диаметр и длина.



6.2. Машины и оборудование для бетонных работ

Бетон представляет собой искусственный каменный материал, получаемый из смеси вяжущих веществ, воды и заполнителей после ее формования и твердения. До формования эти тщательно смешанные компоненты называют бетонной смесью. Иногда бетонную смесь заменяют термином "бетон".

Приготовление бетонных смесей состоит из дозирования компонентов и их перемешивания. Для дозирования применяют дозаторы, а для перемешивания - смесительные машины или смесители.

Классификация машин и оборудования для бетонных работ

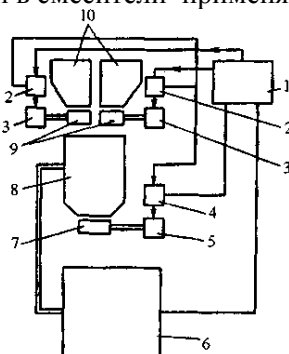
1. Дозаторы
2. Смесители
3. Машины для транспортирования бетонных смесей
4. Машины и оборудование для укладки и распределения бетона
5. Оборудование для уплотнения бетонной смеси.

6.2.1. Дозаторы

Дозаторы бывают объемными и весовыми. Первыми материалы дозируют по объему, а вторыми - по массе. Объемные дозаторы более просты, но менее точные из-за непостоянства плотности и влажности дозируемых сыпучих материалов и условий заполнения мерных емкостей. Их применяют обычно для дозирования воды, а для дозирования сыпучих материалов - только в условиях строительных площадок для смесителей с объемом готового замеса до 250 л.

По режиму работы различают дозаторы циклические (порционные) и непрерывного действия. В порционных дозаторах материал дозируется в мерном или весовом бункере, а в дозаторах непрерывного действия материал подают в смесители непрерывным потоком с заданной производительностью. Управляют дозаторами автоматически или полуавтоматически с пульта управления.

Для порционного автоматического взвешивания цемента, заполнителей, химических добавок и воды, а также выдачи отмеренных порций в смесители применяют **дозаторы циклического действия**.



Функциональная схема весового дозатора циклического действия

Компоненты дозируют поочередно, загружая весовой бункер 8 сначала материалом с более крупными размерами кусков, а затем - более мелкий материал, поверх первого. Сигнал на начало дозирования одного компонента поступает с пульта управления 1 к электропневматическому клапану 2, после срабатывания которого сжатый воздух от компрессорной установки поступает в пневмоцилиндр 3. Последний открывает впускной затвор 9 одного из бункеров 10 с дозируемым компонентом, который через воронку загружается в весовой бункер 8. Последний системой тяг и рычагов связан с весоизмерительным устройством 6. По достижении в весовом бункере требуемой дозы отключается клапан 2, а управляемый этим клапаном пневмоцилиндр 3 закрывает затвор, прекращая этим подачу материала в весовой бункер. После перенастройки задатчика массы так же дозируют второй компонент.

Сигнал на разгрузку весового бункера поступает с пульта управления на электропневматический клапан 4, который открывает доступ сжатого воздуха в пневмоцилиндр 5. Последний открывает разгрузочный затвор 7, и отмеренные компоненты разгружаются в смеситель.

В качестве питателей при дозировании песка, щебня и т. п. применяют ленточные конвейеры и затворы различных конструкций. При дозировании цемента используют аэрожелоба, шнековые и барабанные питатели.

Дозатор непрерывного действия для сыпучих материалов представляет собой какой-либо питатель или сочетание питателей, в которых автоматически с требуемой точностью поддерживается заданная производительность. Независимо от конструктивных особенностей дозатор непрерывного действия включает в себя питатель, измерительное устройство производительности и САР.

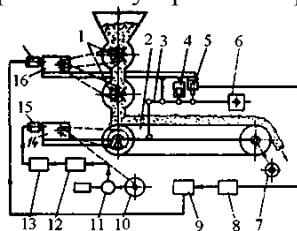


Схема дозатора непрерывного действия для цемента

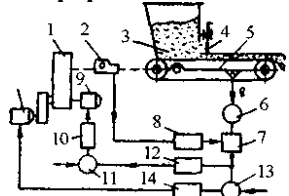


Схема универсального дозатора для заполнителей

6.2.2. Бетоносмесители

Для приготовления бетонных смесей применяют смесительные машины, основным узлом которых является смесительный барабан (чаша) определенной вместимости. Процесс приготовления смесей состоит из ряда последовательно выполняемых операций: *загрузки* в смесительную машину отдозированных компонентов - вяжущих и заполнителей, *перемешивания* компонентов с добавлением определенной дозы воды и *выгрузки* из машины готовой смеси бетона или раствора.

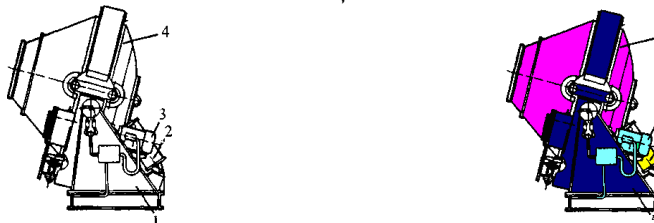
По способу перемешивания материалов в смесительном барабане различают машины с перемешиванием при свободном падении материалов (*гравитационные*) и с *принудительным перемешиванием*; по характеру работы – *периодического (циклического)* действия и *непрерывного* действия; по способу установки – на *передвижные* и *стационарные*.

Промышленность выпускает передвижные и стационарные *гравитационные* бетоносмесители циклического действия с объемом готового замеса 65...3000 л, а бетоносмесители *принудительного действия* – с объемом готового замеса 165...1000 л.

Бетоносмесители непрерывного действия с принудительным перемешиванием материалов выпускаются производительностью 5...60 м³/час, а *гравитационные бетоносмесители непрерывного действия* производительностью 120 м³/час.

Высокопроизводительные стационарные бетоносмесители применяют при оборудовании автоматизированных бетонных заводов, предназначенных для снабжения товарным бетоном крупных строек и рассчитанных на длительную эксплуатацию. Передвижные бетоносмесители применяют для приготовления бетонных смесей непосредственно в построечных условиях и на бетоносмесительных узлах небольшой производительности.

Бетоносмесители циклического действия

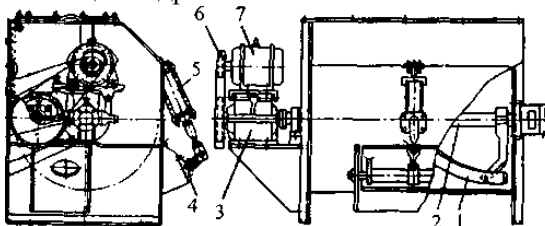


Гравитационный бетоносмеситель циклического действия

В гравитационном смесителе загружаемые исходные компоненты смешиваются в барабане при его вращении лопастями, которые поднимают смесь на некоторую высоту, откуда она падает вниз, подхватывается другими лопастями и т. д. После перемешивания в течение 60...90 с готовую смесь выгружают из барабана путем его опрокидывания без остановки вращения или путем реверсивного вращения барабана. Продолжительность полного рабочего цикла, включающего загрузку исходных компонентов, их перемешивание и выгрузку готовой смеси, составляет 90...150 с. Гравитационные смесители отличаются простотой устройства и обслуживания, способностью готовить смесь с крупными (до 120 ... 150 мм) заполнителями.

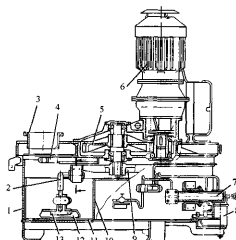
Смесители принудительного действия

Смесители принудительного действия с *вращающимися лопастными валами* применяют для приготовления бетонных смесей практически любой подвижности и жесткости с крупностью заполнителя не более 70 мм. Смесь перемешивается двумя винтовыми лопастями 1, установленными на валу 2, приводимому от электродвигателя 7 через ременную передачу 6 и редуктор 3. Разгружают готовую смесь через затвор 4, управляемый пневмоцилиндром 5.



Смеситель с вращающимися винтовыми лопастями

В настоящее время широкое распространение получили *роторные смесители с вертикальными валами*, работающие с повышенными скоростями движения рабочих органов. Эти машины особенно рационально применять для приготовления жестких смесей.



Роторный смеситель

В роторный смеситель сухие компоненты подают через загрузочный патрубок 3, а воду - по кольцевой перфорированной трубе 4. Смесь перемешивается лопастями 12, установленными на державках 13 кронштейнов 2, в кольцевом пространстве, ограниченном внешней обечайкой 1 смесительной чаши и внутренним стаканом 10, футерованными сменными износостойкими плитами 11. Несколько таких кронштейнов закреплены на траверсе 9, вращение которой передается от электродвигателя 6 через редуктор 5. Разгружают готовую смесь через секторный затвор 8, управляемый пневмоцилиндром 7.

Производительность смесителей циклического действия определяют по формуле:

$$П = V \cdot z \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{и}}, \text{ м}^3 / \text{час},$$

где V – вместимость смесителя по загрузке, м^3 ;

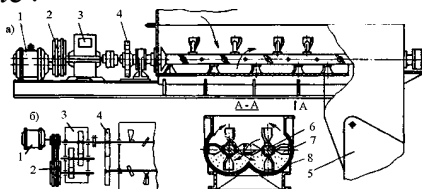
z – число замесов в час;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент выхода смеси, для бетонной смеси $k_{\text{в}} = 0,6 \dots 0,65$;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент использования смесителя во времени.

Смесители непрерывного действия

Смесителями непрерывного действия комплектуют бетоносмесительные установки производительностью до $30 \text{ м}^3 / \text{час}$.



Двухвальный смеситель непрерывного действия

а – конструктивная схема; б – кинематическая схема его привода

В горизонтальном двухвальном смесителе компоненты смеси непрерывным потоком подают в корыто 8, в котором вращаются навстречу друг другу валы 6 с закрепленными на них лопастями 7, установленными под углом $40 \dots 45^\circ$ к оси вала для перемещения смеси в процессе ее перемешивания к разгрузочному затвору 5. Валы приводятся во вращение электродвигателем 1 через ременную передачу 2, редуктор 3 и зубчатую пару 4.

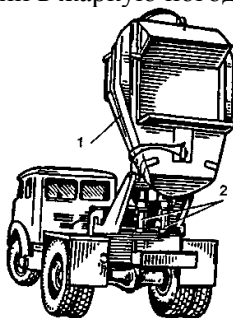
Техническая производительность смесителей непрерывного действия определяется объемом смеси, перемещаемой в единицу времени в осевом направлении, и зависит от размера лопастей, угла их установки и частоты их вращения.

6.2.3. Машины для транспортирования бетонных смесей

Для перевозки на большие расстояния (до 10 км и более) товарных бетонных и растворных смесей применяют специализированные транспортные средства на базе грузовых автомобилей: **автобетоносмесители** и **автобетоновозы**. Они оснащены специальным оборудованием для сохранения качества смесей в пути следования.

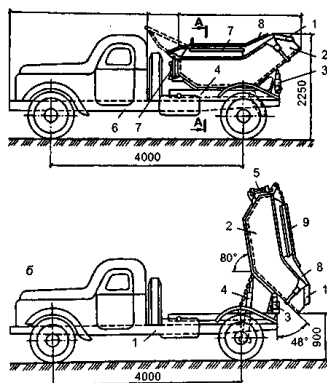
Транспортирование смесей в пределах строительной площадки наиболее эффективно осуществляется средствами трубопроводного транспорта с помощью бетононасосов. При транспортировании бетона по трубам сохраняется качество смеси и сводятся к минимуму ее потери.

Использование для транспортирования бетонной смеси обычных автосамосвалов различной вместимости считается не желательным в силу существенных их недостатков, включая потери смесей по пути следования, ухудшение их консистенции в жаркую погоду или в зимний период и др.



Автобетоновоз

Автобетоновоз представляет собой опрокидную специализированную емкость каплеобразной формы с высокими бортами, установленную на шасси грузового автомобиля, и предназначен для перевозки качественной бетонной смеси на большие расстояния. Емкость 1 автобетоновоза сужена к разгрузочному отверстию и имеет жестко укрепленный крутонаклонённый задний борт. Сверху емкость закрывается крышкой, предохраняющей смесь от увлажнения при атмосферных осадках и высыхания при высокой температуре воздуха. Для сохранения температуры смеси в холодное время года емкость имеет двойные стенки, между которыми циркулируют выхлопные газы автомобиля. Разгрузка ёмкости осуществляется ее опрокидыванием (как у самосвала) с помощью двух телескопических гидроцилиндров 2. Угол наклона днища емкости при разгрузке составляет 90° , что обеспечивает практически полную выгрузку бетонной смеси. Геометрическая вместимость ёмкости составляет $2,8 \text{ м}^3$, а полезная - $1,6 \text{ м}^3$.



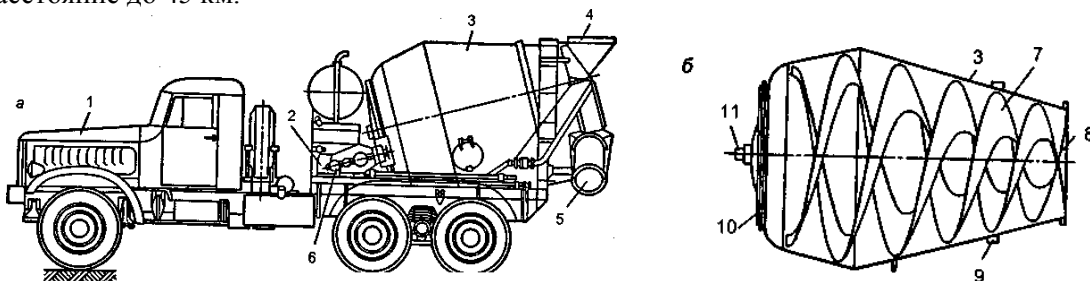
Автобетоновоз на базе автомобиля ЗИЛ-ММЗ-553

а — транспортное положение; б — положение разгрузки

Основные части

- 1 — открытая часть кузова; 2 — кузов; 3 — упор;
 4 — телескопический подъемник; 5 — гидравлический цилиндр крышки кузова;
 6 — шасси; 7 — крышка в закрытом положении;
 8 — закрытая часть кузова; 9 — крышка в открытом положении

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



Автобетоносмеситель с объемом готового замеса $4,0 \text{ м}^3$

Автобетоносмесители предназначены для быстрого транспортирования на значительные расстояния готовых пластичных бетонных смесей, а также для приготовления бетонной смеси в пути следования или непосредственно на строительных объектах.

Для приготовления бетонной смеси в пути следования автобетоносмеситель загружают сухими составляющими (цемент и заполнители). За 5 – 10 мин до прибытия к месту выдачи смеси водитель включает привод смесительного барабана. Одновременно с началом вращения ($9-14 \text{ об/мин}$) в барабан подается водяным насосом необходимая порция воды из дозировочно-промывочного бака.

Автобетоносмесители выпускаются с объемом готового замеса $2,5$ и $4,0 \text{ м}^3$.

Бетононасосные установки

Бетононасосные установки представляют собой комплекты устройств для транспортирования бетонных смесей по трубам к месту их укладки и распределения.

В состав установки входит собственно бетононасос, комплект бетоноводов и распределительные механизмы - манипуляторы. Подача бетонной смеси по трубам нагнетателями позволяет исключить ручной труд при приеме, перемещении и укладке смеси, сохранить ее качество и исключить потери, в 2 - 3 раза повысить производительность труда и снизить стоимость бетонных работ.

К достоинствам этого способа транспортирования бетонной смеси относятся: возможность подачи смеси в малодоступные и практически недоступные при других способах места, регулирование в соответствии с потребностью интенсивности подачи бетонной смеси, исключение ее расслоения и защита от атмосферных осадков, меньшая загрязненность строительной площадки остатками смеси.

К недостаткам относится относительно большая стоимость оборудования, необходимость очистки и промывки транспортной системы при каждой остановке в работе на время, превышающее время схватывания бетонной смеси, необходимость высокой квалификации обслуживающего персонала.

Бетононасосы классифицируют:

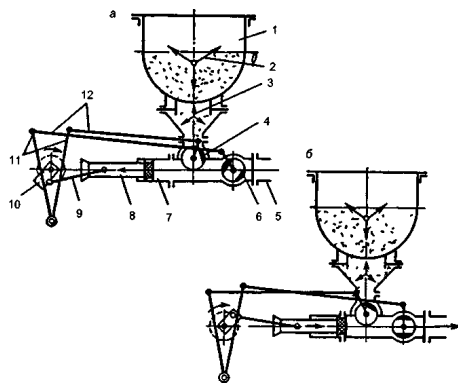
по режиму работы: с периодической или с непрерывной подачей смеси;

по типу привода: с гидравлическим или с механическим приводом;

по мобильности: стационарные или передвижные.

Бетононасосы применяют для непрерывной подачи готовой бетонной смеси к месту укладки по металлическим трубам-бетонводам на расстоянии до 300 м по горизонтали и до 50 м по вертикали при выполнении бетонных работ в больших объемах.

Свежеприготовленная бетонная смесь, загружаемая в приемный бункер 1, сначала во избежание расслаивания перемешивается лопастным смесителем 2, вращающимся с частотой 4...5 об/мин, а затем поступает в камеру побудителя. Там она подхватывается лопастями 3 и непрерывно подается к всасывающему клапану 4 (пробкового типа) бетонотранспортного цилиндра 7. При ходе поршня 8 влево всасывающий клапан



Принципиальная схема действия одноцилиндрового поршневого насоса с механическим приводом

открывается (нагнетательный клапан 6 закрыт) и бетонная смесь засасывается в рабочую полость цилиндра. При ходе поршня вправо открывается нагнетательный клапан 6 (всасывающий клапан 4 закрыт) и смесь выталкивается поршнем в бетоновод 5.

Строгое согласование возвратно-поступательного движения поршня с порядком работы клапанов достигается за счет сообщения им принудительного движения от одного коленчатого вала 10: поршню - через шатун 9, а клапанам - через кулисный механизм 11 и тяги управления 12. За один оборот коленчатого вала осуществляются оба такта – всасывание и нагнетание.

Во избежание поломки клапанов или деталей привода тяги 12 имеют пружинные предохранители, которые срабатывают при заклинивании клапанов щебнем.

В последнее время все большее распространение получают поршневые бетононасосы с гидравлическим приводом, которые по сравнению с механическими обладают рядом преимуществ. Гидравлический привод обеспечивает более равномерное движение смеси в бетоноводе, предохраняет узлы насоса от перегрузок и позволяет в широком диапазоне регулировать производительность машины.

Растворопроводами служат резиновые шланги и стальные трубы диаметром 38, 50, 75 и 100 мм. Секции растворовода снабжены быстроразъемными соединениями.

Техническая производительность поршневых бетононасосов:

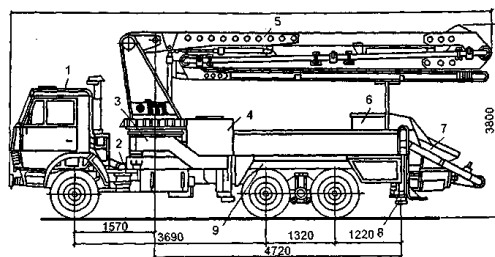
$$П = 47,2 \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot k_n, \text{ м}^3 / \text{час},$$

где d и s – диаметр и ход поршня, м;

n – число двойных ходов поршня, 1/мин;

k_n – коэффициент наполнения смесью рабочей камеры насоса (для бетонов

$k_n = 0,7 \dots 0,8$).



Автобетононасос СБ-126Б

Основные части

- 1 – автомобиль КамАЗ-53213; 2 – коробка отбора мощностей;
 3 – выносная опора; 4 – гидробак; 5 – распределительная стрела;
 6 – бак для воды; 7 – приемная коробка;
 8 – гидроцилиндр выносных опор; 9 – рама

Автобетононасос СБ-126Б предназначен для подачи приготовленной бетонной смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки с помощью стрелы с бетоноводом при возведении сооружений из монолитного бетона.

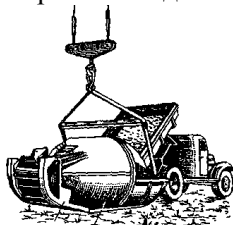
6.2.4. Машины и оборудование для укладки и распределения бетонной смеси

Для подачи и распределения бетонной смеси применяют краны, оснащенные бадьями, ленточные конвейеры, виброжелоба, самоходные бетоноукладчики и оборудование трубопроводного транспорта.

При сооружении строительных объектов из монолитного бетона и железобетона применяют строительные краны с поворотными и неповоротными бадьями (бункерами).

Поворотные бадьи грузоподъемностью от 1,25 до 5 т загружают бетонной смесью из автосамосвалов или бетоновозов, транспортирующих ее с бетонного завода на строительную площадку. Разгружают бадью открыванием затвора.

Неповоротные бадьи грузоподъемностью 1,25 ... 2,5 т загружают смесью в вертикальном положении (как на бетонном заводе, так и на строительном объекте). На корпусе некоторых бадей устанавливают вибратор для облегчения их разгрузки. Неповоротные бадьи оборудованы ручным рычажным приводом.



Выгрузка бетонной смеси в поворотную бадью

В некоторых случаях смесь подают в опалубку непосредственно из автотранспортных средств с использованием неповоротных и поворотных лотков длиной до 3...4 м. Этот способ подачи смеси самый простой.

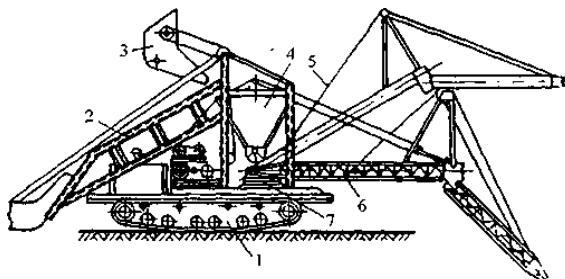
Более эффективными устройствами для этих целей являются вибрационные установки, в состав которых входят виброжелоба, вибропитатели и опорные элементы. Виброжелоба с полукруглым поперечным сечением, оборудованные автономными вибропитателями, устанавливают под углом к горизонту 5 ... 20° последовательно друг за другом, подвешивая их к опорным элементам на пружинных амортизаторах. Производительность виброжелобов при оптимальной толщине слоя смеси 20...23 см зависит от угла их наклона и подвижности бетонной смеси и составляет от 5 до 45 м³/час.

При бетонировании массивных конструкций для подачи бетонной смеси весьма эффективны ленточные конвейеры с лотковым поперечным сечением рабочей ветви ленты, обеспечивающие большую производительность и меньшую стоимость работ, чем при подаче кранами. Ленточные конвейеры располагают последовательно друг за другом, образуя любую конфигурацию транспортной системы соответственно местной ситуации.

Для защиты бетонной смеси от воздействия ветра, солнечной радиации, дождя, отрицательных температур при ее транспортировании ленточными конвейерами последние монтируют в галереях либо устанавливают над ними защитные кожухи.

Конвейеры, составленные из секций длиной от 9 до 25 м при ширине ленты 400 - 450 мм, применяют для подачи бетонной смеси на расстояния от нескольких десятков метров до 1 - 2 км.

При бетонировании монолитных конструкций подземной части зданий используют самоходные стреловые бетоноукладчики на базе гусеничных тракторов, кранов, экскаваторов или специальных самоходных пневмошасси.



Самоходный бетоноукладчик

Бетоноукладчик состоит из базового шасси 1, надстройки 2 со скиповым ковшом 3 для приема бетонной смеси и загрузки вибробункера 4 и стрелы 6, один конец которой расположен под затвором бункера на поворотном устройстве 7. Вдоль стрелы смонтирован ленточный конвейер. Стрела и ленточный конвейер могут быть одно- и двухсекционными или телескопическими. С помощью полиспаста 5 стрела может занимать различные положения по высоте, а с помощью поворотного устройства - различные положения в плане.

Производительность отечественных бетоноукладчиков составляет от 9 до 100 $\text{м}^3/\text{час}$ при дальности подачи до 30 м.

6.2.5. Оборудование для уплотнения бетонной смеси

При укладке бетонную смесь разравнивают и уплотняют для получения бетона с морозостойкой, водонепроницаемой и прочной структурой путем удаления из смеси воздуха, объем которого в пластичных смесях достигает 10 ... 15%, а в жестких смесях - 40 ... 45%. Наиболее универсальным и эффективным способом уплотнения является вибрирование, реже применяют вакуумирование.

По способу воздействия на бетонную смесь различают *внутренние* (глубинные), *наружные* и *поверхностные* вибраторы.

Внутренние вибраторы, погруженные в смесь, передают ей колебания вибронаконечником или корпусом.

Наружные вибраторы прикрепляют болтами или другими способами к опалубке для передачи через нее колебаний бетонной смеси.

Поверхностные вибраторы, устанавливаемые на уложенную смесь, передают ей колебания через рабочую площадку.

Для уплотнения бетонной смеси вибрированием применяют возбудители механических колебаний - вибраторы, принцип действия которых основан на использовании сил инерции движущихся неуравновешенных масс.

Рабочим органом вибраторов является вибрационный механизм. В таком механизме колебания создаются двумя способами:

- 1) вращением закрепленной на валу неуравновешенной массы (дебаланса);
- 2) возвратно-поступательным направленным перемещением массы.

Вибрационные механизмы с *вращающимся дебалансом* приводятся в действие электрическими двигателями (электромеханические вибраторы) или пневматическими двигателями (пневматические вибраторы).

Привод вибраторов с *возвратно-поступательным движением массы* - электромагнитный (электромагнитные вибраторы).

Однофазные дебалансные вибраторы создают круговые колебания; *двухфазные* (дебалансные) и *электромагнитные* - направленные.

При уплотнении смеси в конструкциях наиболее часто применяют переносные электромеханические вибраторы с круговыми колебаниями.

Дебаланс (или дебалансы) переносного вибратора укрепляют непосредственно на валу двигателя или соединяют с ним при помощи гибкого вала. При вращении дебаланса вследствие его неуравновешенности возникает центробежная сила P , называемая возмущающей силой, которая всегда направлена по радиусу окружности, описываемой центром тяжести дебаланса:

$$P = m\omega^2 e,$$

где m - масса дебаланса, кг;

e - эксцентриситет, т.е. расстояние от центра тяжести дебаланса до оси его

вращения, m ;

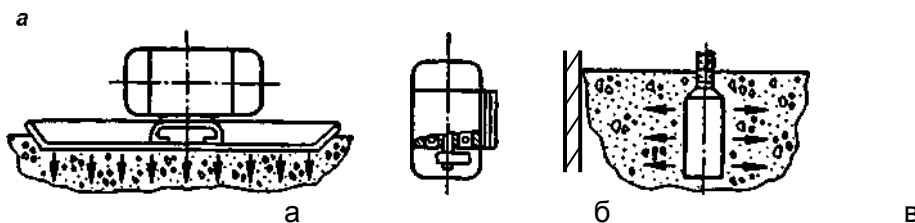
ω – угловая скорость вращения дебаланса, $1/c$.

Произведение массы дебаланса на его эксцентриситет называют кинетическим моментом вибратора, а отношение кинетического момента к массе вибратора – амплитудой колебаний.

По способу передачи колебаний уплотняемой смеси различают:

- 1 – поверхностные вибраторы;
- 2 – наружные (опалубочные) вибраторы;
- 3 – глубинные переносные вибраторы.

Поверхностные вибраторы передают колебания уплотняемой массе бетона непосредственно через его поверхность. Эти вибраторы применяют для уплотнения слоя бетонной смеси толщиной до 0,25...0,4 м.

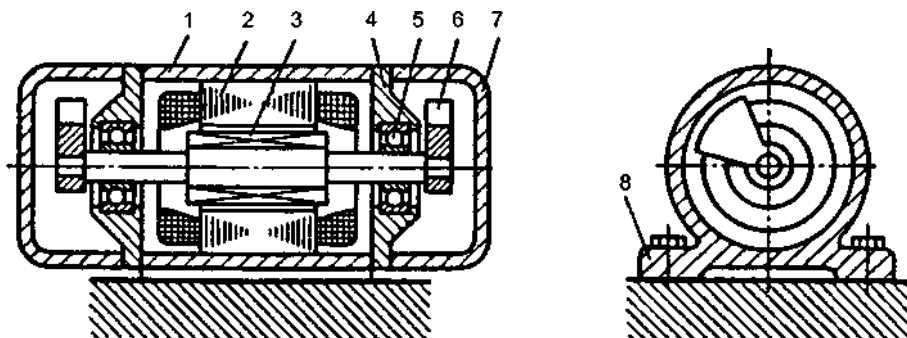


Переносные вибраторы

а – поверхностный; б – наружный; в – глубинный

Наружные вибраторы передают колебания смеси через опалубку или форму, к которым прикрепляются снаружи с помощью специальных крепежных устройств.

Поверхностные и наружные вибраторы имеют аналогичную конструкцию вибрационного механизма ротора (мотор-вибратор), состоящего из трехфазного асинхронного электродвигателя 2 с короткозамкнутым ротором 3 и двух одинаковых дебалансов 6, закрепленных на консольных концах вала ротора.



Мотор-вибратор

Электродвигатель с дебалансами встроен в корпус 1 вибратора. Дебалансы закрыты крышками 7. Вал ротора опирается на два ролико- или шарикоподшипника 5, установленных в подшипниковых щитах 4. Корпус вибратора снабжен четырьмя лапами 8 с отверстиями под болты крепления к основанию, передающему колебания уплотняемой смеси.

Частота вращения вала ротора электродвигателя равна частоте колебаний корпуса вибратора.

Выпускаются мотор-вибраторы:

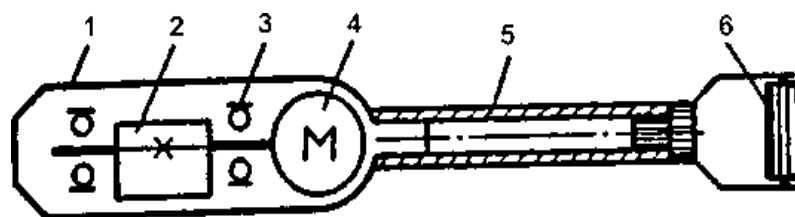
- нормальной частоты (2500 об/мин) с возмущающей силой 200-3000 кгс;
- низкочастотные (1000-1400 об/мин) с возмущающей силой 500-3400 кгс;
- высокочастотные (5700 об/мин) с возмущающей силой 350-1200 кгс.

Для уплотнения бетонной смеси в армированных и слабоармированных конструкциях (фундаментах, стенах, массивных плитах, дымовых трубах, колоннах, сваях и др.) используют *переносные глубинные вибраторы*, рабочий орган которых выполнен в виде вибрирующего наконечника (стержня), погружаемого в уплотняемую смесь.

По устройству привода глубинные вибраторы подразделяют на *вибраторы с гибким валом* и *вибраторы со встроенным высокочастотным электродвигателем*.

Глубинный вибратор со встроенным высокочастотным электродвигателем состоит из вибронаконечника 1 и резиноканального шланга 5 с торцевой рукоятью 6. Внутри вибронаконечника установлены высокочастотный трехфазный асинхронный электродвигатель 4 с короткозамкнутым

ротором и полый дебалансный вал 2, вращающийся в двух подшипниках качения 3. Внутри шланга 5 проходит кабель, подводящий ток к электродвигателю во время работы вибратора.

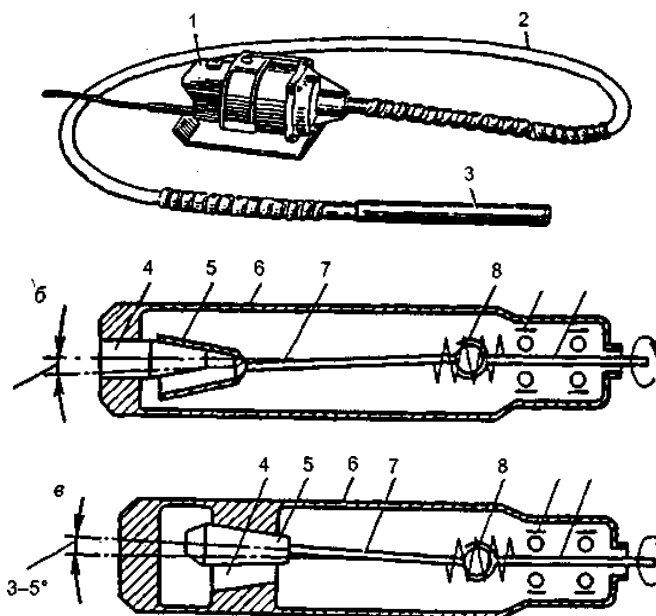


Глубинный вибратор со встроенным высокочастотным электродвигателем

Глубинные вибраторы со встроенными электроприводами выполнены по единой конструктивной схеме, имеют наружный диаметр корпуса 50-100 мм, способны развивать возмущающую силу 250-1200 кгс (2,5-12 кН) при частоте колебаний 11000 в минуту и мощности электродвигателя 0,27-1,5 кВт.

Глубинные вибраторы с гибким валом имеют планетарный механизм возбуждения колебаний.

а



Переносной глубинный вибратор с гибким валом

а – общий вид;

б – вибронаконечник с «внутренней» обкаткой бегунка-дебаланса;

в – вибронаконечник с «внешней» обкаткой бегунка-дебаланса

Вибратор состоит из следующих основных узлов: переносного привода 1 с выключателем, смонтированного на отдельной корытообразной подставке, гибкого вала 2 и сменного вибронаконечника 3. Планетарный вибрационный механизм смонтирован в стальном цилиндрическом корпусе вибронаконечника 6 с массивным дном. Бегунок-дебаланс 5 составляет одно целое с валом-штангой 7, соединенным со шпинделем 10 упругой муфтой 8. Шпиндель вращается в подшипниках 9. К хвостовику шпинделя подсоединен с помощью наконечника стальной гибкий вал, получающий вращение от переносного электродвигателя. Бегунок-дебаланс при вращении обкатывается по центральному пальцу (или втулке) 4 и за счёт своего дисбаланса возбуждает колебания корпуса наконечника. Гибкий вал правого вращения (во избежание его размотки) диаметром 8...12 мм и длиной 3...3,3 м заключен в защитный резинометаллический шланг.

Глубинные вибраторы с гибким валом комплектуются сменными вибронаконечниками диаметром 28...75 мм и длиной 360...440 мм, развивающими возмущающую силу 80...400 кгс (0,8...4 кН) при частоте 10000...20000 колебаний в минуту.

Наиболее известные марки вибраторов:

- фрикционно-планетарные вибраторы с гибким валом – ИБ-113, ИБ-112, ИС-47Б, ИВ-108;
- ручные дебалансные вибраторы – ИВ-102, ИВ-103;
- навесные вибраторы – ИВ-95, ИВ-11

7. Транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины

7.1. Общая характеристика строительного транспорта

Для перемещения грузов в строительстве используют *наземный, водный и воздушный* виды транспорта, из которых наиболее массовым (более 90% всех перевозок) является *наземный (автомобильный, тракторный, железнодорожный и с использованием транспортирующих средств)*.

На долю *автомобильного транспорта* приходится более 80% перевозок строительных материалов, машин и оборудования. Расходы только на автомобильный транспорт составляют 12...15% стоимости строительно-монтажных работ.

Грузовыми автомобилями, тракторами, пневмоколесными тягачами и созданными на их базе прицепными и полуприцепными транспортными средствами общего и специального назначения осуществляются основные перевозки грузов в строительстве. Кроме того, автомобили, тракторы и тягачи используют как тяговые средства прицепных и полуприцепных строительных машин, а также в качестве базы для кранов, экскаваторов, бульдозеров, погрузчиков, бурильных установок, коммунальных и других машин. Многие сборочные единицы серийно выпускаемых автомобилей, тракторов и тягачей широко используются в конструкциях различных строительных машин.

Тракторный транспорт применяют реже, чем автомобильный, главным образом в тех случаях, когда экономически нецелесообразно устраивать автомобильные дороги или когда по техническим причинам применение автомобилей затруднено или невозможно, например, на вывозке леса при освоении строительных площадок, при перевозках грузов по бездорожью и т. п.

Прицепы и полуприцепы являются самоходными транспортными средствами. Их перемещают за тягачом. Нормальная к поверхности передвижения нагрузка воспринимается полностью колесами прицепов, а у полуприцепов часть этой нагрузки передается на тягач.

Транспортирующими называют технические *средства* непрерывного действия для перемещения массовых сыпучих и штучных грузов по определенным линейным трассам. Их делят на *конвейеры* и *устройства трубопроводного транспорта*. Первыми перемещают грузы (сыпучие и кусковые материалы, штучные грузы, а также пластичные смеси бетонов и растворов) путем непосредственного механического воздействия на них тягового или транспортирующего органа. *Конвейеры* бывают ленточными, пластинчатыми, скребковыми, ковшовыми, винтовыми и вибрационными. *Устройствами трубопроводного транспорта* грузы перемещают в потоке жидкости или газа, а также в контейнерах - емкостях обычно цилиндрической формы, перемещаемых на колесах по рельсам внутри трубы воздушным напором. Так же в контейнерах перемещают штучные грузы. Из-за высоких капитальных вложений и жесткой привязки к месту станций погрузки и разгрузки контейнеров этот вид транспорта еще не нашел широкого применения в строительстве и в перспективе может рассматриваться в качестве технологических транспортных линий, например, в системе карьер - бетонный завод.

Железнодорожным транспортом перевозят грузы в условиях сосредоточенного строительства крупных объектов при расстояниях перевозок свыше 200 км. Этот вид транспорта используют также для внутрикарьерных и технологических перевозок. Грузы перевозят в вагонах общего назначения (крытых вагонах, полувагонах, платформах) и специального назначения (цистернах, вагонах-самосвалах). Тип вагонов выбирают с учетом сохранности перевозимых грузов, механизации их погрузки и разгрузки и т. п.

Для тех же целей используют *водный транспорт*, которым строительные грузы перевозят на речных и морских судах. Речные суда используют на внутренних водных путях между речными и морскими портами при сосредоточенном строительстве крупных объектов в прибрежных районах при наличии специальных портовых сооружений для перегрузки грузов на автомобильный и железнодорожный транспорт. В зависимости от наличия на судах силовой установки их делят на самоходные (сухогрузные и нефтеналивные - танкеры грузоподъемностью до 1000 т) и несамоходные (баржи и секции). Секции перемещают толканием, а баржи - как толканием, так и буксированием. Внутренний водный транспорт, особенно при использовании судов повышенной грузоподъемности, может обеспечить высокую провозную способность при сравнительно меньших, чем железнодорожный (примерно на 35%) и автомобильный (на 65...80%) транспорт, затратах и тем самым существенно разгрузить железные дороги, особенно при их сезонной загрузке. Водный транспорт также незаменим в условиях отсутствия железных и шоссейных (грунтовых) дорог, в частности, в большинстве районов азиатской части РФ. Этим видом транспорта можно перевозить крупногабаритные грузы без их разборки на составные части. К основным недостаткам водного транспорта относятся: малая скорость перевозок и их сезонность, ограниченная периодом навигации.

Воздушный транспорт является наиболее дорогим, в связи с чем его используют лишь при строительстве в труднодоступных районах при отсутствии наземного и водного транспорта, в т. ч. при

невозможности их использования по климатическим условиям. Для перевозок грузов воздушным транспортом используют грузовые самолеты, вертолеты и дирижабли. Наибольшее применение в строительстве получили вертолеты. Грузы располагают внутри фюзеляжа, а негабаритные грузы и в случае отсутствия посадочной площадки - на системе внешних подвесок. Вертолеты также используют для монтажа оборудования высотных объектов (телебашен, ретрансляторов, доменных печей, труб и т. п.), а также для установки на фундаменты колонн, реакторов, опор линий электропередачи и др. Для этого их оборудуют системой внешних подвесок и дополнительной кабиной для управления вертолетом и монтажными операциями.

На всех видах транспорта строительных грузов предусматривается механизация погрузочно-разгрузочных работ, расширение контейнерных и пакетных перевозок. Непременным условием эффективности транспортировки грузов является обеспечение их сохранности в первоначальном качестве, чем предопределяются требования, как к устройству транспортных средств, так и к режиму их эксплуатации. Так, например, бетонные смеси и растворы при перевозке могут расслаиваться, выплескиваться, частично терять свою пластичность, а при низких температурах окружающего воздуха - замерзать. Поэтому конструкция транспортных средств для перевозки этих грузов должна обеспечить минимальные потери при перевозках, иметь специальные устройства для побуждения, подогрева и т. п. С той же целью ограничивают время пребывания транспортных средств с грузом в пути.

7.2. Грузовые автомобили и автопоезда

Грузовой автомобиль - это средство безрельсового транспорта с собственным двигателем, предназначенное для перевозки грузов.

Различают грузовые *автомобили общего назначения, специализированные и специальные.*

К автомобилям общего назначения относятся автомобили с открытой платформой с откидными бортами для перевозки любых видов грузов в том числе автомобили повышенной проходимости со всеми ведущими колесами, а также оборудованные сцепным седельным устройством 1 для буксировки прицепов и полуприцепов. Вместе с прицепом или полуприцепом автомобиль образует автопоезд. Специализированные автомобили и автопоезда предназначены для перевозки одного или нескольких однородных видов грузов (сыпучих материалов, труб, ферм, железобетонных изделий и т. п.). Отдельные виды специализированных транспортных средств оборудуют грузоподъемными устройствами для автономной погрузки и разгрузки грузов.

Машины, предназначенные для транспортирования определенных видов грузов и оборудованные специальными устройствами для выполнения дополнительных нетранспортных операций (смешивание, подогрев и т. п.) для обеспечения сохранности перевозимых грузов, являются специальными автотранспортными средствами.

По проходимости различают автомобили *дорожные, внедорожные (карьерные), повышенной и высокой проходимости.*

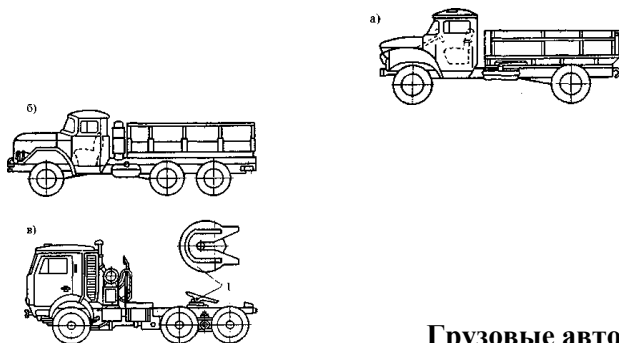
Дорожные автомобили предназначены для эксплуатации по общей сети автомобильных дорог.

Внедорожные автомобили, отличающиеся большими габаритными размерами и повышенной грузоподъемностью, применяют на стройках и разработках карьеров строительных материалов, обустроенных дорогами со специальным основанием.

Автомобили повышенной и высокой проходимости рассчитаны на работу в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью. Повышенная проходимость достигается за счет увеличения числа ведущих осей, применения шин широкого профиля с развитыми грунтозацепами и с регулируемым давлением воздуха в них, самоблокирующихся дифференциалов, уменьшения радиуса поворота и других мер.

В зависимости от типа движителя автомобили повышенной и высокой проходимости делятся на *колесные, колесно-гусеничные, на воздушной подушке и автомобили-амфибии.*

В строительстве применяют в основном *колесные полноприводные автомобили.*



Грузовые автомобили общего назначения

- а – автомобили с открытой платформой с откидными бортами для перевозки любых видов грузов;
- б – автомобили повышенной проходимости (со всеми ведущими колесами);
- в – автомобили для буксировки прицепов и полуприцепов, оборудованные сцепным седельным устройством 1.

По грузоподъемности грузовые автомобили делят на следующие классы: *особо малой* (до 1 т), *малой* (1 ... 2 т), *средней* (2 ... 5 т), *большой* (более 5 т) и *особо большой грузоподъемности*. К последним относятся внедорожные грузовые автомобили. Грузоподъемность отечественных грузовых автомобилей составляет от 1 до 110 т.

Для безопасного движения на дорогах и в городах длина двухосного автомобиля не должна превышать 11 м, автомобиля с большим количеством осей - 12 м, автопоезда - 22 м; ширина и высота для всех автомобилей и автопоездов соответственно не более 2,5 и 3,8 м.

Конструкция грузовых автомобилей характеризуется компоновочной схемой, применяемым двигателем, трансмиссией, ходовой частью, механизмами управления. Наиболее распространены компоновочные схемы - "кабина за двигателем" и "кабина над двигателем". Последняя получает все большее распространение, особенно в конструкциях автомобилей большой грузоподъемности благодаря удачному распределению веса по осям как в нагруженном, так и в порожнем состоянии, а также использованию кузова наибольшей длины при минимальной общей длине автомобиля.

Для более полного соответствия автомобиля виду перевозимого груза часто одну и ту же модель выпускают в нескольких модификациях, отличающихся базой (расстоянием между передней и задней осями) и, следовательно, длиной кузова. Шасси с самой короткой базой применяют под кузов самосвала, предназначенного для перевозки грузов с большой объемной массой, а также для седельных тягачей. На шасси с длинной базой ставят кузова больших размеров, с которыми можно достаточно хорошо использовать грузоподъемность автомобиля даже при перевозке легковесных грузов.

Грузовой автомобиль состоит из шасси, кузова и двигателя (карбюраторного, дизеля или газотурбинного).

Преимущественное применение в приводах грузовых автомобилей получили дизели, благодаря более высокому КПД по сравнению с карбюраторными двигателями, меньшей токсичности отработавших газов и большому сроку службы. Газотурбинные двигатели применяют на автомобилях особо большой грузоподъемности, а карбюраторные - на машинах малой и средней грузоподъемности.

Шасси включает силовую передачу (трансмиссию), ходовую часть, механизмы управления и электрооборудование.

Специализированные транспортные средства

К ним относятся:

- автомобили-самосвалы и керамзитовозы - для перевозки грунта и сыпучих грузов;
- панелевозы, фермовозы, плитовозы, сантехкабиновозы и т. п. - для перевозки строительных конструкций;
- трубовозы, плетевозы, металловозы - для перевозки длинномерных грузов;
- контейнеровозы - для перевозки строительных грузов в контейнерах;
- тяжеловозы - для перевозки технологического оборудования и строительных машин.



Карьерный автосамосвал

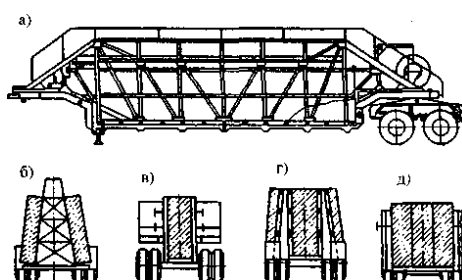
Автомобили-самосвалы общего назначения для перевозки грунта, песка, асфальтовой массы и т. п. изготавливают на базе серийных грузовых автомобилей. Кузов самосвалов опрокидной с углом наклона до 60°. Различают самосвалы с задней, боковой, на одну или обе стороны, и с трехсторонней разгрузкой. Кузов опрокидывают гидравлическим подъемником, состоящим из одного или нескольких гидроцилиндров одностороннего действия. Ими управляют из кабины водителя, а опускают кузов под действием собственной силы тяжести.

Грузоподъемность самосвалов общего назначения составляет 5...12 т, а у карьерных самосвалов она достигает 300 т. Эти самосвалы работают вне дорог общей дорожной сети, и нагрузки на их оси могут превышать действующие нормативные весовые ограничения.

Полуприцепы (панелевозы, фермовозы, сантехкабиновозы, контейнеровозы и тяжеловозы) имеют сходные конструктивные схемы.

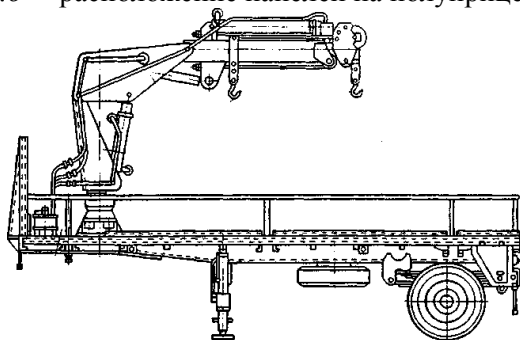
Передней частью они опираются на седельный тягач, для чего их чаще оборудуют автоматической сцепкой. Задняя часть опирается на одно- или двухосную, реже на трех- и четырехосную (например, у тяжеловозов большой грузоподъемности) тележку, которую иногда выполняют поворотной для повышения маневренности автопоезда. Полуприцепы агрегируются с тягачом только для их транспортирования, а при погрузочно-разгрузочных операциях они опираются на установленные в передней части гидравлические опоры. Полуприцепы имеют малую погрузочную высоту, удобны для погрузочно-разгрузочных работ. Для погрузки машин на тяжеловозы собственным ходом полуприцепы оборудуют откидными трапами, устанавливаемыми в их задней части. У некоторых тяжеловозов грузовая платформа может подниматься и опускаться в пределах погрузочной высоты 0,5...0,9 м с помощью объемного гидропривода. Все полуприцепы оборудуют тормозными устройствами и средствами для крепления перевозимых грузов.

Полуприцепы различают по конструкции несущего каркаса, соответствующего форме и размерам перевозимых грузов.



Полуприцеп-панелевоз (а)

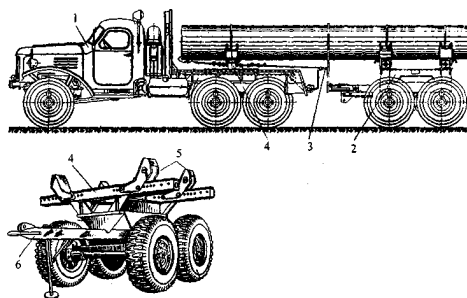
б...д – расположение панелей на полуприцепах



Полуприцеп-контейнеровоз

Полуприцепы-контейнеровозы оборудуют собственными стреловыми гидравлическими кранами грузоподъемностью до 2,5 т с шарнирно-сочлененной телескопической стрелой, установленной на поворотной колонке с углом поворота до 200°.

Трубо- и плетевозы предназначены для перевозки труб длиной до 12 м и плетей (секций, сваренных из труб) длиной до 36 м по дорогам с твердым покрытием, грунтовыми дорогам, а также вне дорог вдоль трассы строительства трубопроводов.



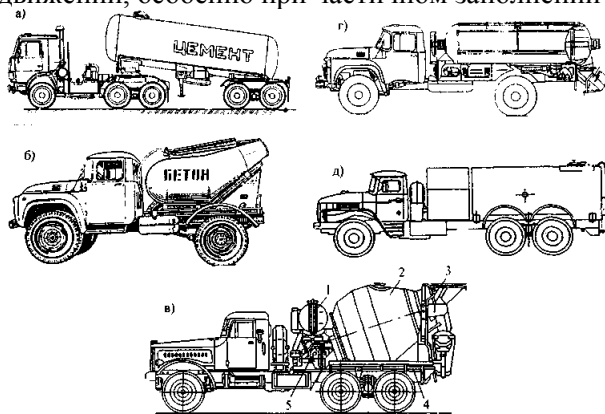
Трубоплетевоз:

а - общий вид; б - прицеп-ропуск

Трубо- или плетевоз состоит из тягача 1 и прицепа-ропуски 2. Тягач и прицеп оборудуют кониками 4 для укладки труб (плетей), на которых имеются переставные стойки-упоры 5 с устройствами для увязки труб. Трубы (плети) при транспортировании выполняют функцию жесткой связи между тягачом и прицепом-ропуском. Последний оснащен сцепным устройством 6 для соединения его с тягачом при движении без груза, а также страховочным канатом 3. Грузоподъемность автопоезда составляет от 9 до 36 т.

Специальные транспортные средства

Из них наиболее широкое применение в строительстве нашли *специальные автомобили для перевозки жидкотекучих* (растворов и бетонов, расплавленного битума, жидкого топлива) и *псевдожидких грузов* (цемента, извести-пушенки, алебастра, гипса, молотого известняка, сухой золы, минеральных порошков, сухих смесей растворов, мелкозернистых бетонов, их компонентов и других вяжущих веществ). Эти грузы характеризуются повышенной подвижностью при перевозках, из-за чего снижается безопасность движения в отношении управляемости, устойчивости и тормозных свойств транспортного средства при движении, особенно при частичном заполнении емкости.



Транспортные средства для перевозки жидкотекучих и псевдожидких грузов:

- а - цементовоз;
- б - бетоновоз;
- в - автобетоносмеситель;
- г - авторастворовоз;
- д - автотопливозаправщик

Специальные автомобили для перевозки жидкотекучих и псевдожидких грузов оборудуют цистернами или емкостями ковшового или бункерного типов, а также устройствами для выполнения операций, непосредственно не связанных с транспортированием (дозированной или непрерывной загрузки и разгрузки материалов, их подогрева и охлаждения, побуждения, поддержания температуры, смешивания и т. п.). Емкости располагают в задней части автомобиля.

Некоторые машины, как, например, **автоцементовозы** представляют собой автопоезд, состоящий из седельного автомобиля-тягача и полуприцепа - несущей цистерны с наклоном в транспортном положении в сторону разгрузки на угол 7 ... 9°. Один или два загрузочных люка закрываются герметически крышками. Внутри цистерна оборудована откосами и аэролотками. Для загрузки цементовоза в его цистерне предварительно создают вакуум путем присоединения рукава к всасывающему патрубку компрессора, смонтированного на автомобиле-тягаче и приводимого от коробки отбора мощности последнего. Затем заборное устройство погружают в цемент и открывают кран. Из-за разности давлений цемент поступает в цистерну и заполняет ее до уровня, фиксируемого сигнализатором. Для предотвращения забрасывания цемента в компрессор в цистерне и в рукаве имеются тканевые фильтры. Разгружают цемент подачей сжатого воздуха в цистерну, который под давлением 0,5 МПа поступает одновременно внутрь цистерны к аэроднищу и к форсунке разгрузочного патрубка в нижней части цистерны. От попадания цемента подводящие трубопроводы предохранены обратными клапанами. Аэроднище представляет собой лоток из металлической сетки, покрытой несколькими слоями пористой хлопчатобумажной ткани. Проникая под давлением через поры, воздух смешивается с цементом, вследствие чего воздухоцементная смесь становится текучей и стекает по наклонной плоскости аэроднища к разгрузочному патрубку, где подхватывается потоком воздуха, выходящим из форсунки, и по рукаву подается к месту складирования.

Машины для транспортирования бетонов и растворов способны выполнять либо только транспортные операции, либо, наряду с транспортированием, выполнять побуждение для предотвращения

расслаивания смеси и порционную разгрузку, а также во время транспортирования готовить бетон из его компонентов с последующей его раздачей. Емкости этих машин либо утеплены, либо имеют двойные стенки, между которыми циркулируют отработавшие газы автомобиля для поддержания положительной температуры смеси в холодное время. Емкости загружают через люк в их верхней части, герметически закрываемый крышкой, а разгружают опрокидыванием с помощью гидравлического подъемника или реверсивным вращением емкости (смесительного барабана) как, например, у автобетоносмесителей.

Автобетоносмесители загружают готовой бетонной смесью, сухой смесью из предварительно высушенных заполнителей, сухой перемешанной смесью или послойно из заполнителей естественной влажности или смоченной частично перемешанной смесью. Сухие смеси загружают на бетонном заводе, а добавку воды и перемешивание смеси производят в пути непосредственно перед прибытием к месту укладки. В случае загрузки готовой бетонной смесью автобетоносмесители используют как автобетоновозы с побудителем при перевозках на расстояния до 70 - 90 км. При перевозках готовой смеси на короткие расстояния их применять не экономично.

Бетоносмеситель представляет собой вращающийся смесительный барабан 2, установленный на раме 4 базового автомобиля под углом 15° его оси вращения к горизонту. Он опирается в передней части на подшипник, а в задней части - на два опорных ролика. На раме также установлен бак 1 для воды с системой ее дозирования. Смесительный барабан приводится механизмом 5. Смесью перемешивается двумя винтовыми лопастями, жестко закрепленными на внутренней поверхности барабана, при вращении последнего в одном направлении, а разгружается бетонная смесь при реверсивном вращении барабана. Загружают барабан через бункер 3 с течкой, а разгружают через поворотный разгрузочный лоток, состоящий из нескольких складывающихся в транспортном положении секций.

Для транспортирования жидкого битума с температурой до 200° , а также холодных материалов (битума, дегтя, эмульсий, мазута и нефти) применяют сходные по устройству автобитумовозы и автогудронаторы, оборудованные устройствами для подогрева перевозимых материалов в случае их остывания или доведения до необходимой температуры по технологическим условиям производства работ, а также для их разлива самотеком и под давлением с равномерным распределением и точным регулированием норм разлива.

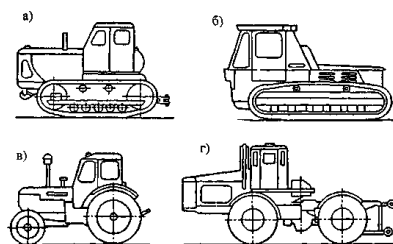
Для перевозки воды, технических жидкостей, нефтепродуктов (топлива, масел), а также заправки ими строительных, дорожных и транспортных машин используют специальные транспортные машины: автоцистерны, водо- и бензовозы, топливо- и маслозаправщики, заправочные агрегаты (заправочные станции) на базе автомобильного шасси с цистерной круглого, овального, эллиптического или прямоугольного сечения с плоским днищем. Загружают цистерну через герметически закрываемый люк с фильтром в ее верхней части, а разгружают через установленное в ее задней части раздаточное или сливное устройство, состоящее из раздаточных кранов и насоса. Цистерны оснащают раздаточными и приемными рукавами, фильтрами, контрольно-измерительными приборами и т. п.

7.3. Тракторы

Трактором называют самоходную гусеничную или колесную машину, предназначенную для передвижения прицепных и навесных строительных, дорожных, сельскохозяйственных и других машин, а также используемую в качестве базы для создания строительных и дорожных машин.

По назначению тракторы делятся на сельскохозяйственные общего назначения, промышленные, транспортные и специальные. В строительстве сельскохозяйственные тракторы используют ограниченно из-за их непригодности для длительной работы на малых скоростях (2,5 ... 5 км/ч), для работы с навесным оборудованием, а также из-за малого тягового усилия по сцепной массе. Они также не обладают необходимой для строительных работ проходимостью.

Промышленные тракторы характеризуются большими чем у сельскохозяйственных тракторов тяговыми усилиями. Их используют на земляных, дорожно-строительных, мелиоративных и других работах в агрегате с различными навесными и прицепными орудиями. Чаще промышленные тракторы оборудуют гидроприводом для питания рабочего оборудования, использующего до 70% мощности двигателя.



Тракторы:

- а – гусеничный трактор с передним расположением двигателя;
- б – гусеничный трактор с задним расположением двигателя;
- в – пневмоколесный трактор с передними управляемыми колесами;
- г – пневмоколесный трактор с шарнирно-сочлененной рамой

Все колеса промышленных колесных тракторов, эксплуатируемых с навесным оборудованием, выполняют, как правило, ведущими, одного размера, с одинаковым распределением веса трактора на переднюю и заднюю оси, благодаря чему обеспечивается высокое тяговое усилие по сцепной массе, удовлетворительная устойчивость и высокая проходимость. Максимальная скорость передвижения гусеничных тракторов обычно составляет 12 км/ч, а колесных тракторов - 40 км/ч.

Транспортные тракторы оборудуют грузовой платформой для перевозки грузов, а специальные тракторы - лебедками, платформами, подъемниками и другими устройствами для выполнения специальных работ.

Основным показателем, по которому тракторы разделяют на классы, является тяговое усилие. Максимальное тяговое усилие гусеничных тракторов ограничено сцепным весом машины вместе с навесным оборудованием, а колесных тракторов – общим весом, приходящимся на ведущие колеса.

Гусеничный движитель соединяется с остоном трактора по схеме полужесткой (с шарниром в задней части и рессорами - в передней) и мягкой (с подпружиненными независимыми или балансирными опорными катками) подвески. Движители колесных тракторов обычно соединяют с остоном по схеме мягкой подвески - через пружины и рессоры попарно на одной оси.

Для привода тракторов применяют дизели с механической, гидромеханической и электромеханической трансмиссиями. В тракторах, используемых для навески строительного рабочего оборудования, широкое применение получили первые два вида трансмиссий.

В гидромеханических передачах вслед за двигателем устанавливают гидротрансформатор (вместо муфты сцепления), автоматически изменяющий скорость движения трактора в зависимости от внешней нагрузки. В гусеничных тракторах с электромеханической трансмиссией движение ведущим звездочкам гусениц сообщается тяговым электродвигателем постоянного тока, питаемым от приводимого двигателем трактора генератора, через бортовые фрикционы и редукторы. Система привода дизель-генератор-электродвигатель упрощает кинематическую схему передачи и обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости передвижения в широких пределах. Гидромеханическая и электрическая силовые передачи наиболее полно отвечают режиму работы тракторов с прицепным и навесным оборудованием строительных машин.

У пневмоколесных тракторов с шарнирно-сочлененными рамами каждая из полурам опирается соответственно на ведущий и управляемый мосты. Для поворота трактора с помощью гидроцилиндров изменяют угол между продольными осями передней и задней полурам (до 40° в каждую сторону). По сравнению с тракторами с передними управляемыми колесами тракторы с шарнирно-сочлененными рамами имеют меньший радиус разворота и соответственно обладают большей маневренностью.

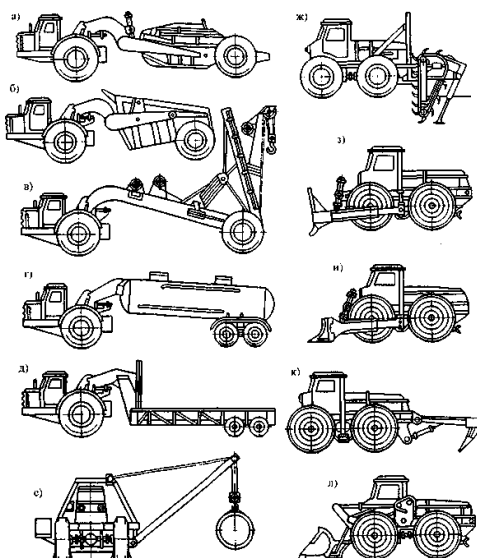
7.4. Пневмоколесные тягачи

Пневмоколесные тягачи используют в строительстве как базовые машины для работы с различным прицепным и навесным рабочим оборудованием. Они обладают высокой тяговой характеристикой, транспортными скоростями (до 50 км/ч и более), большим диапазоном изменения скоростей и хорошей маневренностью, что способствует достижению высокой производительности машин, создаваемых на их базе.

Пневмоколесные тягачи обычно собирают из узлов и деталей тракторов и тяжелых автомобилей серийного производства при широкой степени унификации, что делает их конструкцию более дешевой и долговечной. Мощность двигателя достигает 900 кВт при нагрузке на ось 750 кН и более.

Тягачи мощностью 12...25 кВт имеют обычно гидрообъемный привод с бесступенчатым регулированием скоростей. Тягачи мощностью 30...300 кВт чаще выпускаются в двух исполнениях: с гидромеханическими или механическими трансмиссиями. Тягачи большой мощности (более 300 кВт) выпускаются с мотор-колесами и шинами диаметром до 3 м и шириной более 1 м с автоматически изменяемым давлением воздуха в них в зависимости от дорожных условий. Система управления двигателями мотор-колес позволяет сообщать каждому из них различные моменты и угловые скорости, а при разворотах – и направление вращения, чем обеспечивается высокая маневренность в стесненных дорожных условиях.

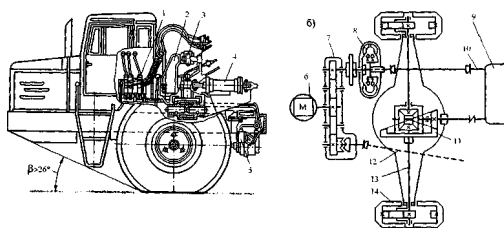
- а – скрепер; б – землевоз; в – кран; г – цистерна для цемента и жидкостей;
- д – тягеловоз; е – кран-трубоукладчик; ж – траншейный экскаватор;
- з – корчеватель; и – бульдозер; к – рыхлитель; л – погрузчик



Прицепное и навесное рабочее оборудование пневмоколесных тягачей:

В зависимости от числа осей пневмоколесные тягачи могут быть одноосными и двухосными. Одноосный тягач состоит из шасси, на котором установлен двигатель 6.

а)



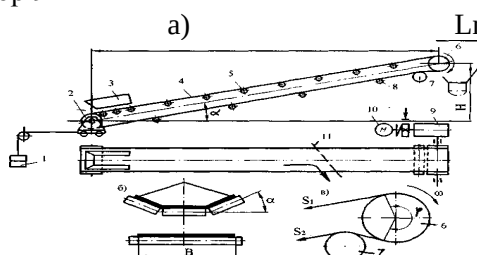
Одноосный тягач (а)

и его кинематическая схема (б)

Силовая передача, два ведущих колеса, кабина и опорно-сцепное устройство, состоящее из стойки 2, которая может качаться относительно продольной горизонтальной оси, закрепленной на раме тягача, что позволяет полуприцепу перекашиваться относительно тягача в вертикальной плоскости, и вертикального шкворня 3 для соединения тягача с полуприцепом. Поворот тягача относительно полуприцепа на 90° в каждую сторону обеспечивается двумя гидроцилиндрами 4. Гидромеханическая силовая передача состоит из раздаточной коробки 7, гидротрансформатора 8, коробки перемены передач 9, карданных валов 10 и 12, моста с главной передачей и дифференциалом 11, полуосей 13 и планетарных редукторов 14, встроенных в ступицы колес. От раздаточной коробки через вал 12 приводятся один или несколько насосов 5 для обеспечения работы исполнительных органов прицепного орудия. Управляют тягачом и рабочим оборудованием с помощью блока 1. Двухосный пневмоколесный тягач конструктивно сходен с пневмоколесным трактором с шарнирно-сочлененной рамой. В трансмиссию тягача обычно включена трехступенчатая коробка передач, обеспечивающая одинаковые скорости движения передним и задним ходом.

7.5. Ленточные и пластинчатые конвейеры

Ленточными конвейерами материал перемещают как в горизонтальном, так и в наклонном направлениях бесконечной прорезиненной лентой 4, огибающей два барабана: приводной 6 и натяжной 2. Движение ленты с перемещаемым грузом, поступающим через загрузочное устройство 3, обеспечивается силой трения на поверхности ее контакта с приводным барабаном, вращение которому передается от электродвигателя 10 через редуктор 9



Ленточный конвейер:

а - схема общего устройства;

б - роlikоопоры;

в - схема усилий в ветвях ленты в зоне приводного барабан

Обе ветви конвейерной ленты поддерживаются от провисания катучими опорами 5 и 8, установленными более часто под грузовой ветвью и реже - под холостой. В зоне загрузки материала, где опоры установлены наиболее часто, они представляют собой прямые горизонтальные ролики. Такие же ролики устанавливают и на холостой ветви ленты. Остальные катучие опоры под грузовой ветвью выполняют либо также прямыми, либо, с целью увеличения площади поперечного сечения транспортируемого материала, от которой зависит производительность конвейера, желобчатыми из одного горизонтального и двух наклонных (под углом $\alpha = 20^\circ \dots 30^\circ$) роликов.

Материал разгружают через головной барабан 6. В случае прямых роlikоопор под грузовой ветвью возможна также промежуточная разгрузка с помощью наклонно установленного плужкового сбрасывателя 11. При необходимости промежуточной разгрузки на стационарных конвейерах, транспортирующих сухие сыпучие материалы, могут быть установлены также специальные промежуточные сбрасывающие тележки. Предельный угол наклона конвейера к горизонту зависит от подвижности транспортируемого материала и коэффициента трения материала о конвейерную ленту. Он не превышает $2/3$ угла естественного откоса материала в движении (для строительных материалов не более 22°).

Для транспортирования строительных материалов применяют тканевые прорезиненные ленты из нескольких слоев (прокладок) ткани (бельтинга), изготовленной из хлопчатобумажных или, чаще, из более прочных синтетических волокон. В особых случаях в качестве прокладок используют тонкие стальные проволоочные канаты при 9...10 кратном запасе прочности.

Ширина ленты обычно составляет от 0,4 до 2 м. Скорость движения ленты - от 0,8 до 4 м/с. При транспортировании штучных грузов скорость движения ленты ограничивают значениями от 0,5 до 1,5 м/с.

Ширина ленты конвейеров специального назначения, являющихся транспортными органами (отвалообразователями) экскаваторов непрерывного действия, землеройно-транспортных комплексов и других машин, достигает 3,2 м при скорости до 8 м/с. Для транспортирования крупнокусовых материалов ширина ленты должна быть не меньше

$$B_{\min} = 2 \cdot a_{\max} + 0,2 \text{ м},$$

где $a_{\max}$ – наибольший размер транспортируемых кусков.

В карьерах иногда используют ленточные конвейеры с отдельным тяговым и грузонесущим органами. В качестве первых используют стальные канаты (ленточно-канатные конвейеры) или цепи (ленточно-цепные конвейеры), а в качестве несущего органа - облегченную прорезиненную ленту специальной формы, опирающуюся на тяговый канат или тяговую цепь.

Ленточные конвейеры обладают высокой производительностью (до нескольких тысяч тонн в час), они обеспечивают значительную дальность транспортирования (до нескольких десятков километров). Для этого их обычно устанавливают каскадом - один за другим.

В строительстве используют стационарные и передвижные ленточные конвейеры, перемещающие грузы на сравнительно небольшие расстояния. Стационарными конвейерами оборудуют стационарные же производства (бетонные и железобетонные заводы, склады строительных материалов и т. п.). Передвижные конвейеры длиной от 5 до 15 м, используемые обычно на строительных площадках, оборудуют колесами для перемещения вручную или в прицепе к тягачу. Ленточные конвейеры широко используют как транспортирующие органы в конструкциях траншейных и карьерных экскаваторов непрерывного действия, бетоноукладчиков и других машин.

Производительность ленточных конвейеров определяют по формуле:

$$P = 3600 \cdot A \cdot \rho \cdot v, \text{ т/ч},$$

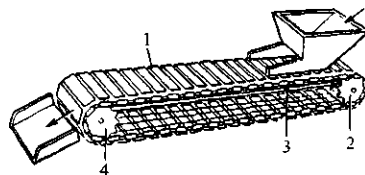
где A – площадь поперечного сечения потока транспортируемого материала, м^2 ;

ρ – плотность материала, т/м^3 ;

v – скорость движения материала, м/с.

Для транспортирования материалов с острыми кромками, например, для подачи крупнокусового камня в дробилки, а также для транспортирования горячих материалов, деталей и изделий на

машиностроительных заводах и заводах строительных конструкций применяют **пластинчатые конвейеры**.



Пластинчатый конвейер

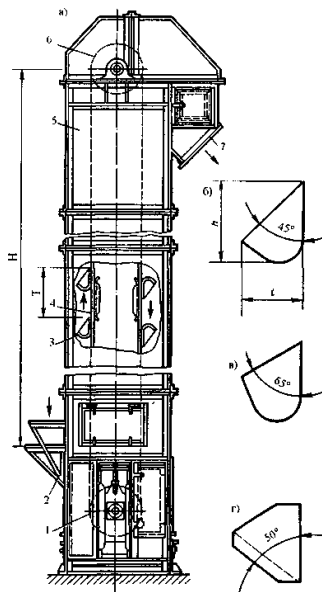
Тяговым органом у этих конвейеров являются две бесконечные цепи 3, огибающие приводные 4 и натяжные 2 звездочки. К тяговым цепям прикреплены металлические пластины 1, перекрывающие друг друга с целью исключения просыпания материала. Ширина пластинчатого настила обычно составляет 0,4 ... 1,6 м, а скорость движения - 0,01 ... 1 м/с.

7.6. Ковшовые конвейеры и подъемники непрерывного действия

Для перемещения материалов в ковшах в вертикальном или наклонном (под большим углом) направлениях применяют ковшовые конвейеры, называемые также элеваторами.

В качестве тягового органа используют конвейерную ленту 4 или пластинчатые цепи, огибающие приводной 6 и натяжной 1 барабаны (при цепном тяговом органе - звездочки). На тяговом органе с определенным шагом T закреплены ковши 3. Тяговый орган вместе с ковшами и барабанами (звездочками) заключен в металлический кожух 5. Материал загружают через загрузочный 2, а разгружают через разгрузочный 7 башмаки.

Различают быстроходные (скорость движения тягового органа 1,25...2,5 м/с) и тихоходные (скорость 0,4...1 м/с) элеваторы. Первые применяют для транспортирования порошкообразных, а также мелко- и среднекусовых материалов, а вторые - для среднекусовых абразивных, крупнокусовых и плохо подвижных материалов.



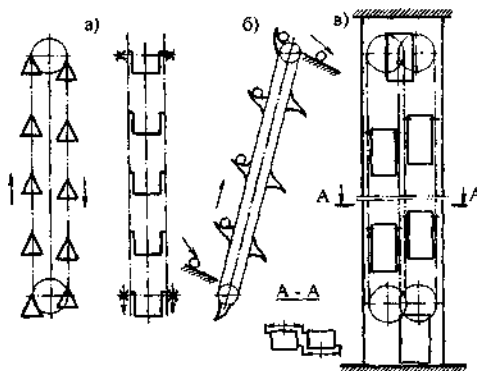
Элеватор (ковшовый конвейер)

Для транспортирования сыпучих малоподвижных и подвижных материалов применяют соответственно мелкие (б) или глубокие (в) ковши, располагая их на тяговом органе с шагом 0,3...0,6 м. Кусковые материалы перемещают остроугольными ковшами (г), расположенными вплотную друг к другу. Загружаются ковши быстроходных элеваторов при прохождении ими загрузочного башмака зачерпыванием, а разгружаются выбрасыванием материала под действием центробежных сил при огибании приводного барабана (звездочек).

Ковши тихоходных элеваторов загружаются путем засыпания в них материала, а разгружаются под действием гравитационных сил. При этом материал скатывается по передней стенке впереди идущего ковша, вследствие чего снижается сила его удара о разгрузочный башмак.

Высота подъема материала составляет до 35 м, производительность (по объему материала) - до $100 \text{ м}^3 / \text{ч}$. Преимущественная область применения - заполнение высоких хранилищ - бункеров.

Разновидностью ковшовых элеваторов являются **подъемники непрерывного действия для штучных грузов**.

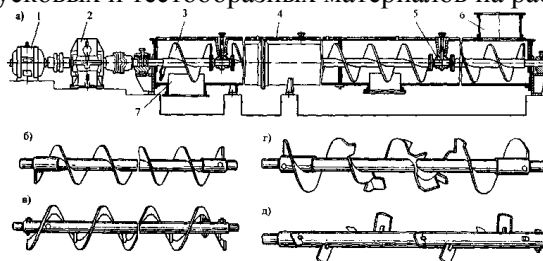


Схемы подъемников непрерывного действия

В таких устройствах к тяговым цепям подвешивают площадки-люльки (люлочные элеваторы), что позволяет не только поднимать, но и опускать груз. При жестком креплении полок на тяговых цепях элеватор устанавливают наклонно и используют преимущественно для подъема штучных грузов, подаваемых на полки самотеком и также самотеком скатывающихся с них. Такие элеваторы используют в основном как погрузочно-разгрузочные устройства.

7.7. Винтовые конвейеры

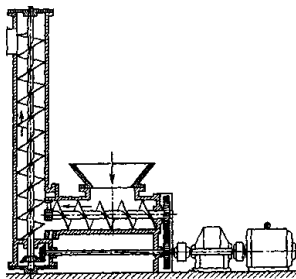
Винтовые конвейеры применяют для горизонтального или наклонного (под углом до 20°) транспортирования сыпучих, кусковых и тестообразных материалов на расстояние до 30...40 м.



Винтовой конвейер

а – схема конвейера; б – сплошной винт; в – ленточный винт; г – лопастной винт

Конвейер представляет собой желоб 4 полукруглой формы, внутри которого в подшипниках 5 вращается винт 3, приводимый электродвигателем 1 через редуктор 2. При вращении винта материал перемещается от загрузочного б к разгрузочному отверстию 7, перекрываемому задвижкой. Форма винта зависит от вида транспортируемого материала. Для хорошо сыпучих материалов (цемента, мела, песка, гипса, шлака, порошковой извести) применяют сплошные винты. Для кусковых материалов (крупного гравия, известняка, не гранулированного шлака) используют ленточные и лопастные винты. Тестообразные, слежавшиеся и влажные материалы (мокрую глину, бетонные смеси, цементные растворы) перемещают фасонными и лопастными винтами. Диаметры винтов стандартизованы и составляют от 0,15 до 0,6 м. Производительность конвейеров составляет в среднем 20...40 $\text{м}^3/\text{ч}$, при больших размерах винта - до 100 $\text{м}^3/\text{ч}$.



Вертикальный винтовой конвейер

Реже применяют вертикальные винтовые конвейеры, в которые материал поступает от горизонтального конвейера, создающего подпор.

7.8. Вибрационные конвейеры и виброжелобы

В вибрационном конвейере загруженному транспортируемым материалу желобу сообщаются несимметричные колебания так, что средняя скорость его перемещения в одном направлении значительно превышает среднюю скорость в противоположном направлении.

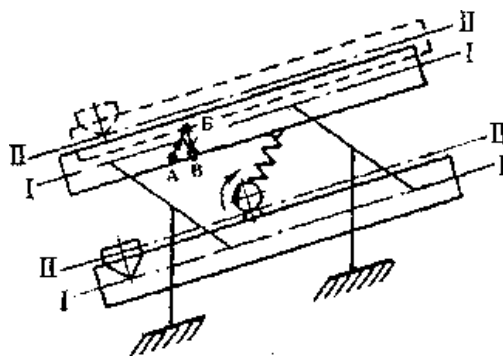
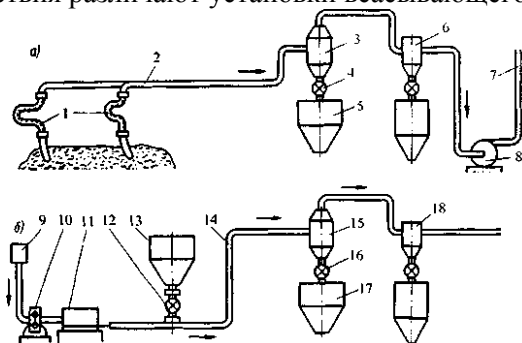


Схема к объяснению принципа действия вибрационного конвейера

При движении с меньшей скоростью желоб перемещается из положения 1 в положение 2 вместе с находящимся на нем материалом (точки соответственно А и Б). При резком возвращении желоба в исходное положение из-за повышенной скорости уменьшаются силы трения между желобом и материалом, вследствие чего, а также из-за инерционности материала он отстает от желоба, оставаясь на достигнутом ранее месте или незначительно смещаясь в направлении движения желоба (точка В) и совершая таким образом скачкообразное движение (АВ) по желобу за каждый цикл колебаний. Материалы можно перемещать по горизонтали, а также наклонно вверх и вниз. Источником колебаний служат электромагнитные возбудители или вибраторы с механическим приводом (эксцентриковые, кривошипно-шатунные). В строительстве вибрационные конвейеры используют для транспортирования материалов на небольшие расстояния, например, при дозировании инертных материалов в производстве бетонных смесей или строительных растворов. Принцип виброконвейера используется, в частности, в работе виброжелобов для подачи бетонной смеси к местам ее укладки.

7.9. Установки для пневматического транспортирования материалов

Пневматическими установками перемещают сыпучие грузы по трубам с помощью сжатого или разреженного воздуха. Их применяют для погрузки, разгрузки и перемещения цемента, песка, извести, опилок и т. п. По принципу действия различают установки всасывающего и нагнетательного действия.



Принципиальные схемы пневмотранспортных установок

а – установка всасывающего действия; б – установка нагнетательного действия

В **установках всасывающего действия** транспортируемый материал поступает во всасывающий трубопровод 2 вследствие разрежения в нем воздуха, создаваемого вакуум-насосом 8. С помощью сопел 1 возможен забор материала одновременно из нескольких мест. Из всасывающего трубопровода смесь воздуха с транспортируемым материалом поступает в осадительную камеру 3, где, вследствие резкого снижения скорости потока из-за расширения выходного сечения, более тяжелые частицы материала оседают и через шлюзовый затвор 4 высыпаются в бункер 5. Частично очищенный воздух поступает в фильтр 6, работающий по тому же принципу осадительной камеры, где он очищается дополнительно и, пройдя через вакуум-насос 8, по трубопроводу 7 выбрасывается в атмосферу.

Вакуумный эффект в таких установках снижается по мере удаления от вакуум-насоса. Перепад давлений на участке сопло-насос составляет 40 ... 80 кПа, в связи с чем установки всасывающего действия способны транспортировать материалы на небольшие расстояния при малом перепаде высоты. Существенным недостатком таких установок является небольшая долговечность вакуум-насоса, внутренние полости которого подвергаются абразивному изнашиванию при недостаточной очистке выбрасываемого в атмосферу воздуха.

В **установках нагнетательного действия** материал перемещается в потоке воздуха под действием избыточного давления, создаваемого компрессором 10, который засасывает воздух из атмосферы через воздухоприемник 9 и подает его в воздухоотборник (ресивер) 11, откуда он поступает в транспортный трубопровод 14. Материал подается загрузчиком 13 через затвор 12. Далее транспортная

схема аналогична рассмотренной выше: в осадительной камере 15 происходит отделение материала от воздуха, который через затвор 16 выпадает в бункер 17, а воздух, очистившись от примесей фильтром 18, выбрасывается в атмосферу.

Нагнетательные системы применяют для транспортирования материалов по разветвленному трубопроводу из одного места в несколько мест на значительные расстояния при большом перепаде высот. Давление воздуха - от 0,2 до 0,8 МПа.

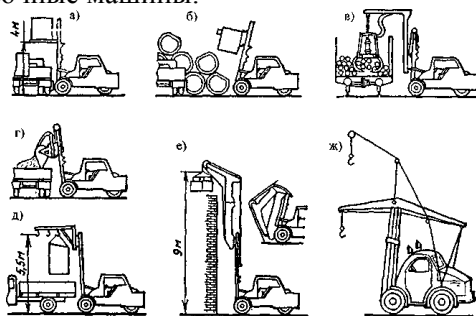
Всасывающая и нагнетательная системы могут быть объединены в одну пневмо-транспортную установку, например, для разгрузки вагонов с последующим транспортированием материала на дальние расстояния.

Преимущества пневматического транспортирования заключаются в герметичности установки, исключаящей пыление и загрязнение материала, в полной механизации процесса загрузки и разгрузки материала, в компактности оборудования и возможности перемещения материала по трассе любой конфигурации протяженностью до 2 км при большом перепаде по высоте и большой производительности (200 ... 300 т/ч и более). Недостатком является высокий удельный расход энергии (в 3 ... 6 раз больше, чем для конвейеров), быстрое изнашивание деталей оборудования при перемещении абразивных материалов.

7.10. Погрузочно-разгрузочные машины

Погрузочно-разгрузочные машины предназначены для погрузки штучных грузов и сыпучих материалов на транспортные средства (железнодорожные вагоны, автомобили, конвейеры), для разгрузки их с транспортных средств, а также для перемещения в хранилищах при складировании и сортировке.

Их разделяют **по рабочему процессу** на *машины циклического и непрерывного действия*; **по виду ходового оборудования** - на *машины рельсокошесные, пневмокошесные и гусеничные*. Известны также стационарные погрузочно-разгрузочные машины.



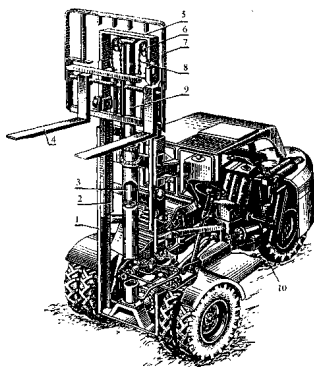
Сменные грузозахватные органы автопогрузчиков

Рабочий цикл машины циклического действия состоит из операций захвата материала, его перемещения, выгрузки и возврата рабочего органа или машины в целом на исходную позицию следующего рабочего цикла. Машины непрерывного действия могут быть оборудованы несколькими рабочими органами, установленными с определенным шагом, например, на бесконечной тяговой цепи, или рабочим органом, например, шнекового типа. При работе в циклическом режиме машина выполняет перечисленные операции последовательно. В машинах непрерывного действия материал поступает на рабочий орган, перемещается вместе с ним или по нему и разгружается непрерывным потоком.

Для перегрузки единичных грузов большой массы (железобетонных изделий, контейнеров с кирпичом и каменными блоками, ящиков с оборудованием, длинномерного лесоматериала и профильного металла) при одновременном их перемещении по строительной площадке, а также при монтаже применяют **вилочные автопогрузчики и краны-манипуляторы**.

Вилочным автопогрузчиком называют подъемно-транспортную машину с вертикальным телескопическим подъемником и подвешенными на нем грузовыми вилами. В качестве сменных рабочих органов используют: штырь для рулонов и коротких труб, захват для бревен, ковш для сыпучих материалов, безблочную стрелу, крановую стрелу, рычажную крановую стрелу для увеличения высоты подъема, приспособление для захвата контейнеров и др. Рабочий орган может быть установлен в передней (фронтальные погрузчики) или боковой (боковые погрузчики) части машины. Применяемые в строительстве погрузчики обычно приводятся ДВС (автопогрузчики). В транспортных сетях заводов стройиндустрии и промышленных предприятий используют также погрузчики с электрическим приводом постоянного тока с питанием от аккумуляторных батарей (электропогрузчики).

По грузоподъемности погрузчики делят на легкие (до 2 т), средние (от 3,2 до 5 т), тяжелые (от 5 до 10 т) и сверхтяжелые (более 10 т). При увеличении вылета груза, например, при крановом рабочем оборудовании, грузоподъемность погрузчика снижается. В строительстве наибольшее распространение получили фронтальные автопогрузчики средней грузоподъемности.



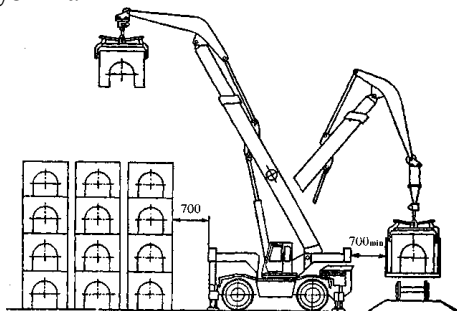
Фронтальный вилочный автопогрузчик

Фронтальный автопогрузчик состоит из самоходного короткобазового шасси, изготовленного, в основном, из стандартных автомобильных узлов и деталей: *ДВС с коробкой передач, ведущего и управляемого мостов с ходовыми колесами, рулевого управления*. В отличие от автомобиля задний мост со спаренными ведущими колесами установлен в передней части машины, а управляемый мост - в ее задней части, что обусловлено развеской массы машины с грузом, при которой большая нагрузка приходится на ее переднюю часть. Соответственно изменена ориентация органов управления и рабочего места машиниста. Короткая автомобильная база обеспечивает погрузчику высокую маневренность - способность разворачиваться в стесненных условиях, например, в складских помещениях.

Грузоподъемник состоит из двух рам - внешней 1 и внутренней 2, подъемной каретки 7 с грузовыми вилами 4, подъемного механизма и двух гидроцилиндров 10 отклонения внешней рамы от ее вертикального положения.

Внешняя рама в нижней части шарнирно соединена с рамой самоходного шасси и с помощью двух гидроцилиндров может наклоняться вперед на угол до 3° для подвода вил под груз при его захвате и назад на угол до 10° для предотвращения сползания груза с вил при его вертикальных перемещениях, а также при передвижении погрузчика.

Внутренняя рама с помощью гидравлического толкателя 3 одностороннего действия, шток которого 9 жестко закреплен на поперечине 5 внутренней рамы, и обратного двукратного полиспаста (мультипликатора), состоящего из двух грузовых цепей 8, закрепленных концами на внешней раме и грузовой каретке и огибающих звездочки 6, подвешенные к поперечине внутренней рамы, может перемещаться вверх по направляющим внешней рамы. Аналогично по направляющим внутренней рамы может перемещаться грузовая каретка 7. Благодаря мультипликатору скорость перемещения грузовой каретки в два раза превышает скорость перемещения штока гидротолкателя. Опускают груз гравитационно. Гидроцилиндры питаются рабочей жидкостью от лопастного или шестеренного насоса, приводимого двигателем автопогрузчика



Кран-манипулятор для перегрузки утяжелителей для трубопроводов

Рабочий цикл фронтального автопогрузчика состоит из операций захвата установленного на подкладках штучного или тарного груза (подвод вил под груз, наклон внешней рамы назад), перемещения погрузчика к месту разгрузки, при необходимости с подъемом груза, установки груза на подкладки в месте разгрузки и возврата погрузчика на исходную позицию следующего рабочего цикла.

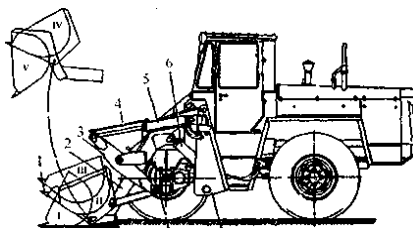
Максимальная высота подъема вилочного захвата автопогрузчика средней грузоподъемности составляет примерно 4,5 м, а груза на крюке Г-образной стрелы - до 7 м. Скорость подъема груза составляет от 0,5 до 10 м/мин, а скорость передвижения по дорогам с твердым покрытием - до 50 км/ч.

Краны-манипуляторы представляют собой специальные подъемно-транспортные средства, обычно с дистанционно управляемым грузозахватным устройством. Краны-манипуляторы изготавливают на базе автомобилей, тракторов и одноковшовых полноповоротных экскаваторов.

Погрузочные машины используют в строительстве для погрузки инертных и вяжущих материалов в карьерах и на складах. Погрузочные машины, называемые также *одноковшовыми (фронтальными) погрузчиками*, могут быть выполнены как навесное оборудование на серийно выпускаемых колесных, реже - гусеничных тракторах или колесных тягачах, а также как специальные машины с использованием тракторного ходового и силового оборудования. Эти машины обычно представляют собой погрузочно-отвальное оборудование, установленное на колесном тягаче.

Одноковшовые погрузчики предназначены для погрузки на транспортные средства (автомобили-самосвалы и полувагоны) сыпучих и кусковых грузов (песка, гравия, щебня, строительного мусора, каменного угля, кокса и т. п.).

Погрузчики со специальными ковшами используют также для перегрузки скальных пород, разработки и погрузки гравийно-песчаных материалов в карьерах и т. п. Погрузчики могут быть оборудованы специальными устройствами для монтажных, зачистных, планировочных, снегоуборочных и т. п. работ.

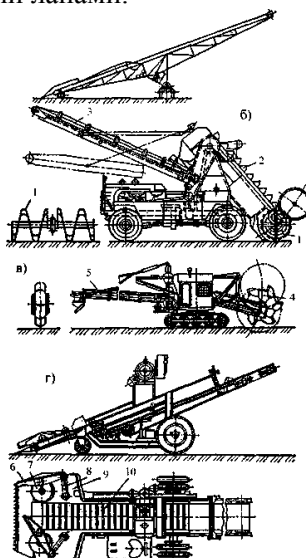


Фронтальный одноковшовый погрузчик

Скорость подъема ковша при черпании составляет $1...1,5 \text{ м/с}$; высота подъема ковша грузоподъемностью $1,25...5 \text{ т}$ составляет $2,7 ... 3,4 \text{ м}$; рабочие скорости передвижения погрузчика $8 ... 12 \text{ км/ч}$, а транспортные скорости - $25 ... 50 \text{ км/ч}$.

Погрузочные машины непрерывного действия подразделяются на:

- а – передвижные ленточные конвейеры;
- б – погрузочные машины с винтовым питателем;
- в – погрузочные машины с черпаковым загрузочным устройством (*роторные погрузочные машины*);
- г – погрузочные машины с загребающими лапами.



Погрузочные машины непрерывного действия

Передвижные ленточные конвейеры загружают материалом вручную или бульдозером при заглублении загрузочного конца в приямок. Перемещают конвейер также вручную. Несущим органом является плоская или желобчатая конвейерная лента шириной от $0,4$ до $0,65 \text{ м}$. Скорость движения ленты составляет от $0,5$ до $3,2 \text{ м/с}$. Выпускают передвижные конвейеры длиной $5, 10$ и 15 м .

Погрузочные машины с винтовым питателем с ленточным или лопастным (для крупнокусовых материалов) винтом применяют для перегрузки песка, гравия, щебня, глины.

Машины такого типа имеют механическую, гидромеханическую или электромеханическую трансмиссию. В последнем случае механизмы винтового питателя, ковшового и ленточного конвейеров, а также гусениц или колесных осей приводятся индивидуальными электродвигателями, питаемыми от генератора трехфазного тока, приводимого ДВС. Используют также машины, питаемые электроэнергией

от внешней электросети. Производительность многоковшовых погрузчиков составляет обычно от 40 до 160 $m^3/ч$.

Машины с черпаковым загрузочным устройством применяют для погрузки несслежавшихся материалов (песка, рыхлого грунта, угля и т. п.). При вращении ротор захватывает материал и перегружает его на приемный ленточный конвейер, расположенный вдоль поворотной в вертикальной плоскости стрелы с ротором на ее конце. Роторные погрузчики могут работать как при непрерывной подаче машины на штабель, забирая материал с определенного его уровня, так и позиционно, разрабатывая штабель сверху вниз путем опускания стрелы с ротором без перемещения машины. По достижении ротором подошвы забоя машину перемещают вперед на новую позицию.

Машины с загребающими лапами, обычно используемые как снегоуборочные, применяют также для погрузки мелко- и среднекусовых преимущественно малоабразивных материалов, например, угля.

Производительность погрузочных машин непрерывного действия составляет от 50 до 300 $m^3/ч$ и зависит, прежде всего, от работы питателя и размера штабеля.

Литература

Основная литература

1. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства. Ростов-на -Дону, 2004 (учебник, 100 экз).
2. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства. Ростов-на -Дону, 2003 (учебник, 6 экз).
3. Волков Д. П. Крикун В.Я. Строительные машины. М.:АСВ.2002 (учебник, 30 экз).
4. Добронравов С. С. Строительные машины и основы автоматизации. М.: Высшая школа, 2003, 2001 (учебник, 5 экз).

Дополнительная литература

1. Андриенко Л. А. Детали машин. М.: Высшая школа, 2004 (учебник, 3 экз).
2. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование. Ростов-на-Дону, Феникс, 2002 (справочное пособие, 53 экз).
3. Добронравов С. С. Строительные машины и оборудование. М.: Высшая школа, 1991 (справочник, 5 экз).
4. Доценко А.И. Строительные машины. М.: Стройиздат, 2003 (учебник, 1 экз).
5. Волков Д.П. Крикун В.Я. Строительные машины и средства малой механизации. М.: Академия, 2002 (учебник, 1 экз).