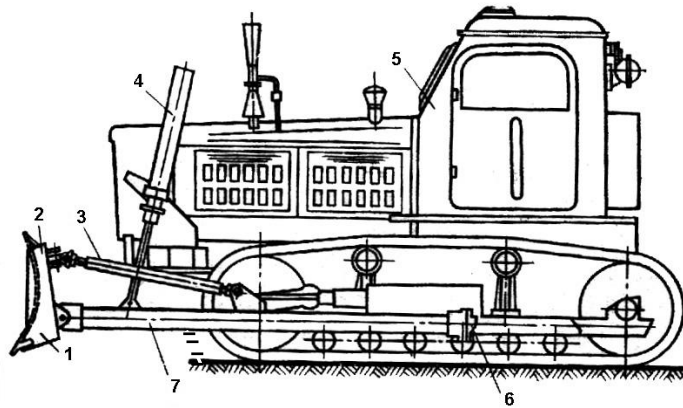


Ю.М. РАДЬКО

КОНСТРУКЦИИ И  
РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ  
ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ  
МАШИН



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Учебное издание

РАДЬКО Юрий Михайлович

**КОНСТРУКЦИИ И РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ  
ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Учебное пособие

Редактор З.Г. Чернова  
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 15.10.04

Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Объем: 4,65 усл. печ. л.; 4,8 уч.-изд. л.  
Тираж 100 экз. С. 657

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
**Тамбовский государственный технический университет**

**Ю.М. РАДЬКО**

**КОНСТРУКЦИИ И  
РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ  
ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ  
МАШИН**

Утверждено Ученым советом университета  
в качестве учебного пособия для студентов  
очного и заочного обучения специальности 270102  
направления подготовки 270100

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2004

УДК 621.878(075)  
ББК Н623-5я73  
Р15

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ  
*П.И. Никулин*

Кандидат технических наук, доцент  
*В.П. Анисимов*

Генеральный директор ООО фирма «Тамбовспецстроймонтаж»  
*И.Б. Блохин*

**Радько Ю.М.**

Р15 Конструкции и рабочие процессы землеройно-транспортных машин: Учеб. пособие. Тамбов:  
Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.  
80 с.

Приводятся сведения о конструктивных особенностях бульдозеров, бульдозеров-рыхлителей, грейдеров и скреперов. Показаны основные виды работ, выполняемых с помощью этих машин. Рассмотрены системы автоматического управления землеройно-транспортными машинами.

Предназначено студентам очного и заочного обучения специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» в качестве дополнительной литературы для самостоятельной работы при изучении курса «Строительные машины».

УДК 621.878(075)  
ББК Н6235я73

ISBN 5-8265-0319-X

© Радько Ю.М., 2004

© Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2004

## ВВЕДЕНИЕ

Землеройно-транспортными называют машины с ножевым рабочим органом, выполняющие одновременно послойное отделение от массива и перемещение грунта к месту укладки при своем поступательном движении. К этой группе машин относятся: бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, грейдеры и грейдер-элеваторы. Землеройно-транспортные машины просты по конструкции и высокопроизводительны. Для управления требуется один водитель, дополнительные транспортные средства не нужны. Удельная производительность на водителя достигает 1000 м<sup>3</sup>/ч. Стоимость работ в три–четыре раза меньше стоимости работ, выполняемых экскаваторами и автосамосвалами.

Современный уровень развития строительного машиностроения характеризуется созданием и освоением машин повышенной единичной мощности, применением гидромеханических и электрических силовых приводов, автоматизацией управления рабочими органами, улучшением условий труда машинистов, отделки и внешнего вида машин.

В учебном пособии рассмотрены модели машин по следующей системе индексации: например, бульдозер ДЗ-42 или рыхлитель ДП-5С. Буквы в индексе машины обозначают группу машин, а цифры – порядковый номер модели машины. Так, например, ДЗ означает дорожные машины для землеройно-транспортных работ, ДП – дорожные машины для подготовительных работ. Буквенное обозначение, стоящее после порядкового номера модели машины, например А, Б, указывают на модернизацию машины. Буквы С или ХЛ после порядкового номера модели машины обозначают северное исполнение машины.

### 1 БУЛЬДОЗЕРЫ И РЫХЛИТЕЛИ

Бульдозеры предназначены для послойного срезания грунта, его перемещения на небольшое расстояние и разравнивания. Их широко используют в различных отраслях гражданского, промышленного, гидротехнического и мелиоративного строительства, при прокладке железных и автомобильных дорог, в аэродромном строительстве, горнодобывающей промышленности. Бульдозеры применяют для разработки песчано-гравийных карьеров, котлованов, выемок и траншей, сооружения каналов, прудов и водоемов, возведения насыпей, дамб и плотин, на вскрышных работах при добыче полезных ископаемых открытым способом.

Состоит бульдозер из базовой машины (гусеничного или колесного трактора, или промышленного тягача) и навесного бульдозерного оборудования, расположенного спереди. Бульдозерное оборудование включает в себя рабочий орган (отвал), толкающее устройство (толкающие брусья или толкающую раму) и систему управления отвалом (гидравлическую или канатную).

Отвал бульдозера представляет собой жесткую сварную металлоконструкцию с лобовым листом криволинейного профиля. Чтобы предотвратить пересыпание грунта при работе на несвязных или рыхлых грунтах, к средней части отвала приваривают козырек. Вдоль нижней кромки отвала с помощью болтов крепят режущие ножи. Для увеличения объема перемещаемого грунта

(при работе на легких грунтах) отвал бульдозера может быть удлинен путем установки с обоих его концов уширителей, прикрепленных к нему болтами.

Толкающее устройство состоит из балок коробчатого сечения. Передняя часть толкающего устройства шарнирно соединена с отвалом бульдозера, а задняя – также шарнирно с опорами, расположенными на базовом тракторе.

Отвалом бульдозера управляют из кабины машиниста с помощью гидравлической или канатной системы управления.

При гидравлическом управлении подъем и опускание отвала и фиксирование его в заданном положении, а иногда и его перекося в вертикальной (поперечной) плоскости, осуществляется с помощью гидроцилиндров системы управления, установленных на базовой машине. Этими гидроцилиндрами управляют с помощью рычагов гидрораспределителя, установленного в кабине машиниста.

Применение гидроперекося отвала расширяет область применения бульдозера и повышает его эксплуатационные возможности на планировочных работах.

Отвал бульдозера может быть перекошен в поперечной плоскости в левую или правую сторону с помощью гидроцилиндра перекося, которым управляют из кабины машиниста. Непосредственно на гидроцилиндре перекося установлен запорный клапан, фиксирующий положение отвала в поперечной плоскости.

При канатном управлении подъем, опускание отвала и фиксирование его в заданном положении выполняются с помощью канатно-блочной системы управления, приводимой от лебедки, установленной на базовой машине (гусеничном тракторе). Лебедкой управляют с помощью рычага гидрораспределителя, размещенного в кабине машиниста.

Бульдозеры классифицируют по установке рабочего органа, типу базовой машины (гусеничные или пневмоколесные) и по тяговому классу базовой машины.

По установке рабочего органа различают бульдозеры с неповоротным отвалом и бульдозеры с поворотным отвалом. У первых отвал расположен под углом  $90^\circ$  к оси базовой машины. У бульдозеров с поворотным отвалом положение отвала можно изменять относительно продольной оси базовой машины в горизонтальной плоскости, т.е. отвал бульдозера может быть повернут в ту или другую сторону относительно своего среднего положения (когда угол между отвалом и продольной осью базовой машины составляет  $90^\circ$ ) на заданный угол.

Обозначения основных параметров гусеничных бульдозеров показаны на рис. 1.1.

Производительность бульдозера по грунту в плотном теле определяется по формуле

$$\Pi = \frac{TV_{\text{пр}}}{t_{\text{ц}} K_p} K_{\text{и.в}} K_y, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.1)$$

где  $V_{\text{пр}}$  – объем грунта в призме волочения,  $\text{м}^3$ ;  $t_{\text{ц}}$  – время рабочего цикла, ч;  $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ ;  $t_1$  – время на формирование призмы

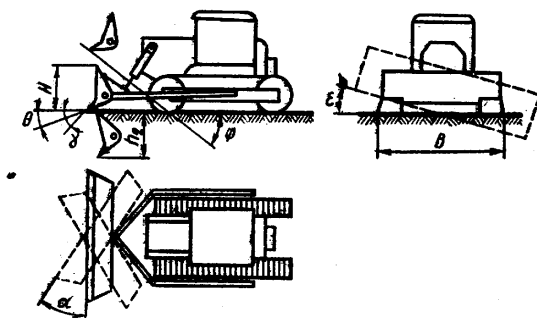


Рис. 1.1 Обозначения основных параметров гусеничных бульдозеров:

$H$  – высота отвала без козырька;  $\theta$  – задний угол отвала;  $\gamma$  – основной угол резания;

$h_2$  – опускание отвала ниже опорной поверхности;  $\epsilon$  – угол поперечного перекося;  $B$  – ширина отвала;  $\alpha$  – угол установки отвала в плане

и перемещения грунта;  $t_2$  – время на подъем отвала в транспортное положение;  $t_3$  – время на переключение передач трактора и его повороты в конце рабочего хода;  $t_4$  – время на обратный (холостой ход);  $t_5$  – время на переключение передач трактора и его повороты в конце обратного хода;

$K_{\text{и.в}}$  – коэффициент использования машины во времени,  $K_{\text{и.в}} = 0,8...0,95$ ;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта;  $K_y$  – коэффициент, учитывающий уклон местности.

Рыхлители предназначены для послойного рыхления грунтов, пород или материалов на отдельные куски, комки или глыбы таких размеров, которые позволяют в дальнейшем их разрабатывать.

Рыхлитель состоит из базовой машины (гусеничного трактора или колесного промышленного тягача) и навесного рыхлительного оборудования. Рыхлительное оборудование включает в себя рабочий орган (рыхлительные зубья, закрепленные на несущей балке), раму и гидравлическую систему управления рабочим органом.

Рабочий орган состоит из одного или нескольких (не более трех) рыхлительных зубьев.

Рабочим органом рыхлителя (его заглублением, подъемом и фиксированием в заданном положении) управляют с помощью гидроцилиндров системы управления, установленных на раме. Этими гидроцилиндрами управляют с помощью рычагов гидрораспределителя, установленного в кабине машиниста.

Рыхлители классифицируют по типу базовой машины (гусеничные и пневмоколесные) и по тяговому классу базовой машины. Обозначения основных параметров гусеничных рыхлителей показаны на рис. 1.2.

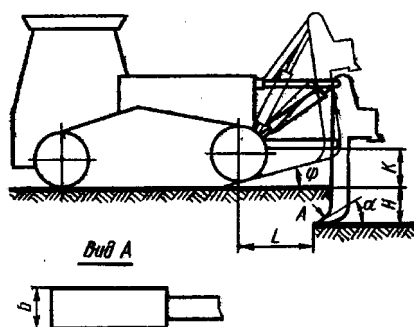


Рис. 1.2 Обозначения основных параметров гусеничных рыхлителей:

$L$  – расстояние от наконечника зуба в крайнем нижнем его положении до оси ведущей звездочки трактора;  $\psi$  – задний угол въезда;  $K$  – наименьшее расстояние от нижней точки рамы до опорной поверхности;  $H$  – величина максимального заглубления зуба;  $\alpha$  – угол рыхления при крайнем нижнем положении зуба;  $b$  – ширина наконечника зуба

Бульдозеры-рыхлители представляют собой агрегаты, состоящие из бульдозера и смонтированного сзади рыхлительного оборудования. Благодаря этому они могут поочередно работать как бульдозеры или рыхлители. Бульдозеры-рыхлители также классифицируют по типу базовой машины (гусеничные и пневмоколесные) и по тяговому классу базовой машины.

## 1.1 БУЛЬДОЗЕРЫ С НЕПОВОРОТНЫМ ОТВАЛОМ

### Гусеничные бульдозеры

Бульдозер ДЗ-29 (рис. 1.1.1) предназначен для землеройных работ в сельском и мелиоративном строительстве. Бульдозер состоит из трактора 11, отвала 2 с плоскими однорядными ножами 1, уширителей 3, 4 отвала, двух жестко связанных с отвалом толкающих брусьев 8, поперечной балки 10 таврового сечения, кронштейна 5 гидроцилиндра, гидроцилиндра 6 подъема и опускания отвала, трубопроводов 7 гидросистемы и удлинителя 9 рычага управления гидрораспределителем. Сзади отвала крепят две опорные лыжи. Положение опорных лыж регулируют по высоте стопорными болтами.

Поперечная балка предназначена для шарнирного соединения отвала с рамой базового трактора. Балка – сварной конструкции и прикреплена двумя стремлянками к нижним полкам продольных балок (лонжеронов) рамы трактора. Чтобы предотвратить возможные смещения поперечной балки вдоль рамы трактора, к продольным балкам рамы трактора приварены упоры.

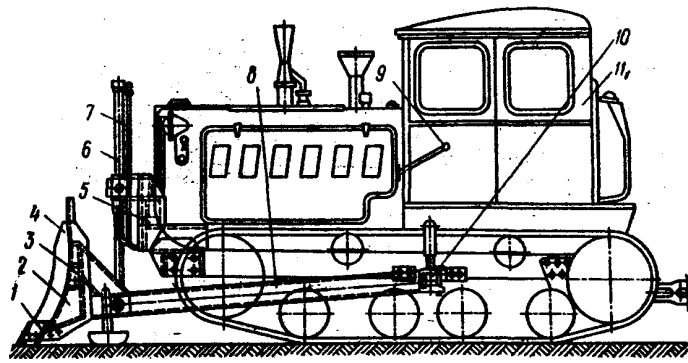


Рис. 1.1.1 Бульдозер ДЗ-29

1 – нож; 2 – отвал; 3, 4 – уширители отвала; 5 – кронштейн гидроцилиндра; 6 – гидроцилиндр; 7 – трубопровод; 8 – толкающий брус; 9 – удлинитель рычага управления гидроусилителем; 10 – поперечная балка; 11 – трактор

Бульдозер ДЗ-42 (рис. 1.1.2) предназначен для землеройных работ в сельском и мелиоративном строительстве. Бульдозер состоит из трактора 6, отвала 2 с тремя одинаковыми однорядными ножами 1, двух жестко связанных с отвалом толкающих брусьев 5, поперечной балки 7, двух гидроцилиндров 3 подъема и опускания отвала и трубопроводов 4 гидросистемы. Применение двух гидроцилиндров подъема и опускания отвала повышает эксплуатационные качества бульдозера ДЗ-42 по сравнению с бульдозером ДЗ-29, особенно его планировочные возможности.

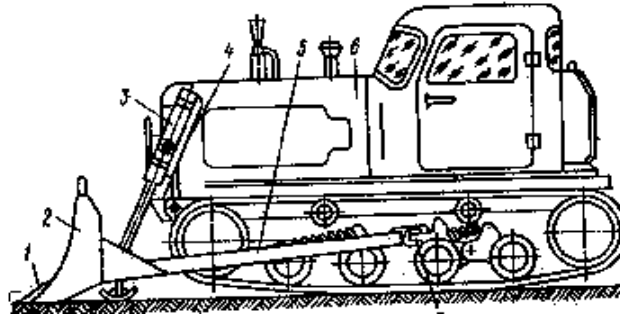


Рис. 1.1.2 Бульдозер ДЗ-42:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – гидроцилиндр; 4 – трубопровод; 5 – толкающий брус; 6 – трактор; 7 – поперечная балка

Бульдозер ДЗ-101 (рис. 1.1.3) предназначен для для землеройных работ в сельском и мелиоративном строительстве. Бульдозер состоит из трактора 5, отвала 2 с ножами 1 повышенного срока службы, двух шарнирно соединенных с отвалом толкающих брусьев 7, двух опор 6, винтово-

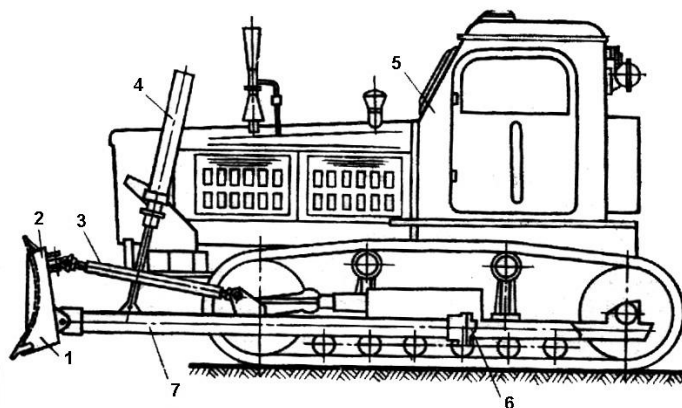


Рис. 1.1.3 Бульдозер ДЗ-101:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – винтовой раскос; 4 – гидроцилиндр; 5 – трактор; 6 – опора; 7 – толкающий брус

го регулируемого раскоса 3, двух гидроцилиндров 4 подъема и опускания отвала, гидроцилиндра перекоса отвала и трубопроводов гидросистемы.

Для соединения с толкающими брусьями, винтовым раскосом и гидроцилиндром перекоса к отвалу приварены кронштейны, а для соединения с винтовым раскосом – гидроцилиндром перекоса отвала и гидроцилиндрами подъема и опускания отвала к толкающим брусьям также приварены кронштейны.

**Бульдозер ДЗ-53** (рис. 1.1.4) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

Бульдозер состоит из трактора 2, отвала 5 с плоским однорядным средним ножом и боковыми литыми двухрядными ножами 6, двух толкающих брусьев 8, двух регулируемых винтовых раскосов 7, передней стойки 3, канатно-блочной системы управления 4 отвалом и однобарабанной лебедки 1 модели Д-499Б.

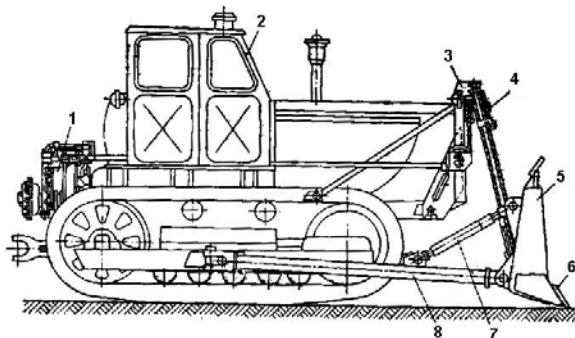


Рис. 1.1.4 Бульдозер ДЗ-53:

1 – лебедка; 2 – трактор; 3 – передняя стойка; 4 – канатно-блочная система управления отвалом; 5 – отвал; 6 – нож; 7 – винтовой раскос; 8 – толкающий брус

С задней стороны отвала (посередине) приварен кронштейн с отверстиями для шарнирного соединения обоймой блоков полиспаста канатно-блочной системы управления, а над крайними проушинами для крепления толкающих брусьев приварены проушины для соединения отвала с винтовыми раскосами.

В передней части толкающих брусьев приварены кронштейны для соединения с помощью пальцев с отвалом, а в задней части приварены литые проушины, с помощью которых через сменные вкладыши толкающие брусья соединены с опорами трактора, расположенными на гусеничных тележках. Толкающие брусья снабжены винтовыми раскосами, которые служат для изменения угла резания ножей отвала и для регулирования перекоса отвала. Передняя стойка (рис. 1.1.5) представляет собой конструкцию из двух боковых уголков 5 и 10, соединенных сверху поперечной бал-



кой 16, а внизу соединенных полосой. Боковыми уголками стойка опирается на упоры 12 и 13, приваренные к лонжеронам рамы трактора. На опорах стойка прикреплена планками 6. Вертикальное положение стойки относительно рамы трактора обеспечивается раскосами 3. Для предохранения радиатора на стойке установлен щит 11. С правой стороны к стойке приварена приемная обойма 4 блока, а в верхнем правом углу – угловая обойма 14 блока, которая с помощью трубы 2, проходящей через кабину трактора, соединена с обоймой 1 заднего направляющего блока.

В верхней части стойки посередине балки на кронштейнах шарнирно подвешена верхняя двухблочная обойма 15 полиспаста, образующая вместе с нижней двухблочной обоймой четырехкратный полиспаст подъема и опускания отвала.

Лебедка приводится в действие от вала отбора мощности трактора. Схема канатного управления отвалом бульдозера показана на рис. 1.1.6.

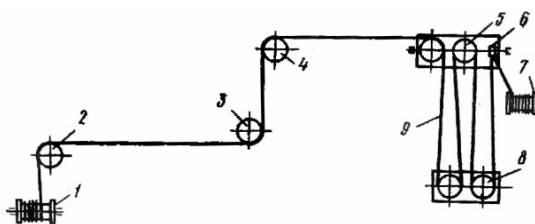


Рис. 1.1.6 Схема канатного управления отвалом бульдозера ДЗ-53:

1 – лебедка; 2 – обойма заднего направляющего блока; 3 – обойма переднего направляющего блока; 4 – обойма направляющего блока; 5 – верхняя двухблочная обойма; 6 – клин; 7 – катушка запасного каната; 8 – нижняя двухблочная обойма; 9 – канат

**Бульдозер ДЗ-54С** (рис. 1.1.7) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

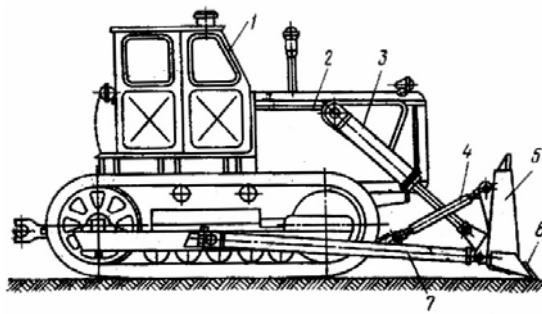


Рис. 1.1.7 Бульдозер р ДЗ-54С:

1 – трактор; 2 – трубопроводы; 3 – гидроцилиндр; 4 – винтовой раскос; 5 – отвал;  
6 – нож; 7 – толкающий брус

Бульдозер состоит из трактора 1, отвала 5 с ножами 6 и проушинами для крепления штоков гидроцилиндров, двух толкающих брусьев 7, двух регулируемых винтов раскосов 4, двух гидроцилиндров 3 подъема и опускания отвала и трубопроводов 2 гидросистемы.

По конструкции рабочее оборудование бульдозера ДЗ-54С максимально унифицировано с рабочим оборудованием бульдозера ДЗ-53 и отличается применением гидравлического управления отвалом вместо канатного.

Бульдозер ДЗ-27С (рис. 1.1.8) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

Бульдозер состоит из трактора 6, отвала 3 с ножами 2, двух толкающих брусьев 1, двух винтовых регулируемых раскосов 4 и двух гидроцилиндров 5 подъема и опускания отвала. В передней части толкающих брусьев приварены кронштейны для соединения с помощью пальцев с отвалом, а в задней части приварены литые проушины, с помощью которых толкающие брусья соединены пальцами с проушинами литых опор, расположенных на гусеничных тележках трактора.

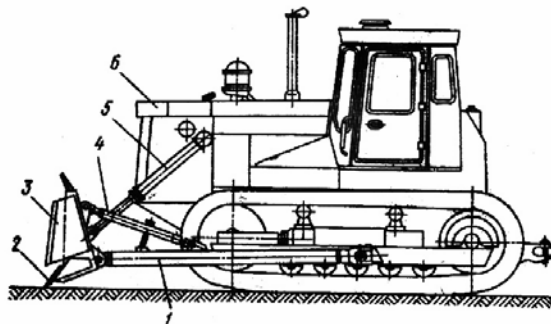


Рис. 1.1.8 Бульдозер ДЗ-27С:

1 – толкающий брус; 2 – нож; 3 – отвал; 4 – винтовой раскос; 5 – гидроцилиндр;  
6 – трактор

Бульдозер ДЗ-110ХЛ с неповоротным отвалом (рис. 1.1.9) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

Бульдозер состоит из трактора 5, отвала 2 с ножами 1, двух толкающих брусьев 6, винтового раскоса 3, двух гидроцилиндров 4 подъема и опускания отвала, гидроцилиндра перекоса отвала и трубопроводов гидросистемы.

В передней части толкающих брусьев 6 приварены кронштейны с механизмом компенсации перемещений при перекосе, а в задней части приварены литые разъемные проушины, с помощью которых через сменные вкладыши, толкающие брусья соединены с опорами трактора, расположенными на гусеничных тележках трактора и выполненными в виде съемных цапф. Кронштейны соединены с отвалом пальцами.

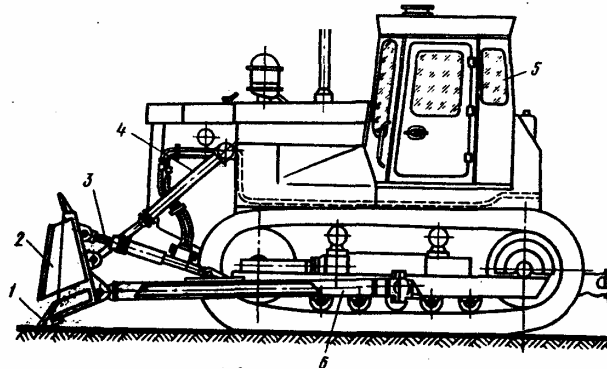


Рис. 1.1.9 Бульдозер ДЗ-110ХЛ:  
1 – нож; 2 – отвал; 3 – винтовой раскос; 4 – гидроцилиндр; 5 – трактор;  
6 – толкающий брус

Для соединения с винтовым раскосом, гидроцилиндром перекося отвала и гидроцилиндрами подъема и опускания отвала к толкающим брусам приварены кронштейны.

Модификации бульдозера ДЗ-110ХЛ выпускают на базе основной модели бульдозера.

Бульдозер ДЗ-35 (рис. 1.1.10) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

Бульдозер состоит из трактора 1, отвала 4 с ножами, уширителей 5 отвала, двух толкающих брусьев 7, двух винтовых раскосов 6, двух гидроцилиндров 3 подъема и опускания отвала и трубопроводов 2 гидросистемы.

Бульдозер ДЗ-34С (рис. 1.1.11) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства. Бульдозер состоит из трактора 7, отвала 5 с ножами 3 и боковыми щеками 4, толкающих брусьев 1, двух винтовых раскосов 2, двух гидроцилиндров 6 подъема и опускания отвала и трубопроводов гидросистемы.

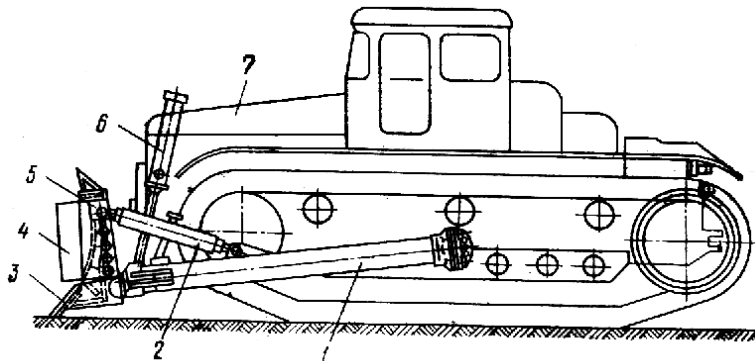


Рис. 1.1.11 Бульдозер ДЗ-34С:  
1 – толкающий брус; 2 – винтовой раскос; 3 – нож; 4 – боковая щека;  
5 – отвал; 6 – гидроцилиндр; 7 – трактор

Бульдозер ДЗ-118 (рис. 1.1.12) предназначен для выполнения землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

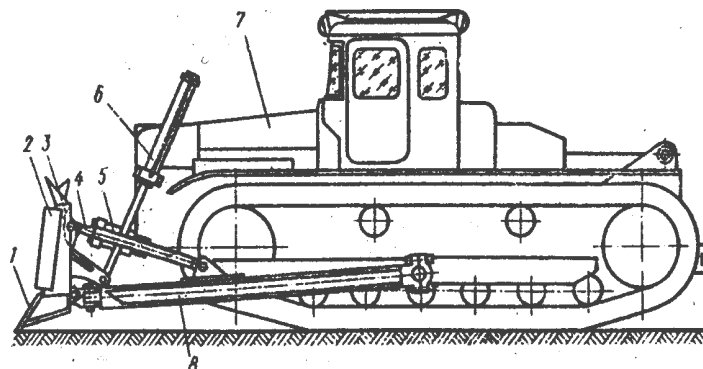


Рис. 1.1.12 Бульдозер ДЗ-118:

1 – нож; 2 – боковая щека; 3 – отвал; 4 – винтовой раскос; 5, 6 – гидроцилиндры;  
7 – трактор; 8 – толкающий брус

Бульдозер состоит из трактора 7, отвала 3 с ножами 1 и боковыми щеками 2, толкающих брусьев 8, двух гидроцилиндров 6 подъема и опускания отвала, винтового раскоса 4, гидроцилиндра 5 перекоса отвала и трубопроводов гидросистемы.

По конструкции рабочее оборудование бульдозера ДЗ-118 аналогично рабочему оборудованию бульдозера ДЗ-34С.

#### Колесные бульдозеры

Бульдозер ДЗ-37 (рис. 1.1.13) предназначен для выполнения небольших объемов земляных работ в дорожном, промышленном и гражданском строительстве, в коммунальном и сельском хозяйствах.

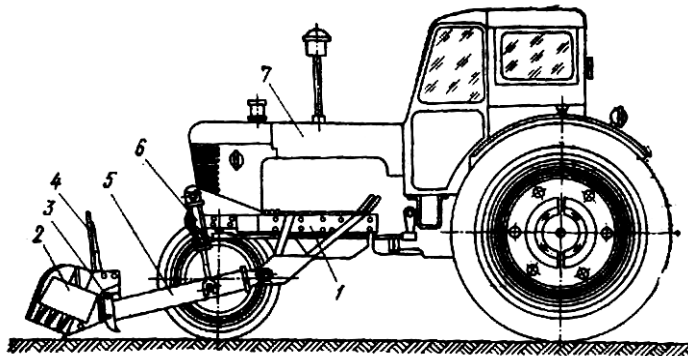


Рис. 1.1.13 Бульдозер ДЗ-37:

1 – обвязочная рама; 2 – уширитель отвала; 3 – рыхлительные зубья;  
4 – отвал; 5 – толкающий брус; 6 – гидроцилиндр; 7 – трактор

Бульдозер состоит из трактора 7, обвязочной рамы 1, отвала 4 с ножами и уширителями 2, трех рыхлительных зубьев 3, двух толкающих брусьев 5, двух гидроцилиндров 6 подъема и опускания отвала, рукавов и трубопроводов гидросистемы.

Обвязочная рама состоит из двух продольных балок (лонжеронов) уголкового сечения, соединенных между собой поперечной балкой. В передней части к обоим лонжеронам приварены кронштейны крепления гидроцилиндров. В задней части к лонжеронам рамы с помощью раскосов приварены кронштейны крепления толкающих брусьев.

Крепят обвязочную раму с помощью болтов к переднему брусу, лонжеронам рамы и картеру сцепления базового трактора. Кроме того, обвязочную раму в передней части дополнительно крепят к переднему брусу трактора с помощью специальных пальцев.

Толкающие брусья представляют собой балки коробчатого сечения, приваренные передними концами к отвалу. К задним концам толкающих брусьев приварены кронштейны для шарнирного соединения с лонжеронами обвязочной рамы. Толкающие брусья соединены шарнирно со штоками гидроцилиндров подъема и опускания отвала, а с кронштейнами с помощью пальцев.

Рыхлительные зубья работают только при заднем ходе трактора. Крепят их с помощью болтов и в случае необходимости они могут быть подняты и закреплены в нейтральном положении.

Бульдозер ДЗ-48 (рис. 1.1.14) предназначен для земляных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства. Бульдозер состоит из трактора 6, отвала 2 с ножами 1, двух толкающих брусьев 8, двух кронштейнов 7 крепления бульдозерного оборудования, гидрораскоса 9 для изменения угла поперечного перекоса отвала, винтового раскоса, двух гидроцилиндров 4 подъема и опускания отвала, двух кронштейнов 3 крепления гидроцилиндров, балласта 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы.

Отвал 2 бульдозера по конструкции принципиально аналогичен отвалу бульдозера ДЗ-54С, максимально унифицирован с ним и отличается в основном уменьшенной длиной.

Передними концами толкающие брусья шарнирно соединены с проушинами отвала, а задними концами – с кронштейнами крепления бульдозерного оборудования, закрепленными на раме базового трактора с помощью болтов и соединенными между собой балкой коробчатого сечения.

На правом толкающем брусе установлен винтовой раскос для изменения угла резания ножей отвала, а на левом – гирораскос 9 для изменения угла поперечного перекоса отвала из кабины машиниста.

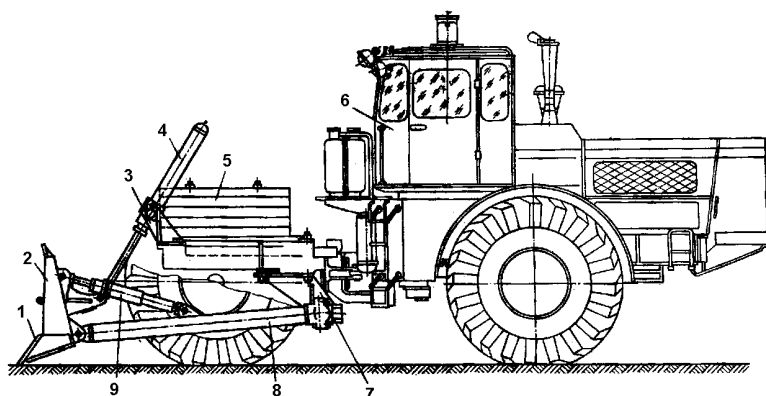


Рис. 1.1.14 Бульдозер ДЗ-48:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – кронштейн крепления гидроцилиндра; 4 – гидроцилиндр;  
5 – балласт; 6 – трактор; 7 – кронштейн крепления бульдозерного оборудования;  
8 – толкающий брус; 9 – гидрораскос

На передней полураме трактора с помощью кронштейнов 7 шарнирно закреплены два гидроцилиндра 4 подъема и опускания отвала. Кронштейны крепления гидроцилиндра закреплены на передней полураме трактора с помощью болтов.

На передней полураме трактора сверху установлен балласт 5, который выполнен в виде набора литых плит, скрепленных между собой стяжными болтами. Балласт увеличивает сцепную массу трактора и нагрузку на передний ведущий мост трактора, что позволяет повысить усилия резания на рабочем органе бульдозера.

## 1.2 БУЛЬДОЗЕРЫ С ПОВОРОТНЫМ ОТВАЛОМ

Бульдозер ДЗ-104 (рис. 1.2.1) предназначен для землеройных работ в сельском и мелиоративном строительстве.

Бульдозер состоит из трактора 6, отвала 2 с ножами 1, универсальной рамы 8, двух толкающих брусьев 7, двух толкателей 3, двух кронштейнов крепления гидроцилиндров и двух гидроцилиндров 5 подъема и опускания отвала.

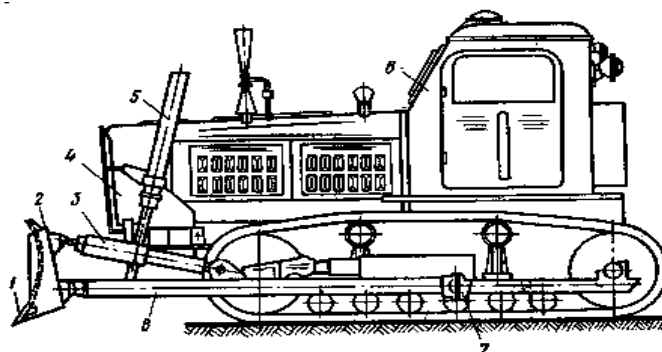


Рис. 1.2.1 Бульдозер ДЗ-104:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – толкатель; 4 – кронштейн крепления гидроцилиндра;  
5 – гидроцилиндр; 6 – трактор; 7 – толкающий брус; 8 – универсальная рама

Универсальная рама представляет собой сварную подковообразную конструкцию из двух согнутых брусьев коробчатого сечения. К передней части рамы приварена литая шаровая головка для соединения с отвалом, а к задним торцам брусьев приварены шаровые опоры, которыми рама шарнирно соединена с опорами трактора. К брусьям универсальной рамы приварен кронштейны для крепления толкателей и гидроцилиндров подъема и опускания отвала.

Толкатели, расположенные с правой и левой сторон отвала, служат для крепления отвала к универсальной раме, для изменения угла установки отвала в плане, угла резания ножей отвала и регулирования перекоса отвала.

**Бульдозер ДЗ-17** (рис. 1.2.2) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

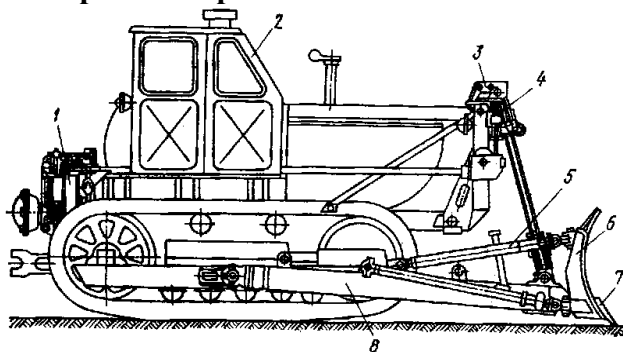


Рис. 1.2.2 Бульдозер ДЗ-17:

1 – лебедка; 2 – трактор; 3 – передняя стойка; 4 – канатно-блочная система управления отвалом; 5 – толкатель; 6 – отвал; 7 – нож; 8 – универсальная рама

Бульдозер состоит из трактора 2, отвала 6 с ножами 7, универсальной рамы 8, двух толкателей 5, канатно-блочной системы 4 управления отвалом, передней стойки 3 и лебедки 1.

По конструкции рабочее оборудование бульдозера ДЗ-17 в основном аналогично рабочему оборудованию бульдозера ДЗ-104. К передней части универсальной рамы (рис. 1.2.3) приварена литая шаровая головка 3 для

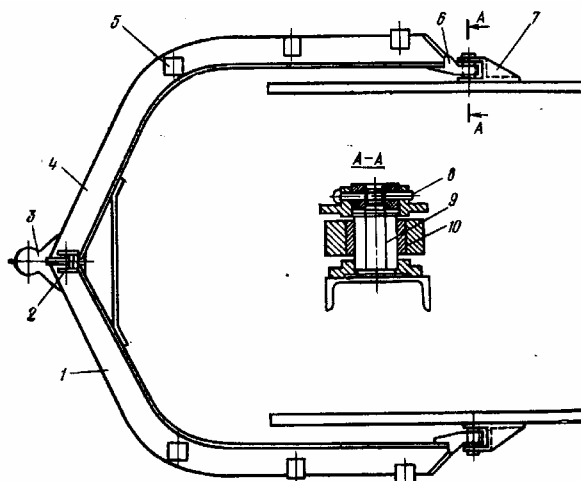


Рис. 1.2.3 Универсальная рама бульдозера ДЗ-17:

1, 4 – левая и правая полурамы; 2, 5 – кронштейны; 3 – головка; 6 – проушина; 7 – опора; 8 – шпилька; 9 – ось; 10 – втулка

соединения с отвалом. К брусам приварены кронштейны 5 (по три с каждой стороны) для крепления шаровых пальцев толкателей, а к задним торцам брусьев – проушины 6, которыми универсальная рама шарнирно соединена с опорами 7 трактора, расположенными на гусеничных тележках. К передней части универсальной рамы сверху приварен кронштейн 2 с отверстиями для шарнирного соединения с нижней обоймой блока полиспаста канатно-блочной системы управления отвалом.

Толкатели, расположенные с правой и левой сторон отвала, служат для крепления отвала к универсальной раме, изменения угла установки отвала в плане, угла резания ножей отвала и для регулирования перегиба отвала. Толкатели выполнены в виде брусьев коробчатого сечения и винтовых раскосов. К передним торцам брусьев приварены разрезные гайки для соединения через крестовины с проушинами отвала с помощью винтов и пальцев.

Канатно-блочная система управления отвалом бульдозера ДЗ-17 полностью унифицирована с канатно-блочной системой управления отвалом бульдозера ДЗ-53.

**Бульдозер ДЗ-18** (рис. 1.2.4) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

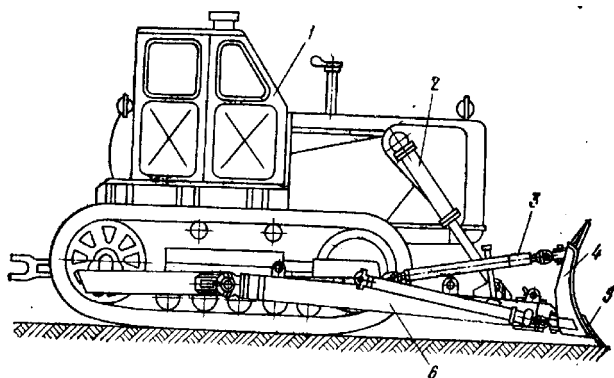


Рис. 1.2.4 Бульдозер ДЗ-18:

1 – трактор; 2 – гидроцилиндр; 3 – толкатель; 4 – отвал; 5 – нож;  
6 – универсальная рама

Бульдозер состоит из трактора 1, отвала 4 с ножами 5, универсальной рамы 6, двух толкателей 3, двух гидроцилиндров 2 подъема и опускания отвала и трубопроводов гидросистемы.

По конструкции рабочее оборудование бульдозера ДЗ-18 унифицировано с рабочим оборудованием бульдозера ДЗ-17 и отличается применением гидравлического управления отвалом вместо канатного. Для соединения со штоками гидроцилиндров к универсальной раме в передней части приварены два кронштейна. Гидравлическое управление отвалом бульдозера ДЗ-18 аналогично управлению отвалом бульдозера ДЗ-54С.

Бульдозер ДЗ-109ХЛ (рис. 1.2.5) предназначен для землеройных работ в дорожном, промышленном, гражданском и других отраслях строительства.

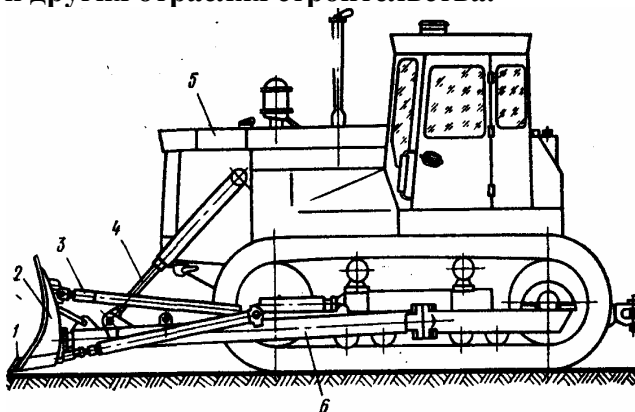


Рис. 1.2.5 Бульдозер ДЗ-109ХЛ:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – толкатель; 4 – гидроцилиндр; 5 – трактор;  
6 – универсальная рама

Бульдозер состоит из трактора 5, отвала 2 с ножами 1, универсальной рамы 6, двух толкателей 3, двух гидроцилиндров 4 подъема и опускания отвала и трубопроводов гидросистемы.

Модификации бульдозера ДЗ-109ХЛ выпускают на базе основной модели бульдозера.

### 1.3 БУЛЬДОЗЕРЫ-РЫХЛИТЕЛИ

Бульдозер-рыхлитель ДП-15С (рис. 1.3.1) состоит из трактора 2, бульдозерного оборудования 1 с неповоротным отвалом машины ДЗ-54С, установленного спереди, и рыхлительного оборудования ДП-5, смонтированного сзади.

Рыхлительное оборудование состоит из стойки 3, двух гидроцилиндров 4, рабочего органа в сборе с рыхлительными зубьями 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы.

Стойка 3 представляет собой два сварных вертикальных бруса коробчатого сечения, соединенных между собой горизонтальными балками. В верхней части стойки сделаны отверстия для шарнирного крепления гидроцилиндров. К базовому трактору стойка прикреплена шпильками и серьгой. В вертикальных брусках в нижней части выполнены отверстия для шарнирного крепления рабочего органа в сборе с рыхлительными зубьями 5.

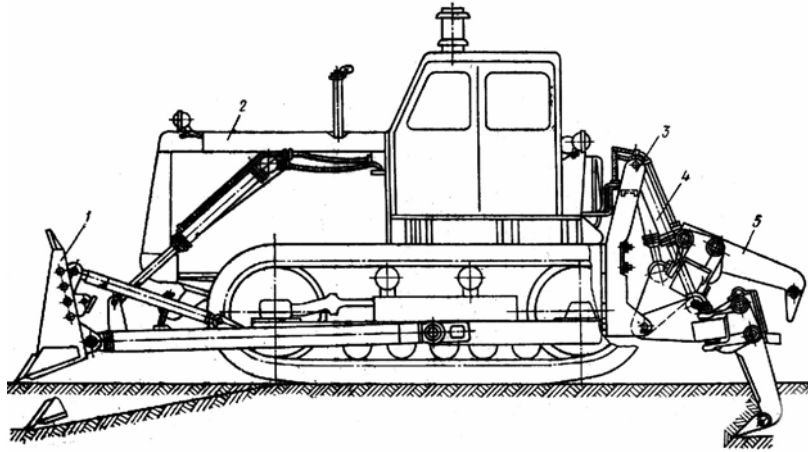


Рис. 1.3.1 Бульдозер – рыхлитель ДП-15С:  
1 – бульдозерное оборудование; 2 – трактор; 3 – стойка рыхлителя;  
4 – гидроцилиндр; 5 – рыхлительный зуб

Рабочий орган включает в себя сварную раму коробчатого сечения и три поворотных флюгера с рыхлительными зубьями 5. Рама состоит из сварной балки коробчатого сечения и приваренных к ней проушин для соединения со штоками гидроцилиндров.

Бульдозер-рыхлитель ДЗ-116ХЛ (рис. 1.3.2) состоит из трактора, бульдозерного оборудования с неповоротным отвалом машины ДЗ-110ХЛ, установленного спереди, и рыхлительного оборудования ДП-26С, смонтированного сзади.

Рыхлительное оборудование состоит из опорной рамы 3, тяги 4, двух гидроцилиндров 5, рамы 6, балки 7, стойки 8 с наконечником, прицепной серьги 9, трубопроводов и рукавов гидросистемы.

Опорная рама 3 является базовым звеном четырехзвенного механизма и прикреплена к картерам бортовых фрикционов трактора с помощью шпилек, прицепной серьги 9 и специального болта. Тяга 4 служит верхним звеном четырехзвенного механизма и соединена шарнирно с опорной рамой 3 и балкой 7, а последняя – шарнирно с тягой 4 и рамой 6. К балке крепят стойку 8 с наконечником.

Рама 6 является нижним звеном четырехзвенного механизма и шарнирно соединена с опорой рамы 3 и балкой 7. Гидроцилиндры 5 подъема и опускания рыхлительного оборудования расположены диагонально и связаны шарнирно с опорной рамой 3 и осью, соединяющей тягу 4 и балку 7.

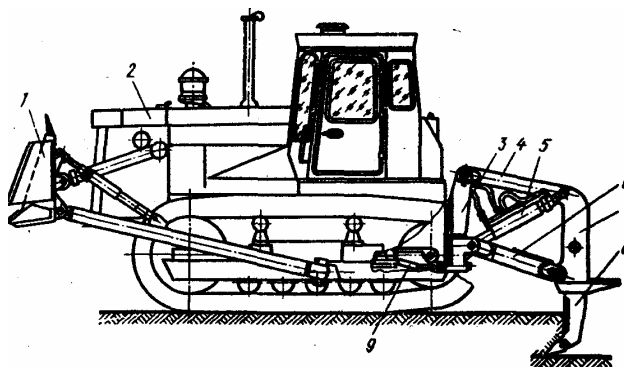


Рис. 1.3.2 Бульдозер-рыхлитель ДЗ-116ХЛ:  
1 – бульдозерное оборудование; 2 – трактор; 3 – опорная рама; 4 – тяга;  
5 – гидроцилиндр; 6 – рама; 7 – балка; 8 – стойка с наконечником;  
9 – прицепная серьга

Модификации бульдозера-рыхлителя ДЗ-116ХЛ выпускаются на базе основной модели.

Бульдозер ДЗ-35 с рыхлителем ДП-22 (рис. 1.3.3) состоит из трактора, бульдозерного оборудования с неповоротным отвалом машины ДЗ-35, установленного спереди, и рыхлительного оборудования ДП-22С, смонтированного сзади.



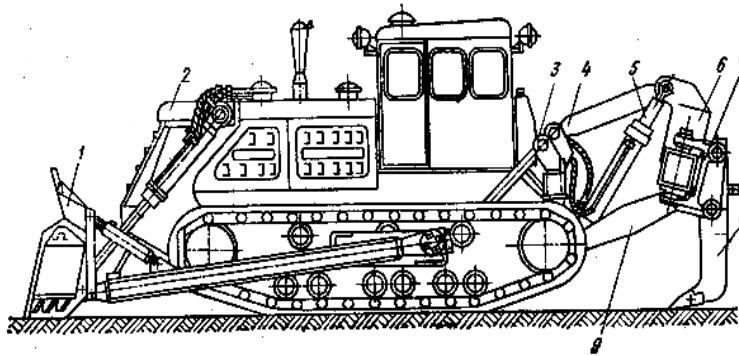


Рис. 1.3.3 Бульдозер ДЗ-35 с рыхлителем ДП-22:

1 – бульдозерное оборудование; 2 – трактор; 3, 9 – верхняя и нижняя рамы;  
4 – верхняя тяга; 5 – гидроцилиндр; 6 – несущая балка; 7 – поворотный флюгер рыхлительного  
зуба; 8 – рыхлительный зуб

Рыхлительное оборудование состоит из нижней рамы 9, верхней тяги 4, несущей балки 6, трех рыхлительных зубьев 8 с наконечниками, поворотных флюгеров 7 для крепления рыхлительных зубьев, верхней (опорной) рамы 3, двух гидроцилиндров 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы.

Благодаря параллелограммной (четырёхзвенной) схеме рыхлительного оборудования, зубья 8 с наконечниками установлены под постоянным углом рыхления, равным  $45^\circ$ .

При работе бульдозера-рыхлителя с толкачом грунт рыхлят одним зубом, закрепленным жестко с помощью кронштейна, который устанавливают в средней части несущей балки вместо поворотного флюгера. В кронштейне сделан Г-образный упор с амортизатором, который служит опорной поверхностью для толкающего устройства или отвала толкача.

Модификации бульдозера-рыхлителя ДЗ-35 с рыхлителем ДП-22С выпускаются на базе основной модели.

Бульдозер ДЗ-34С с рыхлителем ДП-9С (рис. 1.3.4) состоит из трактора 2, бульдозерного оборудования 1 с неповоротным отвалом машины ДЗ-34С, установленного спереди, и рыхлителя, смонтированного сзади.

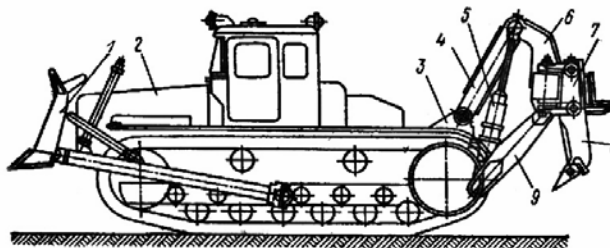


Рис. 1.3.4 Бульдозер ДЗ-34С с рыхлителем ДП-9С:

1 – бульдозерное оборудование; 2 – трактор; 3, 9 – верхняя и нижняя рамы;  
4 – верхняя тяга; 5 – гидроцилиндр; 6 – несущая балка; 7 – поворотный флюгер  
рыхлительного зуба; 8 – рыхлительный зуб

Рыхлительное оборудование состоит из нижней рамы 9, верхней тяги 4, несущей балки 6, трех рыхлительных зубьев 8 с наконечниками, поворотных флюгеров 7 для крепления рыхлительных зубьев, верхней (опорной) рамы 3, двух гидроцилиндров 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы.

Рыхлительное оборудование может работать одним, двумя или тремя рыхлительными зубьями.

Благодаря параллелограммной (четырёхзвенной) схеме рыхлительного оборудования, рыхлительные зубья с наконечниками установлены под постоянным углом рыхления, равным  $45^\circ$ .

#### 1.4 РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ БУЛЬДОЗЕРОВ

Рабочий цикл бульдозера состоит из рабочего хода с копанием грунта и его перемещением, остановки для переключения движения на задний ход, обратного (холостого) хода в исходное положение и остановки для переключения движения на передний ход. Иногда в рабочий цикл включается маневрирование, которое необходимо, если требуется следующий рабочий ход начать с другого места.

Рабочий ход является наиболее сложным элементом рабочего цикла. При рабочем ходе осуществляют внедрение отвала в грунт, набор объема грунта (призмы волочения) перед отвалом, его перемещение на определенное расстояние с непрерывным подрезанием грунта для компенсации потерь грунта в боковые валики и распределение или укладку грунта в необходимом месте.

Внедрение отвала в грунт и набор призмы волочения (рис. 1.4.1) в зависимости от вида грунта, ровности и уклона поверхности и других эксплуатационных условий выполняют тремя наиболее распространенными схемами.

На ровной поверхности резко заглубляют отвал на возможную глубину резания и постепенно его выглубляют по мере роста призмы (рис. 1.4.1, а).

При работе под достаточно большим уклоном, когда масса машины способствует копанию, внедрение в грунт и набор призмы волочения могут осуществляться с почти постоянной глубиной резания (рис. 1.4.1, б).

Практически из-за неровностей поверхности, на которой производят бульдозерные работы, и неточности управления отвалом, связанной с наличием эластичных звеньев в подвеске гусениц или колес трактора, внедрение в грунт и набор призмы волочения производят по ступенчатой схеме (рис. 1.4.1, в) с частым выглублением и повторным заглублением отвала.

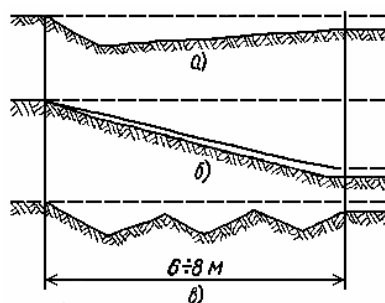


Рис. 1.4.1 Внедрение отвала в грунт и набор призмы волочения:

а – с постепенным выглублением отвала; б – с постоянной глубиной резания;  
в – со ступенчатым выглублением отвала

Наиболее целесообразно выполнять эту операцию, также как и все бульдозерные работы, под уклон. Практически на расстоянии 6...8 м (редко 10 м) набирают максимально возможный объем грунта перед отвалом. Скорость движения бульдозера при внедрении и наборе из-за указанных выше причин не должна превышать 2,5...3,5 км/ч. Увеличение скорости вышеуказанных пределов ведет к излишней утомляемости водителя и не способствует повышению производительности.

Чем меньше неровностей остается после прохода бульдозера, тем легче выполнять последующие проходы. Поэтому при наборе призмы волочения, а также при последующем ее перемещении стремятся оставлять как можно меньше неровностей на поверхности грунта. Управление отвалом может быть существенно облегчено путем использования сравнительно простых приемов. Как только передняя часть трактора в процессе набора призмы волочения или ее перемещения начинает подниматься вверх, опускают отвал. Если же передняя часть трактора опускается, поднимают отвал. И в том, и в другом случае поднимать или опускать отвал нужно лишь на столько, чтобы было компенсировано перемещение передка трактора.

Отвалы обладают самозаглубляющим действием, т.е. после заглубления на отвале возникают силы сопротивления, стремящиеся заглубить его дальше. Поэтому наиболее частой операцией по управлению отвалом является его подъем. При канатно-блочном управлении для быстрого подъема отвала канат постоянно поддерживают в натянутом состоянии. Во всех случаях при управлении учитывают, что эластичные звенья подвески гусениц или колес постоянно нарушают точ-

ность управления отвалом за счет деформации при выглублении отвала и упругого действия подвески при заглублении.

Угол резания отвала выбирают в зависимости от грунтовых условий. При этом руководствуются тем, что увеличение угла резания по сравнению с оптимальным, равным  $55^\circ$ , снижает самозаглубляющее действие отвальной поверхности, облегчает внедрение в прочный грунт и работу при «плавающем» положении отвала, но уменьшает рабочую скорость, повышает энергоемкость процесса и расход топлива.

Уменьшение угла резания ведет к повышению самозаглубляющего действия, ухудшению внедрения в прочный грунт и работы в «плавающем» положении отвала, но способствует снижению энергоемкости копания и расхода топлива. В первом случае отвал больше залипает, чем во втором.

При работе на кусковых и сыпучих материалах рекомендуется уменьшать углы резания, а на легких связных – увеличивать. В большинстве случаев работа с углом резания  $55^\circ$  дает наилучшие результаты.

Процесс внедрения в прочные грунты облегчают путем применения гидравлического механизма перекоса отвала. Механизм позволяет также корректировать прямолинейность движения при наборе или перемещении грунта, освобождая от этой операции механизмы поворота базового трактора.

*Перемещение грунта перед отвалом* без дополнительного резания практически возможно только при благоприятных условиях:

- наличии стенок траншеи или валиков грунта, препятствующих уходу грунта из призмы волочения в стороны от отвала;
- ровной и твердой поверхности, позволяющей отвалу в «плавающем» положении не врезаться в грунт;
- отсутствии подъемов;
- равномерной загрузке отвала по длине, дающей возможность работать без поворотов.

В таких условиях при перемещении грунта можно использовать более высокие скорости движения для внедрения и набора грунта. Указанные условия встречаются сравнительно нечасто, поэтому операцию перемещения чаще всего выполняют со скоростью 2,5...3,5 км/ч.

При отсутствии указанных выше условий и работе на поверхности объем грунта перед отвалом пропорционален глубине резания. Поэтому перемещение грунта выполняют чаще всего с непрерывным дополнительным резанием грунта, хотя призму волочения можно набирать и на небольшом расстоянии. Без такого дополнительного подрезания грунта набранная призма волочения теряется на расстоянии 6...8 м.

Операции набора и перемещения – наиболее трудные с точки зрения управления машиной. За час работы машинисту бульдозера приходится до 1000...1500 раз управлять отвалом при гидроуправлении и до 800...1100 раз – при канатно-блочном управлении. Почти все эти операции по управлению отвалом приходятся на набор и перемещение грунта.

Существует несколько способов, способствующих повышению производительности и уменьшению утомляемости машиниста при перемещении грунта (рис. 1.4.2).

Первым из них является работа бульдозером по одному следу (рис. 1.4.2, а), когда бульдозер делает несколько проходов по одному и тому же месту. Образующиеся при одном–двух первых проходах боковые валики при последующих проходах препятствуют уходу грунта с отвала и тем самым увеличивают объем грунта в призме волочения.

Еще более эффективен второй способ работы – в траншее (рис. 1.4.2, б). При таком способе небольшие расстояния между стенками траншеи и отвалом ограничивают уход грунта в стороны и способствуют его накапливанию перед отвалом. Подавляющее большинство земляных работ (до 70 %) бульдозерами выполняют траншейным способом.

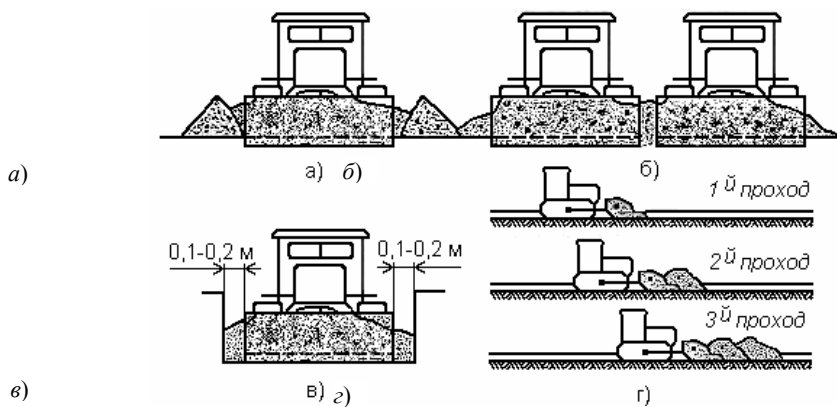


Рис. 1.4.2 Перемещение призмы волочения:  
 а – по одному следу; б – в траншее; в – двумя параллельно движущимися  
 бульдозерами; г – с двумя и тремя призмами волочения

Применяют также спаренную работу бульдозеров (рис. 1.4.2, в), при которой два-три бульдозера совершают рабочий ход рядом с небольшим расстоянием между их отвалами. В этом случае потери грунта в боковые валики между отвалами почти исключаются.

Эффективен способ перемещения двойной и тройной призмы волочения на части длины рабочего хода (рис. 1.4.2, г). В этом случае призму волочения, набранную при первом проходе, не перемещают до конца, а оставляют на середине дистанции рабочего хода. Набранную при втором проходе призму доставляют к этому же месту и на некоторое расстояние; бульдозер, не останавливаясь, перемещает двойную призму волочения. То же самое повторяется при третьем проходе, после чего грунт доставляют к месту укладки.

Разновидность этого способа – работа через вал, которая осуществляется при движении под уклон и особенно при необходимости сталкивания грунта под крутой откос. В этом случае грунт при каждом проходе не сталкивают сразу под уклон. Первую призму волочения разгружают на некотором расстоянии от обрыва, а все последующие (до 3–4) разгружают впритык к ней. Грунт, доставленный в каждый следующий проход, переваливают через вал грунта от предыдущего прохода.

Образующийся большой вал грунта легко сталкивают под уклон последним проходом. Этот способ обеспечивает безопасность работы, так как при нем не требуется, чтобы бульдозер подходил близко к краю уклона или откоса.

При определенных условиях большой эффект может дать использование открывков, удлинитель и уширителей. Открывки применяют на разработке легких, сухих грунтов и кусковатых материалов типа легких сланцев, известняков. Их нельзя использовать на влажных грунтах, так как они способствуют залипанию отвала и следовательно, снижению производительности на 5...15 %.

Удлинитель используют при перемещении по одному следу таких полезных ископаемых, как каменный и бурый уголь с низкой плотностью. Применение удлинителей на грунтах, даже легких, не дает эффекта, так как устойчивость бульдозера при прямолинейном движении и управляемость отвалом существенно ухудшаются.

Уширители с жестким креплением к отвалу при работе в легких грунтовых условиях повышают производительность на 20...35 %. Нецелесообразно применять уширители на тяжелых, даже разрыхленных скальных, породах и материалах. Ножи уширителей располагают на 50...100 мм выше режущей кромки отвала. Управление отвалом при работе на неровной поверхности или на тяжелых породах затруднено, так как концы уширителей задевают за грунт.

Гидроуправляемые уширители, которые можно из кабины устанавливать под некоторым углом к отвалу, а также в нерабочее положение (когда они повернуты назад и почти не выходят за габариты отвала), дают эффект почти в любых условиях, исключая работы на тяжелых разрыхленных скальных породах.

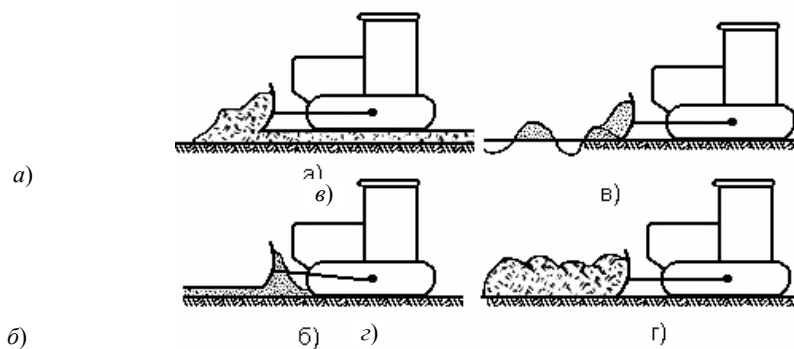


Рис. 1.4.3 Распределение и укладка грунта:

*а* – послойная отсыпка с разравниванием передним ходом; *б* – послойная отсыпка с разравниванием задним ходом; *в* – отсыпка с одновременной планировкой;

*г* – укладка валами в прижим

Отсыпку, распределение и укладку грунта в конце рабочего хода производят во время движения бульдозера. В зависимости от назначения грунта применяют различные способы.

Наиболее часто применяют послойную отсыпку грунта с разравниванием передним или задним ходом (рис. 1.4.3, *а* и *б*). В таких случаях грунт затем уплотняют. Толщина отсыпки чаще всего составляет 0,20...0,25 м. Послойная отсыпка при первых проходах может сопровождаться одновременной планировкой поверхности грунта со срезанием бугров и засыпкой впадин на поверхности (рис. 1.4.3, *в*).

При перемещении грунта в кавальер или в насыпь с последующим уплотнением трамбующими машинами грунт можно укладывать с прижимом призмы волочения к ранее уложенному грунту (рис. 1.4.3, *г*).

Остановки и переключения на задний и передний ход (после рабочего и обратного ходов) используют для одновременной установки отвала в требуемое положение, т.е. для его подъема или опускания. При механической трансмиссии переключение передач требует 3...4 с, при гидромеханической и электрической – 1...2 с. С учетом совмещения операций время остановок составляет 4...6 с в первом случае и 2...3 с – во втором.

Обратный (холостой) ход совершают с возможно большей скоростью, обеспечиваемой подвеской гусениц или колес базового трактора. Из-за неровностей поверхности грунта, различных препятствий движению (например, стенок траншеи, валиков грунта) скорость обратного хода чаще всего находится в пределах 5...8 км/ч.

Так как движение на высоких скоростях как передним, так и задним ходом затруднено, развороты в конце рабочего хода для движения в обратном направлении передним ходом нецелесообразны даже при достаточно больших дальностях перемещения. Время, затрачиваемое на развороты, не окупается повышением скорости обратного хода. Поэтому обратный ход в большинстве случаев осуществляют на передаче заднего хода.

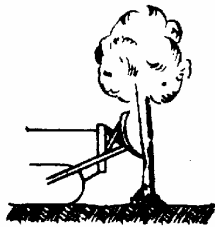
По описанной схеме работают бульдозеры, как с неповоротным, так и с поворотным (при прямой установке) отвалом. Бульдозеры с поворотным отвалом, примерно 70...80 % времени работают с прямой установкой отвала. Особенности в работе этих бульдозеров наблюдаются только при работе косо поставленным отвалом.

Производительность бульдозеров определяется объемом перемещаемого грунта и временем рабочего цикла. Чем больше объем перемещенного грунта, выше скорости рабочего и обратного ходов и меньше время остановок, тем выше производительность.

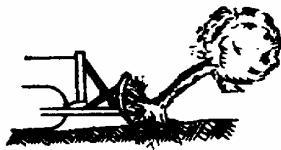
Из всего многообразия бульдозерных работ наиболее частыми и важными являются земляные и подготовительные работы (табл. 1).

1 Виды работ, выполняемые бульдозером

Схема работ	Указания по выполнению операции
<b>Валка деревьев в два приема:</b>	
Валка	Поднять отвал возможно выше

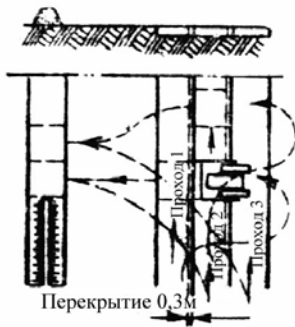


Выкорчевывание



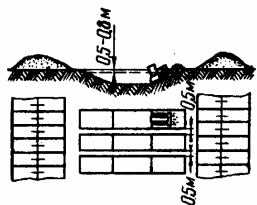
Подрезать корневую систему возможно больше, заглубляя отвал на 15...20 см ниже уровня земли

Снятие растительного слоя и укладка его в валик



Толщина срезаемого слоя задерненного грунта должна в среднем составлять 5 см  
После заполнения отвала срезаемым грунтом остановить бульдозер, отойти задним ходом, повернуть бульдозер, снова подойти и сдвинуть грунт в валик. Затем повторить операцию, срезая грунт на соседней полосе (с перекрытием 0,3м), и так по всей ширине участка до снятия растительного слоя на всю глубину

Перемещение грунта в насыпь из боковых резервов поперечными проходами

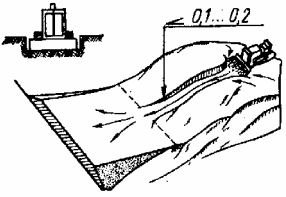

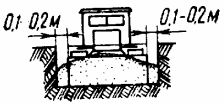


Путь следования бульдозера с грунтом должен быть выровнен до начала работ

*Продолжение табл. 1*

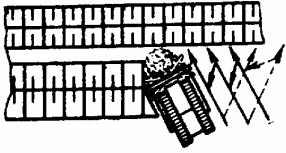
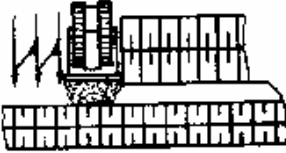
Схема работ	Указания по выполнению операции
	<p>Резание на горизонтальной площадке рекомендуется осуществлять по гребенчатой схеме в пересохших и твердых грунтах и по клиновой схеме во всех мягких и слегка влажных грунтах. Не допускать затупление ножей. Разгружать отвал от грунта при движении трактора с постепенным подъемом отвала. Грунт из перемычек между траншеями укладывать в обочины. Средняя ширина пере-</p>

Перемещение грунта в насыпь из выемки сквозными проходами

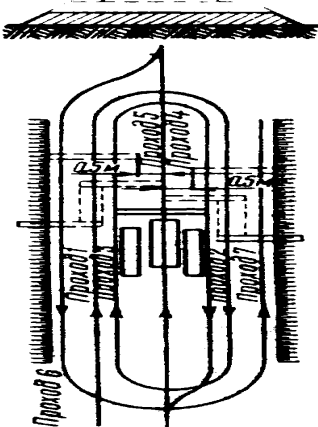
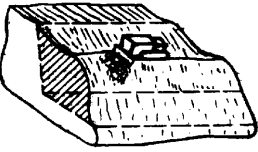
	<p>Перемещать грунт в траншее, образованной предыдущими проходами бульдозера. Глубина траншей – не более высоты отвала бульдозера.</p> <p>При резании снимать стружку возможно большей толщины, по возможности при движении под уклон. Холостой ход осуществлять на максимально высокой скорости</p>
	<p>Эффективно применение двух или трех бульдозеров, работающих совместно (два бульдозера вместе перемещают в 1,5 раза больше грунта, чем оба порознь). Отсыпка грунта – послойная толщиной 25...35 см с выравниванием</p>
	<p>Использовать уширители отвала, увеличивающие объем призмы перемещаемого грунта в 2 – 3 раза</p>

Продолжение табл. 1

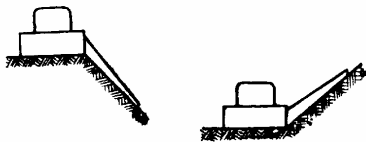
Схема работ	Указания по выполнению операции
Срезание откосов глубоких выемок	
	<p>Сначала срезать откосы и опускать грунт в выемку, после чего перемещать его продольными проходами в насыпь или под откос; предельная дальность перемещения грунта – до 100 м</p>
Устройство каналов поперечными проходами	
	<p>Поворачивать бульдозер для срезания грунта на соседнем участке при движении задним ходом; с грунтом перемещается прямо</p>
Засыпка траншей (труб)	
<p>продольными проходами универсального бульдозе-</p>	<p>При уложенной в траншее трубе бульдозер не должен захо-</p>

<p>ра</p> 	<p>дуть на траншею до тех пор, пока толщина слоя над трубой не достигнет 0,5...0,75 м</p>
<p>поперечными проходами бульдозера с неповоротным отвалом</p> 	<p>До засыпки траншеи подсыпать к бровке валик грунта достаточного объема</p>

Продолжение табл. 1

Схема работ	Указания по выполнению операции
Разравнивание грунта в насыпи	
	<p>При разравнивании верхнего слоя последние проходы использовать для черновой планировки обочин.</p> <p>Один из проходов выполнять при заднем ходе, планируя тыльной стороной отвала</p>
Устройство выемки на косогоре:	
	<p>Отсыпать грунт, непосредственно сбрасывая его вниз, как при срезании откосов глубоких выемок.</p> <p>Вначале создавать пологие откосы, позволяющие бульдозеру спускаться по ним, а затем отсыпать грунт дальше</p>
<p>Планировка откоса насыпи планировщиком продольными проходами вдоль насыпи</p>	





Начинать планировку от насыпи, перемещая машину под уклон.

По каждому следу делать один проход вперед и назад с перекрытием следа на 0,5 м. При проходе назад разглаживать грунт тыльной стороной отвала. Начинать планировку с верха насыпи.

Спланировать нижнюю часть откоса и зачистить подошву

## 2 ГРЕЙДЕРЫ И АВТОГРЕЙДЕРЫ

Грейдеры и автогрейдеры предназначены для планировки и профилирования поверхности грунта, возведения невысоких насыпей, перемещения грунта и дорожно-строительных материалов, планировки откосов, выемок и насыпей, устройства корыт и боковых канав, а также для очистки дорог и площадей от снега.

Эти машины широко применяют в дорожном строительстве в качестве основных для выполнения земляных работ, начиная с подготовительных и кончая профилированием земляного полотна; при ремонте и содержании автомобильных дорог; при строительстве железных дорог и аэродромов; в гидротехническом и мелиоративном строительстве.

Грейдеры представляют собой прицепные машины к гусеничным тракторам.

Прицепные грейдеры классифицируют также по типу управления рабочим органом – с механическим или гидравлическим управлением.

Основной рабочий орган прицепного грейдера – отвал, который можно устанавливать в различные положения. Кроме того, для выполнения различных работ грейдеры оборудуют удлинителем отвала, откосником и планировщиком откосов. Удлинитель навешивают на отвал, что увеличивает объем перемещаемого и разравниваемого грунта. Откосник предназначен для профилировки треугольных и трапециевидных сечений кюветов и канав.

Прицепные грейдеры отличаются от автогрейдеров более высокой проходимостью на слабых и заболоченных грунтах и позволяют использовать тракторы с другими прицепными машинами. Однако прицепные грейдеры значительно уступают автогрейдеру в производительности, маневренности и транспортной скорости. Кроме того, для работы на грейдерном агрегате с механическим управлением требуются два человека – машинист трактора и машинист грейдера, в то время как для работы на автогрейдеру – только один человек (машинист автогрейдера).

**А в т о г р е й д е р ы** представляют собой самоходные машины на пневматической шинах. Максимальные транспортные скорости движения автогрейдеров до 30...45 км/ч. Благодаря высокой мобильности, маневренности и возможности применения на работах по содержанию и ремонту дорог с усовершенствованными покрытиями, автогрейдеры широко распространены. Их классифицируют по массе машин и типу управления рабочими органами.

В зависимости от массы предусмотрены три типа автогрейдеров: I – легкие, II – средние, III – тяжелые.

Рис. 1.1.10 Бульдозер ДЗ-35:

- 1 – трактор; 2 – трубопроводы; 3 – гидроцилиндр; 4 – отвал с ножами;  
5 – уширитель отвала; 6 – винтовой раскос; 7 – толкающий брус

По типу управления рабочими органами различают автогрейдеры с механическим и гидравлическим управлением.

Обозначения основных параметров автогрейдеров показаны на рис. 2.1.

Основные рабочие органы автогрейдеров – отвал и кирковщик. Кроме того, можно устанавливать различное сменное рабочее оборудование: бульдозерное, грейдер-элеваторное, снегоочистительное (плужное или роторное), кюветовосстановительное, дорожную фрезу для стабилизации грунта, что значительно расширяет область их применения.

Наибольшей проходимостью отличаются автогрейдеры со всеми ведущими осями, несколько меньшей – с двумя задними ведущими осями. Автогрейдеры легкого типа применяют на работах по ремонту и содержанию дорог; среднего типа – на работах по ремонту, восстановлению и строительству дорог и других земляных работах в средних грунтовых

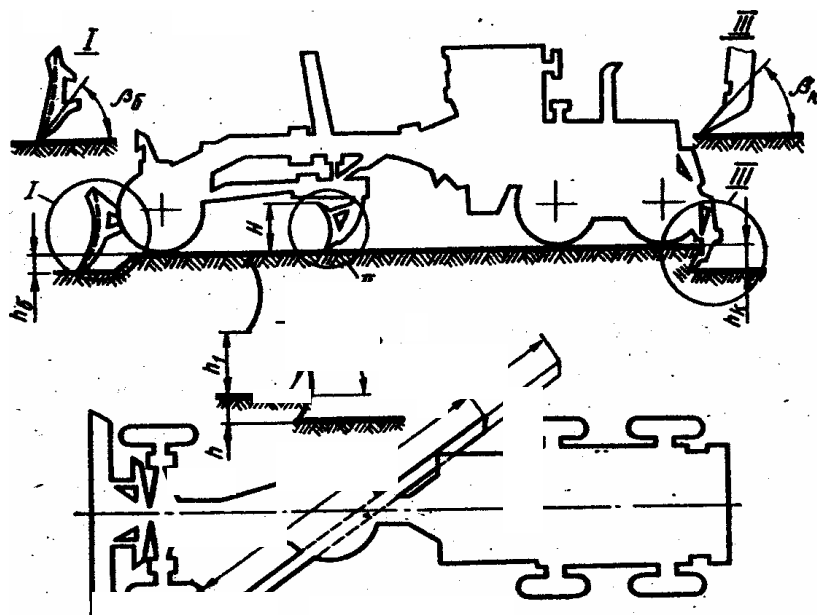


Рис. 2.1 Обозначения основных параметров автогрейдеров:

$H$  – высота отвала с ножом по хорде;  $L$  – длина отвала без удлинителя;  
 $h_1$  – дорожный просвет в транспортном положении; угол резания в градусах:  $\beta$  – грейдерного отвала,  $\beta_6$  – ножа бульдозерного отвала,  $\beta_k$  – зуба кирковщика;  $L$  – боковой вынос грейдерного отвала в обе стороны относительно тяговой рамы; заглубления:  $h$  – грейдерного отвала;  $h_6$  – бульдозерного отвала;  $h_k$  – зуба кирковщика

условиях; тяжелого типа – на строительстве дорог и других земляных работах в тяжелых грунтовых условиях.

Производительность автогрейдера по объему вынутого грунта ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при профилировании дорог или нарезке канав определяется по формуле, аналогичной (1.1), с подстановкой времени каждой операции рабочего цикла, определяемых для данного автогрейдера. При производстве планировочных работ производительность автогрейдера определяют по спланированной площади

$$\Pi = \frac{1000}{n} (B - b) V K_{\text{и.в}}, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (2.1)$$

где  $B$  – ширина полосы планирования, м;  $b$  – ширина перекрытия смежных полос планирования (0,3...0,5) м;  $V$  – средняя скорость движения автогрейдера при планировании, км/ч;  $n$  – число проходов по одному месту планирования;  $K_{\text{и.в}}$  – коэффициент использования машины во времени с учетом потерь времени на повороты (0,8...0,85).

## 2.1 ПРИЦЕПНЫЕ ГРЕЙДЕРЫ

Грейдер легкого типа ДЗ-6 (рис. 2.1.1) состоит из основной рамы 7, передней 8 и задней 2 осей с колесами, дышла 9, серьги 10, рабочего органа 1, механизма 5 подъема и опускания отвала, двух амортизаторов 11 механизма подъема и опускания отвала, механизма 6 поворота отвала, механизма 12 выноса отвала в сторону, механизма 4 наклона задних колес, сиденья 3 и рабочей площадки 13 машиниста. Тяговое усилие от трактора передается грейдеру через серьгу 10.

Основная рама 7 сварной конструкции состоит из двух изогнутых продольных балок швеллерного сечения, связанных между собой поперечными балками и косынками. К раме приварены

кронштейны и уголки для крепления редукторов и корпусов подшипников механизмов управления и установки рабочей площадки машиниста.

Передняя ось 8 состоит из балки коробчатого сечения, по ее концам приварены цапфы, на которых установлены колеса. С основной рамой 7 передняя ось соединена с помощью шкворневого устройства шарового типа, позволяющего передней оси наклоняться в продольной и поперечной плоскостях. С дышлом 9 передняя ось соединена с помощью шкворневого устройства цилиндрического типа и двух тяг.

Задняя ось 2 состоит из балки, по ее концам шарнирно закреплены кривошипы с цапфами, на которых установлены колеса, имеющие возможность наклоняться в обе стороны. Это предохраняет грейдер от сдвига в сторону при действии на него боковых нагрузок.

Рабочий орган 1 состоит из отвала с ножами, рабочие поверхности которых наплавлены износостойким твердым сплавом; поворотного круга, к которому крепят отвал, и тяговой рамы, к которой с помощью шкворня крепят поворотный круг.

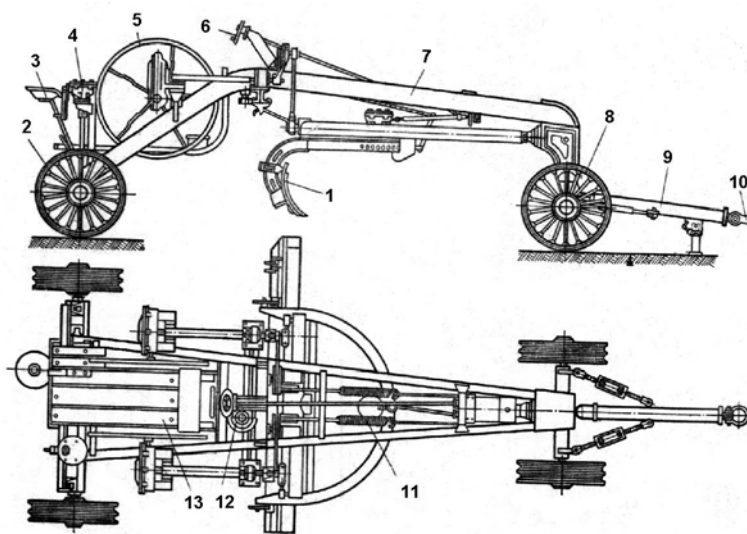


Рис. 2.1.1 Грейдер ДЗ-6:

1 – рабочий орган; 2, 8 – задняя и передняя оси с колесами; 3 – сиденье машиниста грейдера; 4 – механизм наклона задних колес; 5 – механизм подъема и опускания отвала; 6 – механизм поворота отвала; 7 – основная рама; 9 – дышло; 10 – серьга; 11 – амортизатор механизма подъема и опускания отвала; 12 – механизм выноса отвала в сторону; 13 – рабочая площадка машиниста

Поворотный круг с отвалом может поворачиваться в горизонтальной плоскости относительно тяговой рамы. Тяговая рама соединена с основной рамой с помощью шкворневого устройства шарового типа, позволяющего устанавливать отвал под различными углами в вертикальной плоскости. Благодаря шести проушинам отвал может быть установлен в трех положениях относительно поворотного круга: симметричном (среднем), крайнем правом и крайнем левым.

Всеми механизмами машинист управляет со своего рабочего места, расположенного в задней части грейдера.

В зависимости от условий эксплуатации грейдер ДЗ-6 выпускают в двух модификациях – на металлических колесах или пневматических шинах.

Грейдер тяжелого типа ДЗ-1 (рис. 2.1.2) состоит из основной рамы 9, передней 10 и задней 2 осей с колесами, дышла 11, серьги 12, рабочего органа 1, механизма 5 подъема и опускания отвала; двух амортизаторов 13 механизма подъема и опускания отвала, механизма 7 поворота отвала, механизма 14 выноса отвала в сторону, механизма 16 выноса основной рамы в сторону, механизма 8 наклона передних колес, механизма 4 наклона задних колес, тента 6, сиденья 3 и рабочей площадки 15 машиниста. Грейдер ДЗ-1 отличается от грейдера ДЗ-6 наклоном передних колес и выносной основной рамы, которая с помощью механизма 16 выноса основной рамы может перемещаться от среднего положения в левую или правую стороны. В остальном конструкции грейдеров одинаковые.

Всеми механизмами, за исключением механизма выноса основной рамы в сторону, машинист управляет со своего рабочего места, расположенного в задней части грейдера. Рукоятка управления механизмом выноса основной рамы в сторону расположена сзади задней оси. Основную раму выносят только после остановки грейдера.

В зависимости от условий эксплуатации грейдер ДЗ-1 выпускают в двух модификациях: на металлических колесах или пневматических шинах.

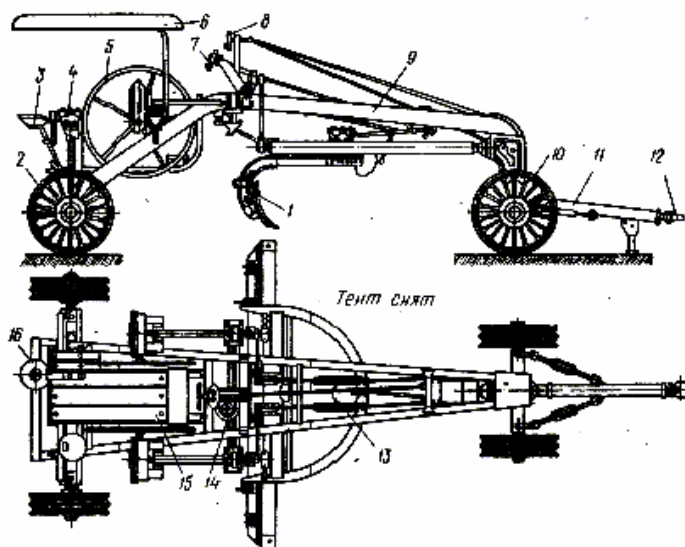


Рис. 2.1.2 Грейдер ДЗ-1:

1 – рабочий орган; 2, 10 – задняя и передняя оси с колесами; 3 – сиденье машиниста грейдера; 4 – механизм наклона задних колес; 5 – механизм подъема и опускания отвала; 6 – тент; 7 – механизм поворота отвала; 8 – механизм наклона передних колес; 9 – основная рама; 11 – дышло; 12 – серьга; 13 – амортизатор механизма подъема и опускания отвала; 14 – механизм выноса отвала в сторону; 15 – рабочая площадка машиниста; 16 – механизм выноса основной рамы в сторону

## 2.2 АВТОГРЕЙДЕРЫ

Автогрейдер легкого типа ДЗ-99-1-4 с отвалом, кирковщиком и бульдозерным оборудованием снабжен задними ведущими и передними управляемыми колесами.

Передние управляемые колеса могут наклоняться в обе стороны.

Автогрейдер (рис. 2.2.1) состоит из двигателя с системами питания, запуска, выпуска газа и охлаждения; трансмиссии включающей в себя сцепление, коробку передач 11, карданную передачу и задний мост 12; ходовой части, состоящей из основной рамы 4, передней оси 7, ступиц колес 13 с шинами; механизмов управления, включающих в себя рулевое управление 5 и тормоза; гидросистемы 3; системы электрооборудования; приборов; кабины 2 с облицовкой 1; рабочего оборудования, состоящего из тяговой рамы 8 с поворотным кругом, отвалом 9 и кирковщиком 10, и бульдозерного оборудования 6.

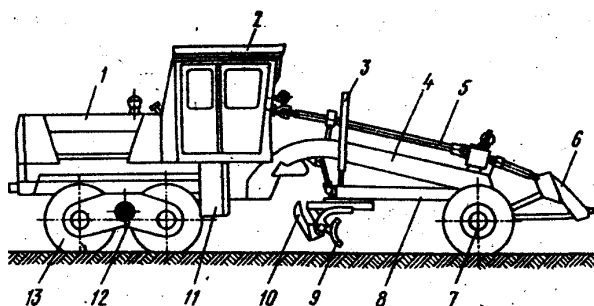


Рис. 2.2.1 Автогрейдер ДЗ-99-1-4:

1 – облицовка; 2 – кабина; 3 – гидросистема; 4 – основная рама; 5 – рулевое управление; 6 – бульдозерное оборудование; 7 – передняя ось; 8 – тяговая рама; 9 – отвал; 10 – кирковщик; 11 – коробка передач; 12 – задний мост; 13 – колесо с шиной

Автогрейдер среднего типа ДЗ-31-1 с задними ведущими и передними управляемыми колесами оборудован особыми рабочими органами – отвалом и кирковщиком. Передние управляемые колеса могут наклоняться в обе стороны.

Автогрейдер (рис. 2.2.2) состоит из двигателя с системами питания, запуска, выпуска газа и охлаждения; трансмиссии, включающей в себя сцепление, коробку передач 3, карданную передачу и задний мост 2; ходовой части, состоящей из основной рамы 9, передней оси 6, ступиц колес, колес 1 с шинами; механизмов управления, включающих в себя рулевое управление 8 и тормоза; гидросистемы 10; системы электрооборудования; приборов; кабины 11 с облицовкой 12 и оперением; рабочего оборудования, состоящего из тяговой рамы 5 с поворотным кругом, отвалом 4 и кирковщика 7.

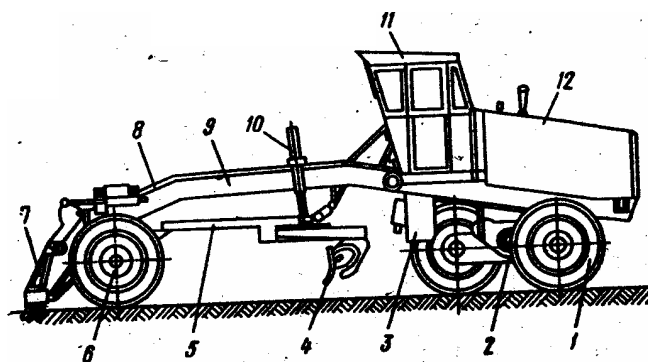


Рис. 2.2.2 Автогрейдер ДЗ-31-1:

1 – колесо с шиной; 2 – задний мост; 3 – коробка передач; 4 – отвал; 5, 9 – тяговая и основная рамы; 6 – передняя ось; 7 – кирковщик; 8 – рулевое управление; 10 – гидросистема; 11 – кабина; 12 – облицовка

Рулевое управление включает в себя рулевое колесо, карданную передачу, рулевой механизм с гидроусилителем и системой рычагов и тяг механизма поворота передних управляемых колес.

Кабина автогрейдера двухместная, закрытая, оборудована регулируемыми сиденьями, контрольно-измерительными приборами, вентиляцией и отоплением. Высота кабины позволяет работать оператору как сидя, так и стоя.

Отвал автогрейдера – с нижними и боковыми ножами, рабочие поверхности которых наплавлены износостойким твердым сплавом. В зависимости от выполняемых работ отвал может занимать различные положения (поворот в плане на  $360^\circ$ , подъем и опускание, наклон в обе стороны в вертикальных плоскостях, вынос в обе стороны с наклоном к горизонту от  $0$  до  $90^\circ$ ). Отвал можно устанавливать под различными углами резания, что достигается изменением положения зубчатых гребенок, которые крепят верхнюю часть отвала к поворотному кругу. Отвал поворачивают в плане с помощью механизма поворота, состоящего из гидромотора и червячного редуктора. Рабочим оборудованием и наклоном передних управляемых колес управляют из кабины машиниста автогрейдера с помощью гидропривода.

Модификация автогрейдера среднего типа выпускается на базе основной модели автогрейдера ДЗ-31-1.

Гидромеханическая трансмиссия позволяет автоматически плавно регулировать скорость движения автогрейдера в зависимости от сопротивления движению, что создает оптимальные условия работы автогрейдера, улучшает его динамические свойства и повышает проходимость. Кроме того, гидротрансформатор уменьшает динамические нагрузки в трансмиссии, повышая при этом долговечность двигателя трансмиссии.

Автогрейдер тяжелого типа ДЗ-98 со всеми ведущими колесами (передними и задними), из которых передние – управляемые, оборудован основными рабочими органами – отвалом и кирковщиком.

Автогрейдер (рис. 2.2.3) состоит из двигателей с системами питания, запуска, предпускового подогрева двигателя, выпуска газа и охлаждения; трансмиссии, включающей в себя промежуточ-

ный редуктор, сцепление, коробку передач, раздаточную коробку (промежуточный редуктор, сцепление, коробка передач и раздаточная коробка выполнены в одном блоке); карданной передачи 10; привода переднего 7, среднего 11 и заднего 13 мостов; ходовой части, состоящей из основной рамы 5, балансирной подвески 12 среднего и заднего мостов, ступиц колес, колес 14 с шинами; механизмов управления, включающих в себя рулевое управление 3 и тормоза; гидросистемы 4; системы электрооборудования, приборов; кабины 2 с облицовкой 1 и оперением; рабочего оборудования, состоящего из тяговой рамы 8 с поворотным кругом, отвала 9 и кирковщика 6.

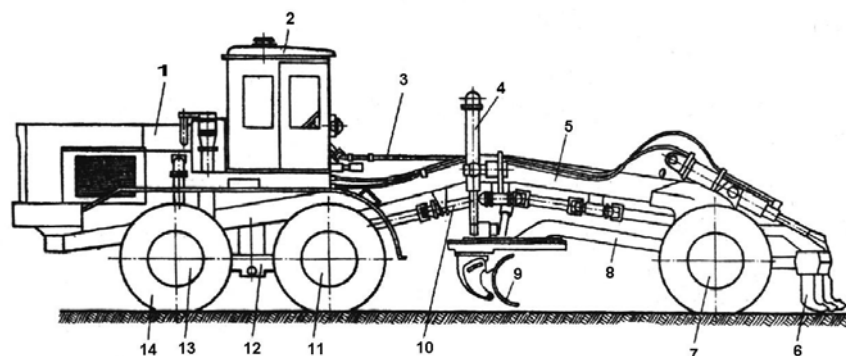


Рис. 2.2.3 Автогрейдер ДЗ-98:

1 – облицовка; 2 – кабина; 3 – рулевое управление; 4 – гидросистема; 5 – основная рама; 6 – кирковщик; 7, 11, 13 – передний, средний и задний мосты; 8 – тяговая рама; 9 – отвал; 10 – карданная передача привода переднего моста; 12 – балансирная подвеска среднего и заднего мостов; 14 – колесо с шиной

### 2.3 РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ГРЕЙДЕРА И АВТОГРЕЙДЕРА

Грейдеры, в основном, используют на строительстве, ремонте и содержании дорог для возведения насыпей, устройства корыт в земляном полотне, профилирования грунтовых дорог, очистки дорог и площадей от снега. Экономически целесообразно при сооружении земляного полотна использовать грейдер в комплекте с другими видами машин. Однако для ремонтных работ, поддержания земляного полотна в исправном состоянии, при малых объемах земляных работ (в сельском строительстве) и строительстве временных грунтовых дорог рационально применять только грейдеры. При выполнении комплекса земляных работ одним грейдером наиболее полностью используются возможности грейдера как универсальной машины.

**Возведение насыпей.** Наибольший эффект дает использование грейдеров при возведении насыпей высотой до 0,6 м (можно возводить насыпи высотой до 1 м).

Работа грейдера по возведению насыпи сводится к выполнению трех основных операций – зарезание, перемещение и разравнивание грунта. Все эти операции может последовательно выполнять один грейдер, совершая проходы вдоль насыпи. Однако для выполнения каждой очередной операции требуется соответствующая переналадка грейдера, что удлиняет цикл работ.

Число проходов грейдера при зарезании грунта зависит от высоты строящейся насыпи, площади поперечного сечения стружки грунта, вырезаемого машиной за один проход. Число проходов по перемещению грунта зависит от ширины дорожного полотна, высоты насыпи, а также от объема грунта, перемещаемого ножом грейдера за один проход.

Чтобы добиться высоких темпов возведения земляного полотна на объектах с большими объемами работ, более рационально в общем механизированном комплексе организовать работу грейдеров бригадами из двух–четырех машин.

**Ремонт и содержание дорожного полотна.** Дороги при эксплуатации изнашиваются и повреждаются, поэтому необходимо своевременно их ремонтировать. Ремонтные работы подразделяют на текущие и капитальные.

Текущий ремонт включает в себя перестройку или обновление отдельных элементов дороги, например поверхности покрытия.

При капитальном ремонте дорогу или ее отдельные участки перестраивают заново. Снятие старого слоя покрытия, разравнивание, профилирование и другие виды работ, связанные с восстановлением дорог, производят грейдерами. Незначительные разрушения поверхности вос-

становливают, срезая неровности с последующей подсыпкой и разравнивая гравийные материалы. Другой способ восстановления дороги предусматривает срезание грунта с обочин полотна, при котором срезанный грунт перемещают к оси дороги двумя-тремя круговыми проходами грейдера вдоль дорожного полотна; последующими окончательными проходами грунт разравнивают. При этом заполняются грунтом все неровности и выбоины поверхности, срезаются отвалом бугры и полотно профилируется с требуемым поперечным уклоном. Недостающий грунт для восстановления профиля дороги берут из резерва или привозят дополнительно.

Уширение проезжей части дороги также относится к ремонтным работам, при которых увеличивают ширину проезжей части дороги за счет обочин на величину 0,5...1,75 м с каждой стороны.

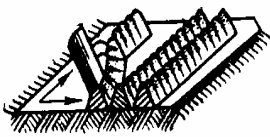
Первые несколько проходов состоят в кирковании грейдером поверхностного слоя покрытия.

Зарезание отвалом начинают левым концом со стороны внутреннего борта корыта и продолжают вдоль обочин двумя-тремя круговыми проходами до достижения требуемой глубины корыта. Затем меняют положение отвала и зарезают грунт на заданную глубину правым концом отвала с внешней кромки корыта. Дальнейшими проходами зачищают и планируют дно полосы уширения корыта специальной накладкой, устанавливаемой на отвал ниже ножей и имеющей ширину, равную полосе уширения корыта. Грунт, вырезанный при уширении корыта, убирают с проезжей части дороги и обочин или используют для подсыпки при выравнивании полотна дороги.

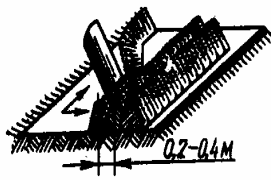
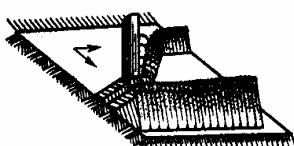
Очистка дорог и других сооружений от снега. Зимой грейдеры используют для очистки дорог и других сооружений от свежеснежавшего снега. Эти работы выполняют основным грейдерным отвалом.

От рыхлого снега поверхности очищают по возможности на высоких скоростях, что значительно улучшает проходимость и повышает производительность грейдера (табл. 2).

2 Виды работ, выполняемых автогрейдером

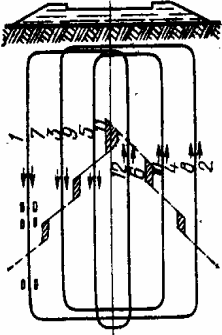
Схема работ	Указания по выполнению операции
<b>Перемещение грунта в насыпь из боковых резервов:</b>	
<p>одиночными валами</p> 	<p>При высоте насыпи не более 0,5 м в плотном теле грунт в насыпи укладывать вплотную</p>

Продолжение табл. 2

Схема работ	Указания по выполнению операции
<p>с укладкой валов вполуприжим</p> 	<p>При большей высоте насыпи, требующей послойного уплотнения, грунт укладывать в полуприжим, разравнивать слоем не более 0,25...0,35 м в плотном теле и уплотнять</p>
<p>с укладкой валов «вприжим»</p> 	<p>Грунт резать половиной длины ножа при стружке возможно большего сечения При перемещении грунта применять удлинитель отвала Каждый вал перемещать до места отдельно</p>

Первые валы должны быть сдвинуты к оси насыпи. При косогорности валы с нагорной стороны следует подавать вначале не на середину, а несколько ближе к подгорной стороне

### Разравнивание грунта в насыпи



Разравнивать слоями толщиной до 25...30 см в плотном теле, 35...40 см – в рыхлом теле

Порядок проходов машины по насыпи указан цифрами на эскизе

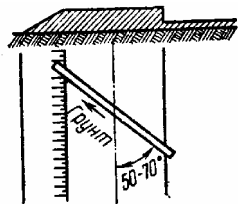
Разравнивать продольными круговыми проходами вдоль насыпи, начиная от краев, постепенно приближаясь к середине и перекрывая следы предыдущего прохода не менее чем на 0,3 м

Проход 1 – пробивка; грейдер на жесткой сцепке; основная рама смещена по задней оси вправо до отказа; правый нарезающий конец ножа устанавливается по внешнему краю обода правого переднего колеса грейдера и должен совпадать с внешним краем следа гусеницы

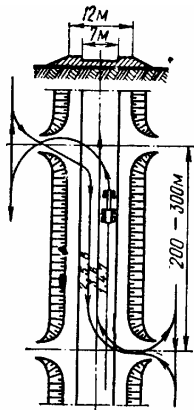
Продолжение табл. 2

Схема работ	Указания по выполнению операции
<b>Планировочные работы</b>	
<p><b>Планировка дна резерва</b></p>	<p>Грунт, срезаемый с повышенных мест, перемещать в пониженные места без образования валиков. Порядок проходов указан цифрами на эскизе</p>
<p><b>Планировка обочин</b></p>	<p>При планировке обочин излишки грунта удалять в сторону откоса насыпи</p>





Планировка земельного полотна



При планировке земельного полотна излишки грунта удалять на обочины с последующим перемещением на откосы

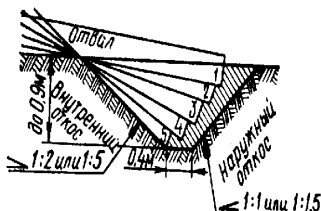
Продолжение табл. 2

Схема работ

Указания по выполнению операции

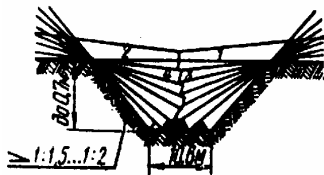
Устройство отводных и нагорных канав

Односторонний способ



Грейдер работает на гибкой сцепке Проходы 1–5 – вырезание грунта и отваливание его на внутреннюю бровку

Двусторонний способ



Проход 2 – вырезание следующей части грунта и отваливание в сторону грунта, вырезанного при первом проходе

Проход 3 – перемещение в сторону грунта, вырезанного при первых двух проходах

При дальнейших проходах вырезание грунта чередовать с его поперечным перемещением за пределы разрабатываемой канавы

**Планировка грейдером с откосником или автогрейдером.** Направлять машину по обочине и дну резерва, наклонять передние колеса. Высота насыпи – до 6 м. Движение вдоль насыпи сначала по обочине, затем по дну резерва у основания насыпи.

**Основным отвалом.** Отвал установить для резания, придав ему угол наклона по откосу.

Основным отвалом, вынесенным за раму. Колеса максимально наклонять в сторону откоса. Внутренние откосы круче  $25^\circ$  не планировать основным отвалом ввиду опасности опрокидывания грейдера.

### Планировка площадей

**Грейдер с откосником.** Установить наименьший угол захвата.

Послойная планировка круговыми рейсами. Установить угол захвата  $50...60^\circ$  (в отдельных случаях  $90^\circ$ ), угол резания –  $40...50^\circ$ . Установить удлинитель отвала.

Отвал опустить так, чтобы перемещенный грунт заполнял все неровности. Первым проходом разравнивать от краев насыпи к ее оси, перемещая грунт от оси к бровке. Вторым проходом сдвигать грунт от края к оси насыпи, перемещая машину в направлении, противоположном первому ходу.

## 3 СКРЕПЕРЫ

Скрепер предназначен для послойного срезания грунта с набором в ковш, его транспортирования и разгрузки. Скреперами (кроме моделей с разгрузкой назад) можно также разравнивать и уплотнять грунт.

Скреперы широко применяют в строительстве для выполнения землеройно-транспортных и планировочных работ. Наибольшая толщина срезаемого слоя грунта зависит от категории грунта, размеров скрепера и составляет  $15...60$  см.

Скреперы классифицируют по следующим основным признакам.

По способу передвижения (рис. 3.1) различают скреперы прицепные I к гусеничным или колесным тракторам и тягачам; полуприцепные II одноосные, передающие часть нагрузки двухосному колесному тягачу, колесному или гусеничному трактору; самоходные III пневмоколесные или гусеничные, у которых тягач и скрепер представляют собой единую машину и использование тягача без скрепера невозможно; самоходные скреперные поезда IV, состоящие из двух или более скреперных агрегатов.

По емкости ковша различают скреперы малой емкости – до  $3\text{ м}^3$ ; средней емкости – свыше  $3$  до  $10\text{ м}^3$ ; большой емкости – свыше  $10\text{ м}^3$ .

По способу загрузки ковша различают скреперы, загружающиеся под воздействием силы тяги при движении машины; с механизированной (элеваторной) загрузкой.

По способу разгрузки ковша бывают скреперы со свободной (самосвальной) разгрузкой вперед или назад; с полупринудительной разгрузкой; принудительной разгрузкой.

Свободную (самосвальную) разгрузку ковша применяют на скреперах малой емкости. При такой разгрузке ковш скрепера крепят шарнирно к раме. Ковш разгружается опрокидыванием вперед или назад с помощью канатного или гидравлического привода под действием силы тяжести. Преимущества скреперов со свободной разгрузкой – простота конструкции, а недостаток – неполная разгрузка ковша при работе на влажных и липких грунтах.

Полупринудительную разгрузку используют главным образом на скреперах средней емкости. Ковш скрепера состоит из двух боковых стенок, которые выполнены заодно с задней частью рамы скрепера. Днище и задняя стенка ковша представляют собой единую жесткую конструкцию и крепят шарнирно к боковым стенкам. При разгрузке ковша днище и задняя стенка специальным механизмом поворачивается вперед, а боковые стенки остаются неподвижными. Грунт разгружается из ковша под действием задней стенки, днища и силы собственной тяжести, высыпается перед ковшом и разравнивается ножом и днищем ковша.

Недостаток скреперов с полупринудительной разгрузкой – неполная разгрузка ковша при работе на влажных и липких грунтах.

Принудительную разгрузку применяют на скреперах средней и большой емкости. Заднюю стенку ковша выполняют подвижной, и ковш разгружается выдвиганием задней стенки вперед. Грунт высыпается впереди ножа. Принудительная разгрузка – самая надежная, так как ковш полностью разгружается даже при работе скрепера на влажных и липких грунтах.

По системе управления различают скреперы с канатным и гидравлическим управлением.

У скреперов с канатной системой управления подъем ковша производится принудительно, а опускание ковша и заглубление ножа в грунт – под действием его силы тяжести.

У скреперов с гидравлической системой управления ковш поднимают и опускают с помощью гидравлических цилиндров.

Гидравлическая система управления по сравнению с канатной отличается принудительным заглублением ковша в грунт, более надежной и легкой работой.

Производительность (эксплуатационная) скрепера определяется по формуле

$$\Pi_3 = \frac{TV_k K_n K_{и.в}}{t_{ц} K_p}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, ч;  $V_k$  – геометрическая емкость ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;  $K_n$  – коэффициент наполнения ковша (0,8...1,1);  $K_p$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера (1,1...1,3);  $K_{и.в}$  – коэффициент использования машины во времени равный 0,85;  $t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$  – время рабочего цикла, ч;  $t_1$  – время загрузки ковша в забой;  $t_2$  – время на подъем ковша и транспортирование грунта в отвал;  $t_3$  – время разгрузки ковша;  $t_4$  – время холостого хода в забой;  $t_5$  – время на повороты и переключение передач тягача, принимаемое в зависимости от квалификации машиниста равное 0,5...1 мин.

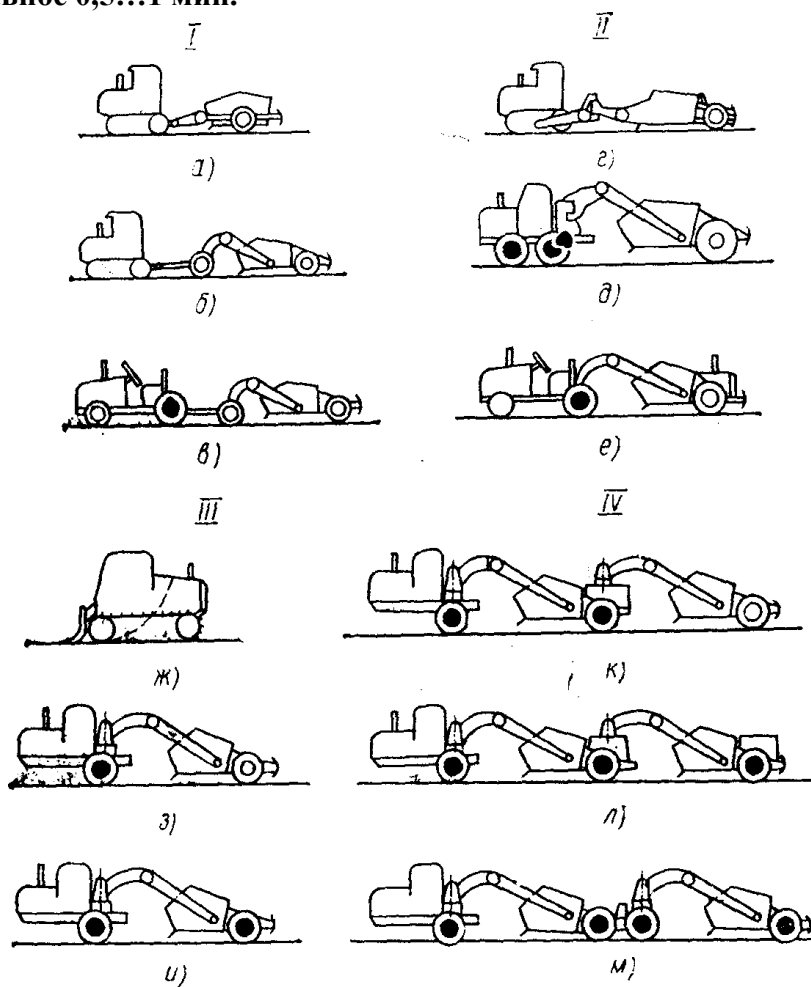


Рис. 3.1 Типы скреперов

Различают типы скреперов (рис. 3.1): I – прицепные; II – полуприцепные; III – самоходные; IV – самоходные скреперные поезда; а – одноосные к гусеничному трактору; б – двухосный к гусеничному трактору; в – двухосный к колесному тягачу; г – одноосный к гусеничному трактору; д – одноосный к колесному трактору; е – одноосный к колесному тягачу; ж – гусеничный; з – колесный двухосный с передними ведущими колесами (4×2); и – колесный двухосный со всеми ведущими колесами (4×4); к – с передними и средними ведущими колесами (6×4); л и м – со всеми ведущими колесами (6×6 и 8×8).

### 3.1 ПРИЦЕПНЫЕ СКРЕПЕРЫ

Прицепные скреперы агрегатируют с гусеничными тракторами для работы в условиях переменного рельефа местности при перемещении грунта по бездорожью на расстояние до 0,2 км (скреперы малой емкости) и до 0,5 км (скреперы средней и большой емкости). В отдельных случаях прицепные скреперы используют для перемещения грунта на большие расстояния.

Применяют также прицепные скреперы с механизированной (элеваторной) загрузкой ковша. Особенность скреперов этого типа – установка скребкового конвейера вместо передней заслонки, что изменяет способ загрузки ковша грунтом. Помимо частичного заполнения ковша обычным способом грунт подается в ковш скребками конвейера. Такие скреперы обеспечивают более высокий коэффициент наполнения ковша в различных грунтах, равномерность тягового усилия (у обычных скреперов тяговое усилие резко возрастает по мере наполнения ковша) и хорошую планировку забоя. Однако скреперы с механизированной (элеваторной) загрузкой имеют более сложную конструкцию, не могут работать в грунтах с каменистыми включениями и плохо разгружаются при работе на липких и влажных грунтах, так как снабжены свободной донной разгрузкой.

Скрепер ДЗ-33 с принудительной разгрузкой ковша (рис. 3.1.1) состоит из шкворневого устройства 3 шарового типа, рамы 4, ковша 9 с нижними 13 и боковыми 14 ножами, заслонки 8 ковша, задней стенки с ковша 10 и четырех колес 12 с шинами.

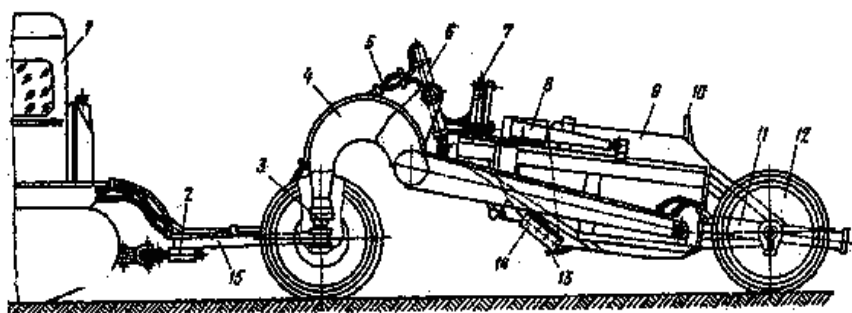


Рис. 3.1.1 Прицепной скрепер ДЗ-33:

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

Тяговое усилие от базового трактора передается скреперу через серьгу 2. В передней части скрепера предусмотрено шкворневое устройство 3 шарового типа, благодаря которому передняя ось поворачивается относительно рамы 4.

Ковш 9 скрепера сварной конструкции состоит из двух боковых стенок и днища. В передней части к нему приварены проушины для крепления штока гидроцилиндра 6 подъема и опускания ковша. К передней нижней части ковша приварена подножечная плита, к которой крепят режущие ножи 13. Для облегчения резания грунта ковш снабжен боковыми ножами 14. К продольным балкам в задней части крепят заднюю ось скрепера. В проушинах, приваренных к задней поперечной балке, установлен гидроцилиндр 11 управления задней стенкой 10 ковша. В задней части ковш с помощью осей шарнирно соединен с продольными балками рамы 4. Ковш поднимается и опускается с помощью гидроцилиндра 6, установленного в проушинах кронштейна, приваренного к раме 4 скрепера.

В передней части ковша предусмотрена заслонка 8, шарнирно закрепленная на ковше и соединенная с шарнирно-рычажным механизмом подъема заслонки, который приводится в действие с помощью гидроцилиндра 7. Задняя стенка 10 ковша выдвигается гидроцилиндром 11 и перемещается внутри ковша на роликах.

Рама 4 имеет П-образную форму и состоит из рамы-хобота, поперечной балки трубчатого сечения и двух продольных балок.

Гидросистема управления рабочими органами скрепера включает в себя гидронасос шестеренного типа, гидрораспределитель золотникового типа, масляный бак, рукава и трубопроводы 5 и по одному гидроцилиндру 6, 7 и 11. Гидронасос, гидрораспределитель и масляный бак установлены на базовом тракторе 1.

Рабочими органами скрепера управляют из кабины машиниста с помощью рычагов управления **трехсекционным гидрораспределителем**. С каждой его секцией трубопроводами и рукавами соединен соответствующий гидроцилиндр управления рабочими органами скрепера. Ковш скрепера можно устанавливать в три положения: опускание, подъем, нейтральное (транспортное).

Скрепер ДЗ-20 с принудительной разгрузкой ковша (рис. 3.1.2) состоит из серьги 2, дышла 15, передней и задней осей, шкворневого устройства 3 шарового типа, рамы 4, ковша 9 с нижними 13 и боковыми 14 ножами, задней стенки 10 ковша, заслонки 7 ковша и четырех колес 12 с шинами.

Тяговое усилие от базового трактора передается скреперу через серьгу 2.

В передней части скрепера имеется шкворневое устройство 3 шарового типа, обеспечивающее поворот передней оси относительно рамы 4.

Ковш 9 скрепера сварной конструкции и состоит из двух боковых стенок, днища, буфера и передней связи. Боковая стенка выполнена из листовой стали и усилена приваренными продольными и поперечными балками жесткости. К боковым стенкам приварены проушины для крепления рычагов заслонки ковша, кронштейны гидроцилиндров управления заслонкой и шаровые головки продольных тяг рамы. К боковым стенкам ковша крепят боковые ножи 14. Днище ковша выполнено в виде сварного узла с подножевой плитой, к которой с помощью винтов с потайной головкой крепят нижние ножи 13.

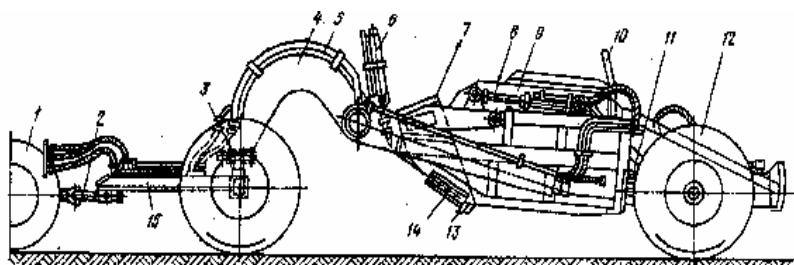


Рис. 3.1.2 Прицепной скрепер ДЗ-20:

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

Заслонка 7 ковша выполнена из листовой стали и усилена внизу накладками. С помощью двух рычагов заслонка соединена с ковшом скрепера. В средней части к рычагам приварены кронштейны для крепления штоков гидроцилиндров 8 управления заслонкой.

Задняя стенка ковша состоит из щита и хвостовика, соединенных четырьмя раскосами. На щите установлены две пары роликов. Верхние ролики перемещаются по направляющим боковых стенок ковша, а нижние – по направляющим днища.

Скрепер ДЗ-12 (рис. 3.1.3) выполнен с полупринудительной разгрузкой ковша путем опрокидывания днища, изготовленного заодно с задней стенкой.

Рабочими органами скрепера управляют из кабины машиниста трактора с помощью двух рычагов управления двухбарабанной лебедкой Д-323 или Д-148, установленной на задней привалочной плоскости трактора.

Ковш скрепера можно устанавливать в три положения: опускание, подъем, открытие заслонки и опрокидывание днища ковша. При движении на большие расстояния рекомендуется пользоваться транспортными подвесками для разгрузки системы канатного управления рабочими органами скрепера.

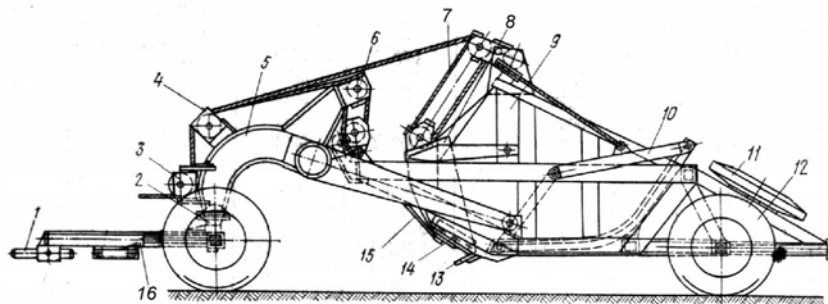


Рис. 3.1.3 Скрепер ДЗ-12:

**1 – серьга; 2 – шкворневое устройство шарового типа; 3 – флюгерный блок; 4 – направляющий блок; 5 – рама; 6 – полиспаст подъема ковша; 7 – полиспаст подъема заслонки и опрокидывания днища ковша; 8 – заслонка ковша; 9 – ковш; 10 – днище ковша; 11 – запасное колесо с шиной; 12 – колесо с шиной; 13, 14 – нижний и боковой ножи; 15 – механизм автоматического подъема заслонки; 16 – дышло**

### 3.2 ПОЛУПРИЦЕПНЫЕ СКРЕПЕРЫ

Полуприцепные скреперы выпускают на базе двухосных колесных промышленных тракторов и тягачей со всеми ведущими колесами. Благодаря высоким транспортным скоростям (до 40...50 км/ч) в 1,5...2 раза повышается производительность по сравнению с прицепными скреперами к гусеничным тракторам, максимальная скорость движения которых составляет 10...13 км/ч.

Полуприцепные скреперы используют при перемещении грунта на расстояние до 5 км, а иногда и на значительно большие расстояния, особенно при соответствующих условиях рельефа местности и хорошем состоянии дорог.

Скрепер ДЗ-74 с принудительной разгрузкой ковша (рис. 3.2.1) состоит из базового колесного трактора 1 и одноосного полуприцепного скреперного оборудования, соединяемого с трактором с помощью седельно-цепного устройства 2, обеспечивающего качание скреперного агрегата относительно трактора в продольной и поперечной плоскостях относительно вертикальной и двух горизонтальных осей.

Полуприцепное скреперное оборудование состоит из рамы 3, механизма 6 управления заслонкой ковша, ковша 9 с нижними 13 и боковыми 14 ножами, задней стенки 10 ковша, заслонки 8 ковша, задней оси и двух колес 11 с шинами.

Ковш 9 скрепера сварной конструкции, состоит из двух боковых стенок, соединенных поперечными связями, и днища с подножевой плитой. К подножевой плите с помощью винтов с потайными головками крепят режущие ножи 13, к боковым стенкам ковша – боковые режущие ножи 14. Для увеличения срока службы рабочие поверхности ножей наплавлены износостойким сплавом. Ковш шарнирно соединен с продольными балками рамы 3.

Заслонка 8 установлена в передней части ковша и шарнирно соединена с боковыми стенками ковша с внутренней стороны. В передней части к заслонке приварена проушина с двумя отверстиями для соединения с тягой механизма 6 управления заслонкой. К нижнему отверстию тяга присоединена при работе на связных грунтах, когда необходимо большее открытие заслонки при выгрузке грунта, а к верхнему отверстию – при работе на сыпучих грунтах, когда необходимо быстрее закрыть заслонку после набора грунта в ковш.

Механизм 6 управления заслонкой состоит из тяги, рычага и двух гидроцилиндров. Поскольку рычаг механизма закреплен на раме скрепера, а рычаги заслонки – на боковых стенках ковша, при опускании и подъеме ковша заслонка открывается и закрывается частично автоматически.

Задняя стенка 10 ковша состоит из щита и хвостовика. На щите установлены четыре направляющих ролика (два в нижней части и два по бокам). На хвостовике также предусмотрены четы-

ре ролика, которые размещены в направляющих балках. Благодаря роликам, задняя стенка свободно перемещается внутри ковша. Она приводится в движение гидроцилиндром 12, закрепленным на буфере ковша.

Рама 3 имеет П-образную форму и состоит из рамы – хобота с соединительным устройством поперечной балки трубчатого сечения и двух продольных балок.

Рабочими органами скрепера управляют из кабины машиниста трактора с помощью рычагов управления гидрораспределителем. С каждой его секцией трубопроводами и рукавами соединены соответствующие гидроцилиндры управления рабочими органами скрепера. Ковш скрепера можно устанавливать в три положения: опускание, подъем, нейтральное (транспортное).

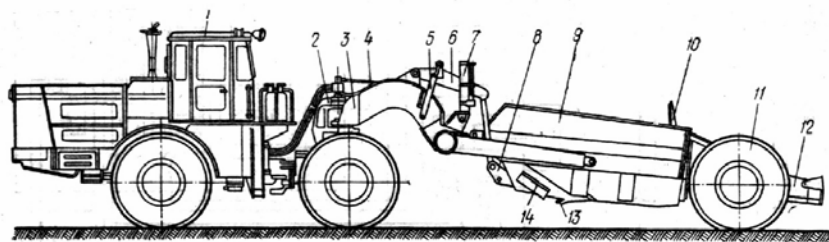


Рис. 3.2.1 Полуприцепной скрепер ДЗ-

74:

- 1 – трактор; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама; 4 – рукава и трубопроводы; 5 – гидроцилиндр управления заслонкой ковша; 6 – механизм управления заслонкой ковша; 7 – гидроцилиндр подъема и опускания ковша; 8 – заслонка ковша; 9 – ковш; 10 – задняя стенка ковша; 11 – колесо с шиной; 12 – гидроцилиндр управления задней стенкой ковша; 13, 14 – нижний и боковой ножи

### 3.3 САМОХОДНЫЕ ПНЕВМОКОЛЕСНЫЕ СКРЕПЕРЫ

Самоходные пневмоколесные скреперы широко распространены в различных отраслях промышленности и хозяйства. Благодаря высоким транспортным скоростям (до 40...50 км/ч) и хорошей маневренности, их производительность в 2–3 раза выше по сравнению с прицепными скреперами к гусеничным тракторам, максимальная скорость которых составляет 10...13 км/ч

Скреперы этого типа применяют при перемещении грунта на расстояние до 5 км, а иногда и на значительно большие расстояния, особенно при соответствующих условиях рельефа местности и хорошем состоянии дорог.

При наборе грунта самоходные скреперы загружают с помощью тракторов или колесных тягачей (толкачей), оборудованных специальными толкающими устройствами или отвалами бульдозера. Целесообразно использовать в качестве толкача гусеничный трактор или колесный тягач, тяговый класс которых в полтора раза превышает тяговый класс скрепера. Применение толкачей ниже тягового класса скрепера малоэффективно, а применение толкачей тягового класса, превышающего более чем в два раза тяговый класс скрепера, не рекомендуется по условиям прочности скрепера.

Самоходный скрепер ДЗ-11П с принудительной разгрузкой ковша выпускают на базе одноосного колесного тягача МоАЗ-546П.

Самоходный скрепер (рис. 3.3.1) представляет собой одноосный тягач 1 и одноосное полуприцепное скреперное оборудование, соединенное с тягачом седельно-сцепным устройством 2. Седельно-сцепное устройство вилочного типа обеспечивает наклон скреперного оборудования относительно тягача в поперечной плоскости на 15° в каждую сторону и поворот тягача относительно скреперного оборудования на 90° в обе стороны. Полуприцепное скреперное оборудование состоит из рамы 3 (см. рис. 3.3.1), заслонки 6 ковша, ковша с нижними 11 и боковыми 12 ножами, задней стенки 9 ковша, задней оси и двух колес 10 с шинами.

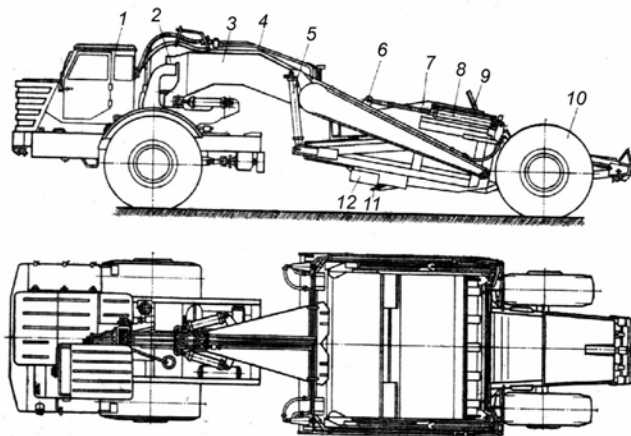


Рис. 3.3.1 Самоходный скрепер ДЗ-11П:

- 1 – тягач; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама; 4 – рукава и трубопроводы; 5 – гидроцилиндр подъема и опускания ковша; 6 – заслонка ковша; 7 – ковш; 8 – гидроцилиндр управления заслонкой ковша; 9 – задняя стенка; 10 – колесо с шиной; 11, 12 – нижний и боковой ножи

Рабочими органами скрепера управляют из кабины машиниста трактора с помощью рычагов управления гидрораспределителем. С каждой его секцией трубопроводами и рукавами соединены соответствующие гидроцилиндры управления рабочими органами скрепера.

Ковш скрепера можно устанавливать в три положения: опускание, подъем, нейтральное (транспортное).

Самоходный скрепер ДЗ-13 с принудительной разгрузкой ковша выпускают на базе одноосного колесного тягача БелАЗ-531. Скрепер (рис. 3.3.2) представляет собой колесный тягач 1 и одноосное полуприцепное скреперное оборудование, присоединяемое с тягачом с помощью седельно-сцепного устройства 2. Седельно-сцепное устройство вилочного типа обеспечивает наклон скреперного оборудования относительно тягача в поперечной плоскости на  $20^\circ$  в каждую сторону и поворот тягача относительно скреперного оборудования на  $90^\circ$  в обе стороны.

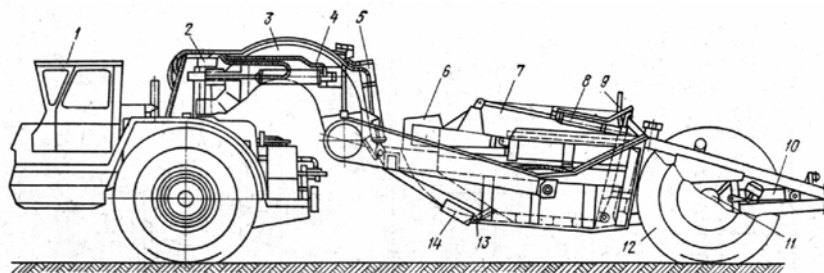


Рис. 3.3.2 Самоходный скрепер ДЗ-13:

- 1 – тягач; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама; 4 – рукава и трубопроводы; 5 – гидроцилиндр подъема и опускания ковша; 6 – заслонка ковша; 7 – ковш; 8 – гидроцилиндр управления заслонкой ковша; 9 – задняя стенка; 10 – гидроцилиндр управления задней стенкой ковша; 11 – задняя ось; 12 – колесо с шиной; 13, 14 – нижний и боковой ножи

Полуприцепное скреперное оборудование состоит из рамы 3, заслонки 6 ковша, ковша 7 с нижними 13 и боковыми 14 ножами, задней стенки 9 ковша, задней оси 11 и двух колес 12 с шинами.

### 3.4 РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ СКРЕПЕРОВ

Применимость скреперов с загрузкой движущим усилием определяется рядом условий: грунтовых, транспортных (топографических) и погодно-климатических.



**Грунтовые условия.** Скреперами можно успешно разрабатывать грунты I и II групп по трудности разработки.

Лучше всего ковши скреперов заполняются при разработке плотных нормально влажных (8...12 %) грунтов. Песчаные сыпучие грунты плохо заполняют ковши скреперов: плотность этих грунтов недостаточна для проталкивания в ковш срезанной его ножами стружки.

Для разработки переувлажненных и заболоченных грунтов скреперы не применяют: на этих грунтах колеса скрепера вязнут, что повышает его сопротивление качению, а тяговое усилие движителей (гусениц или колес) тягача уменьшается за счет снижения сцепления с грунтом. Уменьшение тяги и увеличение сопротивления качению приводят к плохому заполнению ковша, вследствие чего работа скреперного агрегата малоэффективна либо невозможна. При работе на чрезмерно влажных грунтах затруднена разгрузка из-за обильного налипания грунта на щит заслонки, боковые стенки и днище ковша.

Отдельные каменные включения не препятствуют разработке грунтов скреперами. Скреперы с ковшам вместимостью 3...4 м<sup>3</sup> захватывают и выгружают монолитные камни размером 0,3...0,4 м, скреперы с ковшом вместимостью 6...15 м<sup>3</sup> могут захватывать и выгружать камни размером 0,6...0,8 м по наибольшему измерению.

Грунты с массовым включением мелких камней (щебенки, гравия размером до 50 мм) можно разрабатывать скреперами. Но вследствие абразивности каменных включений быстро изнашиваются металлоконструкции ковша, заслонки и разгружающего устройства. Особенно сильно изнашиваются режущие и боковые ножи ковша. Кроме того, мелкие каменные частицы, попадая в зазоры между подвижными сборочными единицами машины, заклиниваются в них, увеличивают необходимые движущие усилия для заслонки или разгружающего устройства и могут вызвать стопорение подвижных сборочных единиц. При этом перегружаются и могут быть повреждены исполнительные механизмы – гидроцилиндры и их приводные насосы, а также гибкие шланги. Установлены примерные нормы длины пути самонаполнения прицепных скреперов без толкачей.

Вместимость скрепера, м<sup>3</sup> ..... 2,5...3    6...8    10...12    15...18  
 Длина пути наполнения ковша, м ..... 12...15    15...20    20...25    30...35

На очень плотных и сухих грунтах скрепер срезает грунт стружкой малой толщины (3...5 см), вследствие чего путь наполнения скреперов значительно удлиняется. Чтобы облегчить работу скреперов и повысить их производительность, увеличив наполнение ковшей, предварительно рыхлят грунт. Однако чрезмерное измельчение грунта при предварительном рыхлении нежелательно, так как это также снижает наполняемость ковшей. Поэтому целесообразно предварительно экспериментально установить степень разрыхления (измельчения) грунта, что впоследствии окупается при скреперных работах. Степень разрыхления зависит от числа рыхлящих зубьев рыхлителя и частоты смежных проходов рыхлителя по одному месту.

**Транспортные условия.** Дальность транспортирования непосредственно влияет на эффективность скреперных работ: чем больше длина пути между забоем и отвалом, тем ниже производительность скрепера и соответственно выше стоимость перемещенного грунта. Но помимо дальности транспортирования на производительность скреперов существенно влияют чисто топографические условия, т.е. наличие крутых или затяжных подъемов или спусков, а также боковых уклонов путей движения.

Уклоны проходят на пониженных скоростях: на подъемах – из-за снижения свободной тяги, расходуемой на буксирование скрепера; на спусках – из-за стремления машинистов обеспечить безопасность движения.

Боковые уклоны (косогоры) опасны для движущихся машин, которые могут потерять устойчивость и опрокинуться на бок.

Установлены предельные уклоны, преодолеваемые скреперами (табл. 3). Машинист должен уметь на глаз оценивать уклоны местности.

3 Предельные уклоны, допускаемые для преодоления скреперами

Агрегат	При подъеме	При спуске (до)	Боковой (до)
---------	-------------	-----------------	--------------

	%	град.	%	град.	%	град.
Прицепной скрепер:	14...1	8...10	30	18	12	7
– с грузом	8	11...1	40	22	12	7
– порожняком	20...2	3	27	15	10	5
	3	7...8*				
Самоходный скрепер с грузом и порожняком	12...1	5				

\*Меньшие значения уклонов даны для движения по грунтам, увлажненным атмосферными осадками.

Местные неровности (кочки, ухабы) снижают величину преодолеваемого уклона, так как при наезде колес на неровности может резко, до потери устойчивости, измениться положение машины относительно горизонта.

**Погодно-климатические условия.** Погодные условия существенно влияют на производительность скреперов. Скреперы работают в условиях, когда грунт просыхает до нормальной влажности (ранней весной) и не достигает переувлажненного состояния (поздней осенью).

При затяжных дождях летом или осенью грунты могут оказаться в таком состоянии, что скрепер не сможет работать: звенья гусениц трактора будут разрушать размокшую поверхность пути, но не развивать тягового усилия, достаточного для наполнения ковша и движения груженого скрепера.

Зимой скреперы могут разрабатывать мерзлые грунты при соблюдении следующих условий: после разрушения рыхлителями верхнего мерзлого слоя скреперы должны убрать его и затем работать непрерывно (круглосуточно), чтобы исключить промерзание вскрываемых слоев забоя. Опыт таких работ накоплен некоторыми строительными организациями.

Условия погоды резко сказываются на работоспособности скреперов, буксируемых колесными тягачами: простой скреперов с колесной тягой из-за атмосферных осадков вдвое превышает по времени простой по этой же причине скреперов, буксируемых гусеничными тракторами.

Виды скреперных работ. Скреперные работы подразделяют на основные и вспомогательные.

**Основные работы** – это разработка в материковом залегании больших объемов грунтовых масс и их перемещение в земляное сооружение (насыпь, дамбу, кавальер).

**Смягчение профиля трассы строящейся дороги.** При этой операции грунт перемещают продольной возкой из выемок, разрабатываемых в возвышенностях, в насыпи, отсыпаемые в понижениях местности (рис. 3.4.1).

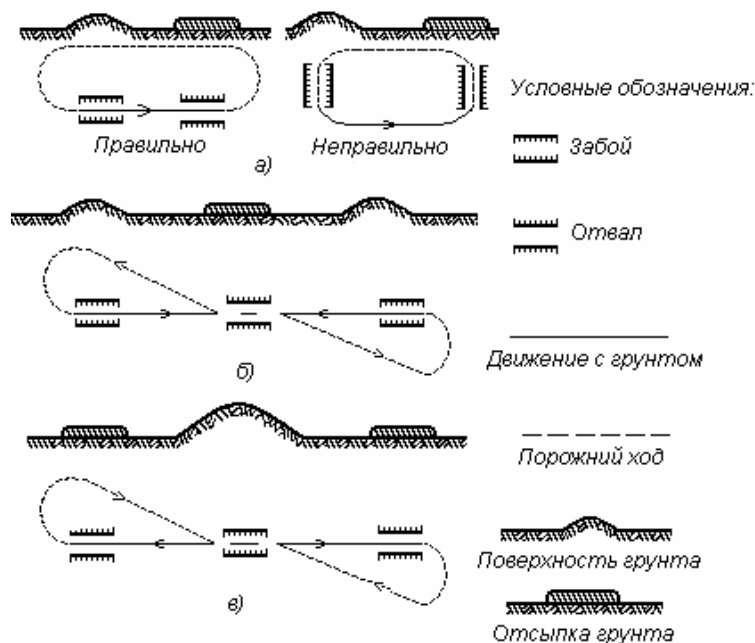


Рис. 3.4.1 Схемы движения скреперов при перемещении грунта:  
*а* – из выемки в насыпь; *б* – из двух выемок в одну насыпь;  
*в* – из одной выемки в две насыпи

Работы целесообразно организовать так, чтобы агрегат скрепер-трактор (или скрепер-тягач) поворачивался в плане на порожнем ходу, так как поворот с грузом требует большего времени и большего расхода мощности. На рис. 3.4.1, *а* показаны правильная и неправильная схемы движения скреперов. Вторая схема неправильна, поскольку приходится выполнять два поворота в нагруженном состоянии: на выходе из забоя и на входе в отвал.

Схемы, показанные на рис. 3.4.1, *б* и *в*, наиболее рациональны, так как на два рабочих цикла приходится всего по два поворота, т.е. агрегаты перемещаются с минимально возможным числом поворотов и, следовательно, с наибольшей возможной скоростью, причем повороты выполняют на порожнем ходу.

По аналогичным схемам профилируют трассы при строительстве магистральных водных каналов на пересеченной местности, планируют большие площади – срезают послонно холмы и бугры и засыпают их грунтом впадины, овраги, лощины. Так же, как и при смягчении профилей дорог и каналов, смежное расположение забоя и отвала необязательно. Но средние расстояния между забоями и отвалами должны быть в пределах допускаемых дальностей перемещения грунта для применяемых типоразмеров скреперов.

*Возведение дорожных и гидротехнических насыпей из боковых резервов.* Для скреперных агрегатов должны быть созданы съезды на откосах резерва и насыпи, причем, по мере углубления резерва и возведения насыпи съезды и въезды должны сохранять уклоны, приемлемые для безотказного движения агрегатов (см. табл. 3). Съезды и въезды сооружают самими скреперными агрегатами, которые срезают излишние массы грунта при порожнем ходе и досыпают по мере необходимости при движении с грунтом. При небольшом числе одновременно работающих скреперных агрегатов съезд и въезд часто устраивают в одном месте резерва или насыпи. Места для съездов и въездов выбирает производитель работ.

*Сооружение котлованов.* Под крупные гидротехнические и промышленные объекты эту операцию организуют аналогично разработке резервов с обязательным устройством съездов и въездов на откосах котлована и кавальера (если последний отсыпают).

*Отсыпка насыпей – подходов к земляным сооружениям (мостам или эстакадам).* Сквозной проезд скреперов здесь исключается. Такие насыпи отсыпают «с головы» скреперами с помощью бульдозеров. Постепенно насыпи приближают к земляному сооружению. Скрепер разгружается на некотором удалении от «головы» насыпи, а бульдозер смещает выгруженный грунт по поверхности насыпи в ее «голову». При этом должна быть обеспечена возможность разворота скреперного агрегата по насыпи на  $180^\circ$  для обратного хода. Если ширина насыпи не позволяет агрегату развернуться, то для него должны быть предусмотрены съезды на откосе насыпи.

*Вспомогательные работы.* К ним относятся: удаление растительного слоя грунта, транспортирование сыпучих грузов и планировочные работы.

*Растительный слой удаляют* при строительстве любых земляных сооружений со всей площади их основания. Если размеры основания искусственного сооружения в плане большие, эту работу выполняют скреперными агрегатами. Скреперы срезают растительный слой грунта и отвозят его за пределы основания сооружения в отвал или в местную естественную впадину (например, овраг, лощину).

*Транспортные работы* выполняют скреперными агрегатами в перерывах основных скреперных работ или зимой, когда скреперные работы прекращают.

Скреперные агрегаты перевозят грунты, щебень, гравий и другие сыпучие грузы, не вызывающие затруднений при выгрузке. Погружают эти грузы в ковши скреперов экскаваторами, одно- или многоковшовыми погрузчиками. Для этого используют также бункера и эстакады. Разгружают скреперы в отвалы или штабеля, а при устройстве соответствующих эстакад – и в различную тару.

При *планировочных работах* срезают мелкие неровности (бугры, кочки) и засыпают срезанным грунтом впадины и ухабы. Скреперы могут планировать площади и линейные объекты, в

том числе и пути для собственного движения по строительному объекту. В последнем случае скреперные агрегаты планируют поверхность, перемещаясь порожняком.

Для планирования (рис. 3.4.2) ножи 1 порожнего скрепера опускают на уровень опорной поверхности, заслонку 3 поднимают вверх до отказа, а разгружающую стенку 2 устанавливают в крайнее переднее положение. Приведенный в такое положение скрепер при движении вперед срезает ножами 1 местные выступы или неровности 4 и срезанным грунтом при дальнейшем движении засыпает впадины 5 или ухабы, разравнивая (планируя) таким образом поверхность на пути движения. Нож и разгружающая стенка ковша в приданном им положении работают как бульдозерный отвал.

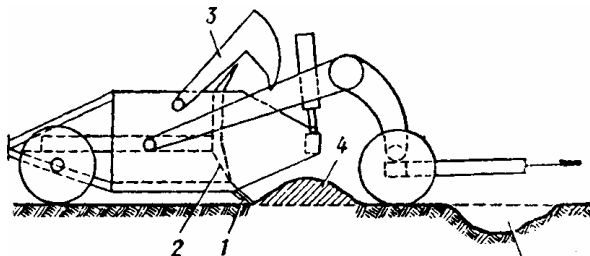


Рис. 3.4.2 Схема планирования грунтовых поверхностей скрепером:  
1 – нож; 2 – разгружающая стенка; 3 – заслонка; 4 – выступающая неровность местности; 5 – засыпаемая впадина

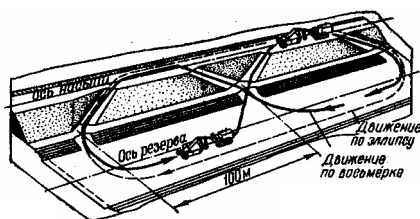
Пути движения скреперы планируют за несколько параллельных проходов (2 – 4 по одному следу) при порожнем движении из отвала в забой. Пониженная скорость порожнего движения компенсируется ускоренным груженым ходом и общим повышением производительности скреперов благодаря улучшению транспортных путей. Планируют пути по мере надобности, например после обильных атмосферных осадков, разрушения путей колесами движущихся машин.

Площади планируют скреперами лишь в виде исключения, так как подобные работы бульдозерами выполнять быстрее и лучше. Скреперы планируют площадь рядами смежных продольных и поперечных проходов, причем перекрытие соседних проходов должно быть минимальным (10...12 см) или перекрытия проходов не делают совсем, (табл. 4).

#### 4 Виды работ, выполняемых скрепером

Схема работ	Указания по выполнению операции
Перемещение грунта из выемки в насыпь по эллипсу (см. схему ниже)	Набирать грунт по клиновой или гребенчатой схеме, особенно в несвязных грунтах; наиболее целесообразна клиновья схема. Во избежание одностороннего изнашивания ходовой части машины менять направление движения 1–2 раза в смену. Ковши наполнять в очередности, указанной на эскизе

восьмеркой



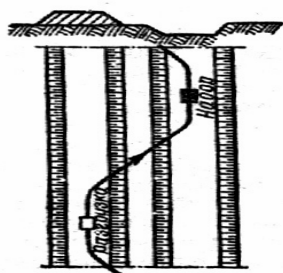
Набирать грунт возможно более толстым слоем. Стремиться набирать грунт при движении скрепера под уклон. Укладывать грунт в насыпь сначала по периметру подошвы, а затем ближе к ее оси. При первых проходах возвращаться в забой с ковшем, опущенным настолько, чтобы нож (при закрытой заслонке) сглаживал неровности на пути следования скрепера

Продолжение табл. 4

Схема работ	Указания по выполнению операции
-------------	---------------------------------

Перемещение грунта из выемки в насыпь

зигзагом



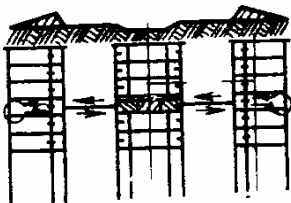
При работе в широком забое применять шахматно-гребенчатую схему набора (с пропусками между смежными полосами, перекрываемыми последующими проходами). При наборе грунта по возможности применять толкач (бульдозер, трактор с толкающим устройством). Для самоходного скрепера применение толкача обязательно. Повороты следует делать при пустом ковше. Отсыпать насыпи и дамбы с таким расчетом, чтобы со стороны откосов отсыпка была всегда несколько выше, чем в середине насыпи, во избежание соскальзывания скрепера и для сохранения откосов от разрушений. При наборе связных грунтов переднюю заслонку поднять на 500...600 мм, а после заполнения ковша уменьшить наполовину зазор между заслонкой и ножом. При наборе рыхлых и сы-

пучих грунтов переднюю заслонку поднять полностью, а после заполнения ковша на  $\frac{2}{3}$  опустить ее на призму волочения. Ковш попеременно поднимать и опускать.

При выгрузке связных грунтов переднюю заслонку поднять полностью. До полного подъема заслонки заднюю стенку не включать.

В случае остановки задней стенки при выталкивании грунта снизить скорость движения машины, заднюю стенку отодвинуть назад и снова включить ее на выталкивание, при необходимости затормаживая скрепер

Продолжение табл. 4

Схема работ	Указания по выполнению операции
<p>Поперечно-челночное</p> 	<p>В случае движения на подъем грунт отсыпать тонким слоем. Во время отсыпки толстым слоем использовать толкач.</p> <p>При выгрузке рыхлых и сыпучих грунтов переднюю заслонку поднять на половину зева, но не менее чем 400...500 мм. При работе по эллипсу через 1,5...2 ч работы менять направление движения агрегата во избежание неравномерного изнашивания ходовой части</p>

#### 4 НОЖИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

С целью повышения срока службы ножей новые машины комплектуют унифицированными ножами с дополнительным рядом свободных отверстий, который позволяет переставлять ножи по мере их изнашивания. На рис. 4.1. приведен порядок первоначальной установки ножей и их перестановки. Нельзя устанавливать изношенные ножи сразу на большой вылет, так как это может привести к поломке.

Исключение могут составлять ножи скреперов, если в инструкции по эксплуатации машины оговариваются рабочие вылеты ножей или их установки.

Рис. 4.1 Порядок первоначальной установки ножей и их перестановки:

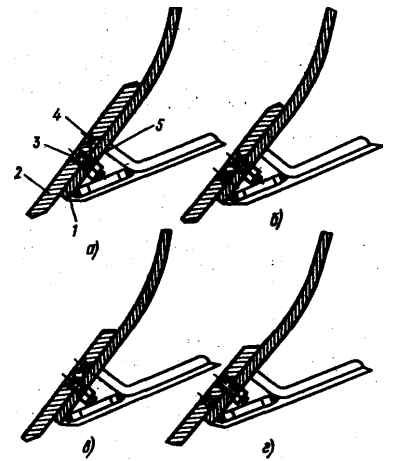
**А – ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ  
УСТАНОВКА НОЖА;  
Б – УСТАНОВКА НОЖА  
ПОСЛЕ ИЗНАШИВА-  
НИЯ НА ВТОРОЙ РЯД  
ОТВЕРСТИЙ; В – НОЖ  
ПЕРЕВЕРНУТ. УСТА-**

а)

б)

в)

г)



## 5 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫМИ МАШИНАМИ

Для выполнения земляных работ, таких как возведение насыпи, рытье котлованов и выемок, профилирование земляного полотна, планировка площадок и другие, широко применяют землеройно-транспортные машины: бульдозеры, скреперы, автогрейдеры. В процессе земляных работ на строительных площадках машинисту приходится выполнять большой объем операций по управлению движением машины, регулированию положения рабочего органа и режимов работы двигателя. Это приводит к утомлению машиниста, снижает производительность, ухудшает качество выполняемой работы. Повысить эффективность работы землеройно-транспортных машин, облегчить труд машинистов позволяет использование средств автоматизации. В настоящее время промышленностью освоены и серийно выпускаются автоматизированные бульдозеры, скреперы, автогрейдеры и аппаратура автоматического управления этими машинами.

Основные направления автоматизации землеройно-транспортных машин – это перевод их управления на кнопочное, регулирование нагрузки на режущие органы, защита машин при возникновении аварийных моментов, стабилизация положения рабочих органов в пространстве.

Опыт эксплуатации данного класса машин свидетельствует, что утомляемость машинистов значительно снижается при переходе от рычажного управления к кнопочному, что позволяет повысить производительность выполняемых работ. Одновременно решаются вопросы сокращения числа подаваемых команд за счет установки средств автоматизации отдельных операций.

Из всех видов земляных работ, выполняемых на строительных площадках, наибольшего мастерства и затрат энергии требует планировка и доводка выровненной поверхности. По мере продвижения бульдозера его корпус может подниматься или опускаться, а также наклоняться в любом направлении. Кроме того, так как отвал находится впереди, то при его опускании за счет наклона машины происходит дополнительное срезание грунта в направлении ее движения, что, в свою очередь, ведет к дополнительному наклону корпуса бульдозера и отвал заглубляется еще ниже. Выглубление отвала вызывает обратный процесс.

Таким образом, для качественного выполнения планировочных работ бульдозеристу приходится выполнять большой объем работ по управлению положением отвала, движением машины по курсу, выглублением отвала при перегрузках силовой установки. Повысить качество планировочных работ и увеличить производительность за счет сокращения числа рабочих проходов позволяет автоматизация операций выравнивания грунта путем автоматического регулирования положения отвала на постоянном уровне независимо от положения корпуса машины.

Для регулирования положения отвала бульдозера существует несколько способов автоматизации. Наиболее простой из них основан на использовании датчиков маятникового или гироскопического типа. Отличительной особенностью этих систем является то, что положение отвала регулируется путем контроля угла наклона толкающего бруса, к которому прикреплен отвал. Функциональная схема системы регулирования крутизны откоса отвала датчиком маятникового типа приведена на рис. 5.1.

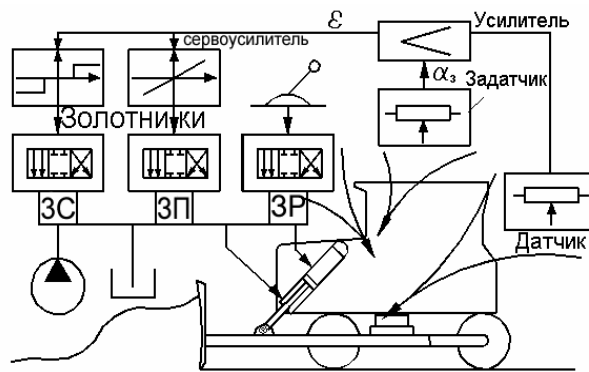


Рис. 5.1 Функциональная схема системы регулирования крутизны отвеса

Отвал бульдозера приводится в действие системой управления, включающей два канала регулирования: непрерывный и двухпозиционный. Уровень отвала определяется по наклону толкающего бруса с помощью датчика маятникового типа. Чувствительным элементом этого датчика является маятник, который устанавливается на анкерных опорах и помещается в герметичный корпус, заполненный демпфирующей жидкостью. При наклонах корпуса маятник отклоняется на соответствующий угол. Перемещения маятника преобразуются вторичным измерительным прибором в электрический сигнал. Для этого обычно используются потенциометрические или индуктивные преобразователи перемещений. В качестве демпфирующей жидкости применяется минеральное масло. Уровень заглубления отвала, а следовательно, заданное значение угла наклона бруса устанавливается с помощью задатчика потенциометрического или индуктивного типа.

Отклонение  $\varepsilon$  между заданным значением наклона  $\alpha_3$  и действительным наклоном бруса  $\alpha_d$  определяется с помощью суммирующего усилителя. Быстрая отработка больших отклонений обеспечивается каналом двухпозиционного регулирования, включающим компаратор и соленоидный золотник (ЗС). Канал непрерывного регулирования, состоящий из сервоусилителя и золотника пропорционального управления (ЗП), позволяет выполнять точную регулировку уровня отвала. Это делает возможным регулировать положение отвала на большой скорости с высокой точностью. При отклонениях  $\varepsilon$ , превышающих заданные пределы, срабатывает компаратор и подает управляющее напряжение на золотник соленоидный ЗС, при этом в гидроцилиндрах отвала создается давление, обеспечивающее его быстрое перемещение в направлении уменьшения ошибки регулирования. При малых значениях отклонений точная регулировка осуществляется с помощью ЗП, снабженного сервомотором, на который подается сигнал ошибки  $\varepsilon$ , усиленный сервоусилителем. В состав гидросистемы включается также регулирующий золотник с ручным управлением (ЗР).

Рассмотренный способ регулирования положения отвала обеспечивает высокую мобильность и дает возможность получить гладкую обработанную поверхность. Однако он не позволяет регулировать фактический уровень поверхности, обрабатываемой бульдозером.

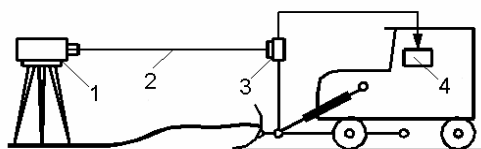


Рис. 5.2 Схема использования лазерного луча

Перспективным направлением автоматизации управления положением рабочего органа землеройно-транспортных машин является использование лазерного луча в качестве опорной линии или плоскости (рис. 5.2). Основным элементом лазерной системы управления рабочими органами землеройно-транспортных машин является лазерный визир или нивелир 1, позволяющий генерировать опорный луч 2, а также разворачивать его в секторе или в круговой плоскости. Лазерный луч или плоскость могут быть расположены горизонтально или под заданным углом к горизонту. Бортовое оборудование маши-



ны включает фотоприемное устройство (фотодетектор) 3 и устройство обработки данных 4. Фотодетектор имеет круговой обзор и устанавливается на штанге, прикрепленной к рабочему органу машины. Лазерные системы контроля обеспечивают необходимую точность и дальность действия, удобны в эксплуатации. Надежность этих систем в основном определяется ресурсом работы лазеров. Дальность действия зависит от выходной мощности излучателя, чувствительности фотоприемника, угла расходимости луча, метеорологической видимости, а также требуемой точности измерения. Обычно дальность действия лазерных систем составляет сотни метров. Точность управления положением рабочих органов относительно опорной лазерной плоскости зависит от стабильности направления лазерного луча и точности регистрации положения фотоприемника относительно луча.

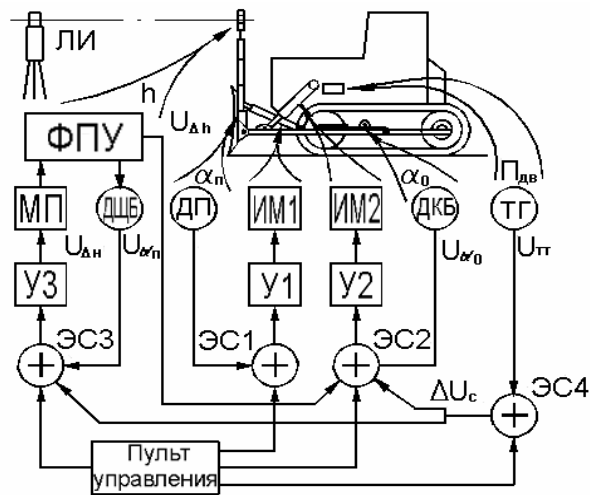
При автоматическом управлении положением рабочих органов выходной сигнал фотоприемного устройства подается на электрогидрозолотники, которые управляют работой гидроцилиндров подъема и опускания рабочего органа машины.

Для одновременного управления положением отвала по высоте и в поперечной плоскости на машине необходимо установить два фотоприемника. Один из них устанавливается на телескопической мачте, располагаемой на продольной оси симметрии машины, а второй – на боковой мачте у края отвала. Независимое функционирование двух подсистем, управляемых одним лазерным лучом, обеспечивает в совокупности профилирование грунтовой полосы одновременно в продольном и поперечном направлениях.

Автоматическое управление базируется на использовании лазерной системы САУЛ-1, которая является основной частью целой группы системы стабилизации положения рабочих органов землеройно-транспортных машин. В ее состав входят лазерный излучатель ЛИ-1 и приемное устройство ЛПУ-1, включающее фотоприемник и пульт управления, причем количество приемных устройств может быть любым. Лазерный излучатель ЛИ-1 является задающим устройством и обеспечивает сканирование луча в диапазоне  $360^\circ$ . Фотоприемное устройство ЛПУ-1 представляет собой фотоэлектрический датчик с круговым обзором, контролирующий положение рабочего органа машины. Система САУЛ-1 имеет дальность действия до 500 м, позволяет задавать уклон поверхности величиной до 0,03 и обладает погрешностью задания опорной плоскости, не превышающей восемь угловых минут. Все элементы системы питаются от автономных источников питания.

Для землеройно-транспортных машин промышленностью выпускается несколько систем автоматизации. Для бульдозеров с гидравлическим управлением существуют системы автоматизации, основанные на использовании оптических и гравитационных методов контроля. Это системы «Автоплан-10», «Копир-Автоплан-10», «Комбиплан-10ЛП».

Наиболее совершенной системой автоматизации является «Комбиплан-10ЛП». Она позволяет стабилизировать положение отвала в продольной плоскости в бескопирном и в копирном режимах, регулировать положение отвала в поперечной плоскости в автономном режиме, а также защищать двигатель от перегрузок. Система состоит из пяти подсистем, каждая из которых имеет замкнутый контур управления. В ней используются лазерная система САУЛ-1, а также специальные датчики положения (рис. 5.3). Стабилизация углового положения  $\alpha_n$  отвала в поперечной плоскости выполняется подсистемой управления, включающей датчик ДП углового положения, элементы сравнения ЭС1 и усиления УС1 сигналов и исполнительный механизм ИМ1. Измерение угла наклона отвала в поперечной плоскости проводится маятниковым датчиком ДКБ, который преобразует значение угла между базовой плоскостью и гравитационной вертикалью в электрический сигнал. Чувствительный элемент датчика – маятник выполнен в виде тонкостенного неуравновешенного цилиндра, закрепленного на конце горизонтальной оси. Маятник вращается в подшипниках, а угол его поворота измеряется индуктивным преобразователем.



**Рис. 5.3 Система автоматизации бульдозера с использованием лазерной системы САУЛ-1**

В машине датчик ДКБ устанавливается на тыльной стороне отвала. При поперечном наклоне отвала информация с датчика ДКБ преобразуется подсистемой в управляющие сигналы, обрабатываемые исполнительным механизмом ИМ1, который включает гидроцилиндры.

Стабилизация углового положения отвала в продольной плоскости в автономном режиме обеспечивается аналогичной подсистемой управления, состоящей из маятникового датчика ДКБ, элемента сравнения ЭС2, усилителя УС2 и исполнительных гидроцилиндров ИМ2. Датчик ДКБ, контролирующий угловое положение отвала  $\alpha_0$ , устанавливается на толкающем бруске бульдозера. Сигнал с выхода датчика сравнивается с задающим сигналом и в случае его несоответствия заданному уровню отвала вырабатывается сигнал ошибки, который после усиления подается на исполнительные гидроцилиндры ИМ2, корректирующие положение отвала по высоте. Рассмотренные две подсистемы являются независимыми и составляют автоматическую систему «Автоплан-10».

Третья подсистема управления, входящая в состав системы «Комбиплан-10ЛП», служит для стабилизации положения отвала бульдозера по высоте  $h$  относительно опорной плоскости, задаваемой лазерным лучом.

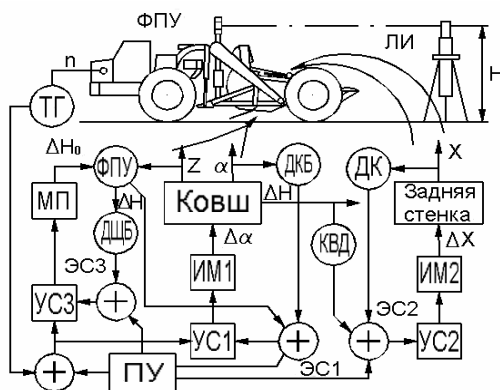
В нее входит лазерный излучатель ЛИ, фотоприемное устройство ФПУ, контролирующее положение отвала относительно лазерного луча. Устройство ФПУ устанавливается на специальной штанге, закрепленной на тыльной стороне отвала. При отклонении фотоприемника ФПУ от оси лазерного луча на его выходе вырабатывается сигнал ошибки  $U_{\Delta h}$ , который подается на элемент сравнения ЭС2 подсистемы стабилизации положения отвала в продольной плоскости. Также и в автономном режиме сигнал ошибки через усилитель УС2 воздействует на гидроцилиндры ИМ2. Переход с автономного режима на копирный осуществляется с помощью блока управления, установленного в кабине машиниста. Глубина среза грунта при заданной лазером опорной плоскости устанавливается дистанционно из кабины машиниста с помощью подсистемы управления перемещением фотоприемного устройства ФПУ. В эту подсистему входят: датчик положения фотоприемника ДЩБ, устройство сравнения ЭС3, усилитель УС3 и механизм перемещения МП, а также задатчик, размещаемый на пульте управления. При отклонении фотоприемника ФПУ от заданного уровня в подсистеме появляется сигнал ошибки  $U_{\Delta h}$ , который подается на ЭС3 и обрабатывается механизмом перемещения МП. Датчик положения ДЩБ представляет собой шуповой преобразователь, аналогичный по конструкции маятниковому датчику ДКБ и отличающийся от него тем, что маятниковый чувствительный элемент в нем заменен рычажным шупом. Во время работы машины шуп скользит по копиру или бордюру. Перемещения шупа обрабатываются вторичным индуктивным преобразователем.

В состав аппаратуры «Комбиплан-10ЛП» также входит подсистема, защищающая двигатель от перегрузок. В случае возрастания усилия резания грунта и превышения им максимально допустимых значений происходит снижение частоты вращения выходного вала двигателя и падение мощности машины. Подсистема автоматической защиты от перегрузок обеспечивает снижение усилия резания грунта до заданного значения путем поднятия отвала бульдозера. В качестве контролируемого параметра, ха-

рактически нагружен на двигатель, в данном случае выбрана частота вращения  $n_{дв}$  выходного вала двигателя, которая измеряется тахогенератором ТГ. Напряжение с выхода тахогенератора, пропорциональное частоте вращения, сравнивается элементом ЭС4 и результат сравнения  $\Delta U_c$  подается одновременно на вход подсистем управления положением отвала и фотоприемника. Сигнал, поступающий на вход элемента сравнения ЭС2, обрабатывается исполнительным механизмом ИМ2, что приводит к выглублению отвала и уменьшению силы резания. Так как при этом фотоприемник поднимается вместе с отвалом, то он выходит за пределы проектной плоскости, задаваемой лазерным лучом. Возврат его в исходное положение обеспечивается путем подачи с элемента ЭС4 корректирующего сигнала на вход элемента ЭС3 подсистемы управления перемещением фотоприемника ФПУ. Система «Комбиплан-10ЛП» имеет следующие технические показатели: диапазон установки стабилизируемого уклона в продольной и поперечной плоскостях  $\pm 8,8\%$ , диапазон ступенчатой установки угла наклона  $\pm 48^\circ$ , шаг ступенчатой установки уклона  $8^\circ$ , порог чувствительности системы  $0,2\%$ , диапазон перемещения фотоприемного устройства  $0 \dots 200$  мм. Применение этой аппаратуры на планировочных работах позволяет сократить в 1,5–2 раза число рабочих проходов, получить ровность спланированной поверхности в пределах  $\pm 4$  см и сократить на 20 % расход топлива.

Аналогичные устройства автоматизации выпускаются для управления скреперами. Это системы «Стабилоплан-10», «Копир-Стабилоплан-10» и др. Аппаратура «Копир-Стабилоплан-10» обеспечивает автоматическую стабилизацию ковша скрепера по высоте, управление задней стенкой ковша и защиту двигателя от перегрузки на планировочных операциях. Она устанавливается на скреперах с гидравлическим управлением и предусматривает работу как в автономном, так и в копирном режимах по лучу лазера.

Система «Копир-Стабилоплан-10» имеет пять подсистем управления, каждая из которых содержит замкнутый контур регулирования, состоящий из соответствующего датчика, задатчика, элемента сравнения, усилителя и исполнительного механизма (рис. 5.4).



**Рис. 5.4** Схема системы «Копир-Стабилоплан-10»

Подсистема стабилизации углового положения  $\alpha$  ковша скрепера в продольной плоскости идентична подсистеме аппаратуры «Комбиплан-10ЛП». Маятниковый датчик ДКБ подсистемы устанавливается на буфере ковша скрепера. Его информация через элементы ЭС1 и УС1 отрабатывается гидроцилиндром подъема и опускания ковша.

Положение ковша по высоте стабилизируется подсистемой управления, работающей в копирном режиме с лазерным опорным лучом. Переход с автономного режима в копирный производится переключателем с пульта управления ПУ. Задание положения фотоприемника ФПУ производится подсистемой дистанционного управления, включающей механизм перемещения МП, щуповой датчик обратной связи ДЩБ, элемент сравнения ЭС3 и усилителя УС3.

Защита двигателя тягача от перегрузок выполняется подсистемой, контролирующей с помощью тахогенератора ТГ частоту вращения  $n$  вала тягового двигателя и формирующей на элементе сравнения ЭС4 корректирующий сигнал, который подается в подсистемы регулирования положения ковша и фо-



Стабилизация положения отвала по высоте  $h$  в продольной плоскости выполняется подсистемой управления, работающей в копирном режиме. При этом используется копирный трос и щуповой датчик ДЩБ. В системе предусмотрена возможность установки в случае необходимости двух копирных тросов: с правой и левой стороны машины. Сигнал с датчиков анализируется подсистемой управления и преобразуется ею в управляющие сигналы, которые обрабатываются гидросистемой ИМ1.

Для стабилизации движения автогрейдера по курсу в состав аппаратуры «Профиль-30» входит двухконтурная подсистема, использующая щуповой датчик угла поворота сошки ДС. Регулируемым параметром в данном случае является расстояние между осью автогрейдера и копирным тросом, которое контролируется щуповым датчиком ДК. Одновременно с этим датчик ДС контролирует положение колес автогрейдера. Получаемая от датчиков информация анализируется устройством сравнения ЭСЗ, и на ее основе вырабатываются управляющие сигналы, которые подаются для отработки на исполнительную гидросистему ИМЗ.

Система «Профиль-30» имеет диапазон установки стабилизируемого поперечного уклона  $\pm 8,8\%$ , диапазон установки отвала по высоте по жестким направляющим  $0 \dots 10$  мм и по лазерному лучу –  $0 \dots 500$  мм. Система может работать в копирном режиме с лазерным задатчиком направления.

**Использование рассмотренных систем для автоматизации землеройно-транспортных машин существенно увеличивает экономический эффект при общем повышении качества работы. В настоящее время проводятся работы по созданию на базе микроэлектронной и микропроцессорной техники систем с программным управлением рабочим органом по вертикальным и угловым координатам, а также управлением курсом движения машин.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Земляные работы являются наиболее трудоемкими, так как требуют больших затрат труда на разработку и перемещение единицы (кубического метра) грунта.

В нашей стране много внимания уделяется механизации строительства, в том числе и земляных работ. Для выполнения большого объема работ и повышения эффективности механизации необходимо увеличить количество машин повышенной единичной мощности и, в частности, оснастить строительные организации скреперами с ковшем вместимостью  $25 \text{ м}^3$ , бульдозерами с рыхлителями на тракторах мощностью 180, 250 и 330 л.с., большегрузными транспортными средствами. Должно быть расширено применение автоматического управления рабочих органов бульдозеров, скреперов, грейдеров.

Необходимо обеспечить создание и освоение выпуска систем машин для комплексной механизации работ в промышленном, сельскохозяйственном, мелиоративном, жилищном, дорожном строительстве, машин повышенной единичной мощности с широким применением гидравлики и автоматики. Освоить производство и организовать серийный выпуск новейшего оборудования для скоростного строительства магистральных автомобильных дорог.

Для осуществления этой задачи требуется создание новых мощных высокопроизводительных машин, выполняющих земляные работы.

В связи с выпуском новых промышленных тракторов единичная мощность бульдозеров, скреперов и других строительных машин увеличивается. Работа на этих мощных и высокопроизводительных машинах требует от машиниста больших знаний, умения и опыта.

### *вопросы для самопроверки*

- 1 Классификация землеройно-транспортных машин.
- 2 Назначение, классификация. Устройство и рабочие процессы бульдозеров с неповоротным и поворотным отвалами, скреперов, грейдеров и грейдер-элеваторов.

- 3 Производительность бульдозеров и скреперов и пути ее повышения.
- 4 Рабочие процессы бульдозера, грейдера, скрепера.
- 5 Виды земляных работ, выполняемых бульдозерами, грейдерами, скреперами.
- 6 Порядок установки и замены ножей землеройно-транспортных машин.
- 7 Назначение и принцип действия автоматизированной системы.
- 8 Средства автоматического управления землеройно-транспортных машин.
- 9 Назначение и принцип действия автоматизированной системы «Стабилоплан-10», «Копир-Стабилоплан-10».
- 10 Назначение и принцип действия автоматизированной системы «Профиль-30».

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Строительные машины: Учеб. для вузов / Д.П. Волков, Н.И. Алешин, В.Я. Крикун, О.Е. Рынсков. Под ред. Д.П. Волкова. М.: Высш. шк., 1998. 319 с.**
- 2 **Доценко А.М. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб. для строительных вузов. М.: Высш. шк., 1995. 400 с.**
- 3 **Строительные машины: Справочник: В 2 т.: 5-е изд., перераб. Т.1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др.; под общ. ред. Э.Н. Кузина: М.: Машиностроение, 1991. 496 с.**
- 4 **Залко А.И., Ронинсон Э.Г., Сидоров Н.А. Самоходные скреперы. М.: Машиностроение, 1991. 256 с.**
- 5 **Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование: Справочник для строит. спец. вузов и инж.-техн. работников. М.: Высш. шк., 1991. 456. с.**
- 6 **Строительные машины: Отраслевой каталог: 5-е изд. / ЦИИТ-строймаш. М., 1988.**
- 7 **Холодов А.М., Ничке В.В., Назаров Л.В. Землеройно-транспортные машины: Справочник. Харьков: Высш. шк. Изд-во Харьк. ун-та, 1982. 192 с.**
- 8 **Паршин Д.Я., Булгаков А.Г. Автоматизация и роботизация строительного-монтажных работ: Учеб. пособие. Новочеркасск: Изд-во Новочеркасского политехн. ин-та, 1988. 87 с.**

### Оглавление

#### ВВЕДЕНИЕ

1	БУЛЬДОЗЕРЫ	И	РЫХЛИТЕЛИ	
	1.1		Бульдозеры с неповоротным отвалом	
	1.2		Бульдозеры с поворотным отвалом	
	1.3		Бульдозеры-рыхлители	
	1.4		Рабочие процессы бульдозеров	
2	ГРЕЙДЕРЫ	И	АВТОГРЕЙДЕРЫ	
	2.1		Прицепные грейдеры	
	2.2		Автогрейдеры	
	2.3		Рабочие процессы грейдера и автогрейдера	
3	СКРЕПЕРЫ			

3.1	Прицепные	скреперы
3.2	Полуприцепные	скреперы
3.3	Самоходные пневмоколесные	скреперы
3.4	Рабочие процессы	скреперов
4	НОЖИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН .....	
5	СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫМИ МАШИНАМИ .....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		
ВОПРОСЫ ДЛ Я САМОПРОВЕРКИ		
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ		