

# ЛЕКЦИЯ. ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПЕЙ ИЗ БОКОВЫХ РЕЗЕРВОВ БУЛЬДОЗЕРАМИ



Бульдозеры предназначены для выполнения различных земляных работ:

1. срезают растительный грунт с полосы отвода;
2. планируют площадки и в частности основания насыпей;
3. возводят насыпи высотой до 2 м из односторонних или двусторонних резервов (рис. 1);
4. разрабатывают грунт в выемках с перемещением его на расстояние 50...150 м;
5. разрабатывают грунт котлованов под фундаменты и траншеи;
6. разравнивают грунт в технологический слой требуемой толщины;
7. срезают грунт на косогорах (для нарезки уступов, устройства полувыемок-полунасыпей и т. п.);
8. нарезают кюветы и неглубокие водоотводные каналы; засыпают пазухи, котлованы, траншеи, резервы, ямы и овраги; планируют площадки и т. д.



**Бульдозер** – это один из главных видов техники, без которого, не обходится ни один строительный процесс. Основной рабочий орган бульдозера – отвал. Отвал может быть, как прямолинейный, так и криволинейный, который, в обязательном порядке, расположен вне колесной базы машины.

В качестве основной (ведущей) машины бульдозеры можно использовать при возведении насыпей высотой до двух метров из грунтов боковых резервов, но наибольшая эффективность бульдозеров имеет место при вариации высоты насыпей в пределах **1...1,5 м.**

## Классификация бульдозеров

Бульдозеры подразделяют по пяти признакам, к которым относятся:

1. Назначение;
2. Конструкция ходовой части – (колесные и гусеничные);
3. Тяговому усилию (классу) машины;
4. Способ управления отвалом – (с механическим и гидравлическим приводом);
5. Способ установки отвала – (поворотный и неповоротный);

Бульдозеры различают, главным образом, по способу установки отвала. По этому критерию они делятся на машины:

1. с **неповоротным отвалом**, который устанавливается перпендикулярно продольной оси технического средства;
2. с **поворотным отвалом**, который можно монтировать диагонально с наклоном в обе стороны от продольной оси бульдозера или же перпендикулярно к ней;
3. с **универсальным отвалом**, который состоит из двух половин, соединенных на шарнирах, и может быть установлен как под наклоном к оси, так и перпендикулярно.

**Поворотный отвал** может быть установлен и закреплен под углом 90 и 60° к продольной оси трактора в обе стороны. Кроме того, у некоторых бульдозеров отвал можно устанавливать в наклонном положении до 5° к горизонтальной плоскости.

Неповоротный полусферический



Неповоротный прямой



**Неповоротные** включают в себя прямой, сферический и полусферический отвалы. Торцы этих отвалов закрыты двумя боковыми щеками для снижения потерь грунта при транспортировании. Лобовой лист завершается вверху козырьком, приваренным под углом к лобовому листу. Козырек препятствует пересыпанию грунта через верхнюю кромку отвала и улучшает формирование призмы волочения грунта. Для защиты от повреждений гидроцилиндров и радиатора двигателя от пересыпающегося материала некоторые фирмы используют решетки, устанавливаемые сверху на отвалах, и щитки.

**Прямой отвал бульдозера** используется при разработке широкого диапазона немерзлых грунтов, включая легкие скальные.

**Сферический отвал бульдозера** эффективен для перемещения значительных объемов легких грунтов на большие расстояния. Он состоит из трех секций: центральной и двух боковых. Последние расположены под углом в плане до  $25^\circ$ . Изогнутая в плане форма отвала обеспечивает смещение грунта к середине отвала, обеспечивая при транспортировании минимальные потери материала.

**Полусферический отвал бульдозера** сочетает способности прямого отвала хорошо врезаться в грунт и сферического отвала перемещать большие объемы материала за счет коротких боковых секций, установленных под углом до  $25^\circ$  к центральной секции.

**Прямой отвал**



**Полусферический отвал**



**Сферический отвал**



**Поворотный отвал бульдозера** применяется при поперечной транспортировке грунта для засыпки траншей, укладки насыпи и при расчистке территории от снега, мусора, растительности. Отвал может поворачиваться в плане вокруг шарнира на раме в обе стороны. По форме это прямой отвал без боковых щек, удлиненный по ширине и укороченный по высоте.

## Поворотный прямой



Универсальный отвал представляет собой конструкцию, состоящую из двух частей. Они соединяются между собой на шарнирах и устанавливаются к оси под небольшим наклоном или перпендикулярно. Чаще всего бульдозеры с универсальным отвалом носят название путеукладчиков.

Различают следующие виды бульдозеров:

1. Бульдозеры **общего назначения** оснащены основными отвалами.
2. Бульдозеры **специального назначения** обеспечивают выполнение узкоспециализированных работ, и используются для этого отвала соответствующего назначения.
3. Бульдозеры **многоцелевого назначения**, у которых сзади трактора монтируют специальное рабочее оборудование: цепной траншекопатель, плужный нож кабелеукладчика, рыхлительный агрегат, тяговую лебедку.

Бульдозеры общего назначения оснащаются основными отвалами, выпускаемыми почти всеми производителями. Эти бульдозеры применяют для всех основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ преимущественно для разработки грунтов I, II и III группы трудности.

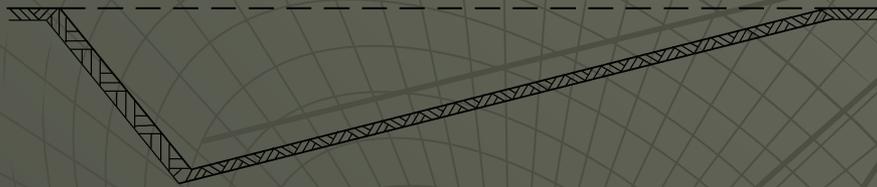
## Отсыпка насыпи из бокового резерва

Рабочий цикл бульдозера при возведении земляного полотна состоит из резания грунта, его перемещения, укладки и обратного холостого хода бульдозера в забой.

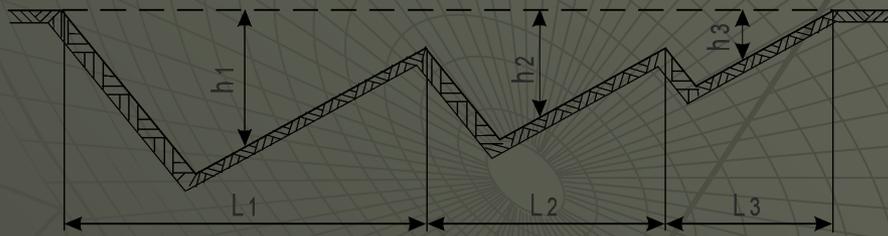
### Схемы резания грунта Прямоугольная (Ленточная)



### Клиновья



### Гребенчатая



Разработку грунта бульдозером начинают с резания и набора грунта.

Прямоугольное резание применяют, когда заглубление по условиям производства работ требуется относительно небольшим, например при снятии растительного слоя толщиной 10...15 см. Такое резание возможно при работе бульдозера под уклон. В этом случае сопротивление перемещению грунта впереди отвала (так же, как и перемещению самого тягача) значительно меньше, чем при работе по горизонтали или на подъем.

При других условиях для эффективной работы нужно чтобы тяговое усилие было переменным: наибольшее — в начале резания грунта, наименьшее — к концу.

Следовательно, начинать резание необходимо при максимальном заглублении отвала  $h$ , уменьшая это заглубление по мере образования перед отвалом достаточного количества грунта. Стружка резания при этом получает форму клина. Такое резание возможно в легких грунтах и на горизонтальных участках.

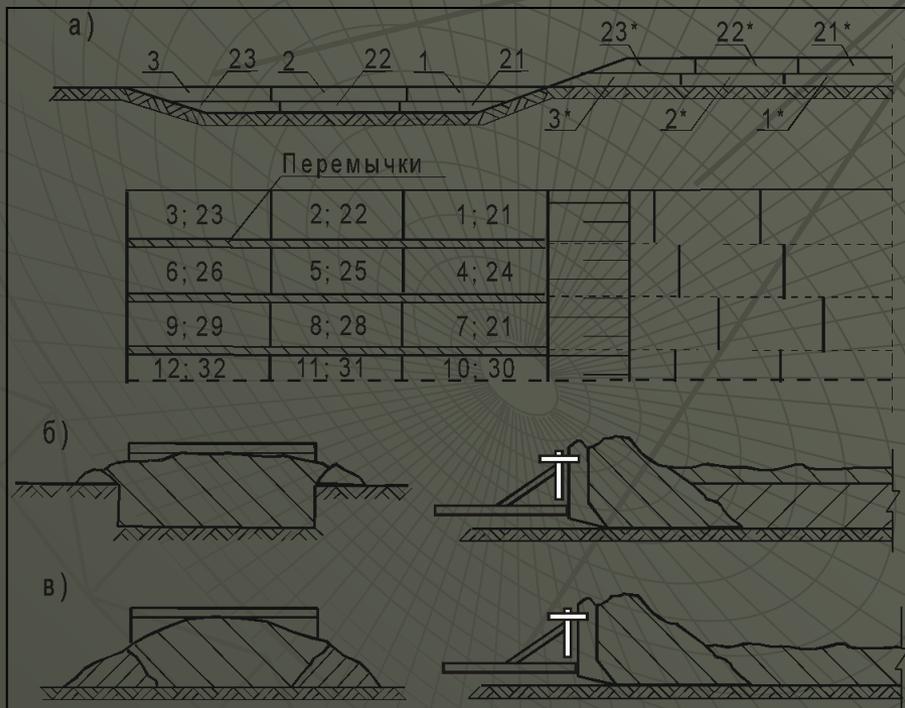
При разработке тяжелого грунта на подъем сопротивления резанию могут быть настолько значительны, что из-за снижения частоты вращения двигателя трактора потребуется поднятие отвала даже при недостаточном наборе грунта перед ним. В этом случае следует повторить заглубление отвала, как только двигатель трактора наберет нормальные обороты, причем повторение этого приема может быть многократным. Стружка резания при такой работе будет иметь гребенчатую форму. При гребенчатом резании трехкратного заглубления для грунтов средней трудности (II и III группы) рекомендуют следующие размеры стружки:  $h_1 = 25—30$  см,  $L_1 = 3—3,5$  м;  $h_2 = 15—12$  см,  $L_2 = 2—2,5$  м;  $h_3 = 12—10$  см,  $L_3 = 1,5—2,0$  м.

Когда по местным условиям можно вести разработку грунта при движении под уклон, это значительно повышает производительность машин. При работе под уклон увеличивается сила тяги машины, а при работе на подъем наблюдается обратное явление.

Изменение производительности бульдозера при работе под уклон и на подъем по отношению к производительности на горизонтальной поверхности

Вид поверхности	Производительность, %
Горизонтальная поверхность	100
Уклон 10 ‰	150-200
Уклон 20 ‰	До 250
Подъем 10 ‰	60-70

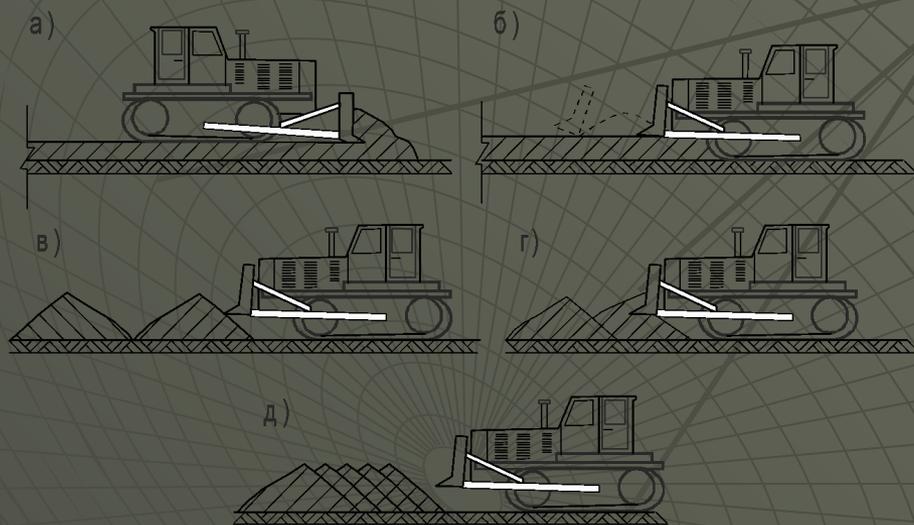
### Схема разработки грунта в боковом резерве и его перемещения в насыпь



Перемещение грунта к месту укладки начинается сразу же по окончании набора его перед отвалом. При перемещении грунт осыпается по краям отвала, что вызывает значительные потери. Для уменьшения потерь при перемещении грунта применяют два способа по траншее в грунте естественного состояния: по траншее образованной из валов грунта, осыпавшегося во время предыдущих проходов бульдозера. Для получения траншей в грунте зарезание выполняют бульдозером по одному и тому же следу несколько раз. Объем грунта, перемещаемого по траншее за один проход бульдозера, увеличивается в среднем на 20%. Когда траншеею в грунте получить невозможно (сыпучие песчаные или сухие насыпные грунты) грунт перемещают по одному и тому же следу несколько раз. В результате чего из осыпавшегося по краям отвала грунта образуются валы между которыми получается траншея. Высота валов может достигнуть 40—60 см, что в дальнейшем почти полностью исключает потери грунта во время перемещения его в пределах траншеи.

Укладку перемещаемого грунта можно выполнять различными способами. Наиболее распространенный способ послойного распределения. При укладке грунта отвал бульдозера во время движения поднимают на высоту 15—20 см и грунт распределяется ровным слоем соответствующей толщины. Этот способ называется укладкой «от себя».

При другом способе послойного распределения машинист, доставив грунт к месту укладки и не останавливая бульдозер, быстро поднимает отвал и на 1,0—1,5 м и продвигается вперед с поднятым отвалом. После этого останавливает машину, опускает отвал на грунт, включает заднюю скорость и, двигаясь задним ходом, тыльной стороной отвала разравнивает доставленный грунт. Этот способ называется укладкой «на себя».



При необходимости распределения грунта более толстыми слоями применяют другие способы распределения грунта. Доставленный грунт оставляют в виде отдельных куч, расположенных на определенном расстоянии друг от друга, а затем поднятым на нужную высоту отвалом бульдозера производят распределение грунта слоем требуемой толщины. При укладке грунта отдельными кучами высота их равна примерно 0,6—0,7 м, а расстояние между ними такое, что подошвы их откосов касаются друг друга. После разравнивания получается слой толщиной 0,25—0,3 м.

При укладке грунта «вполприжим» высота куч равна 0,7—0,9 м; после их разравнивания получается слой толщиной 0,4—0,6 м. При укладке грунта «вприжим» высота куч достигает 1,0—1,2 м; после их разравнивания получается слой до 0,6—0,8 м.

После завершения операции по освобождению отвала грунта машинист возвращает бульдозер в исходное положение. В зависимости от дальности перемещения грунта машина возвращается в исходное положение задним ходом (без разворота машины) или передним ходом (с разворотом машины). При перемещении грунта на расстояние менее чем 50 м холостой ход бульдозера выполняют задним ходом.

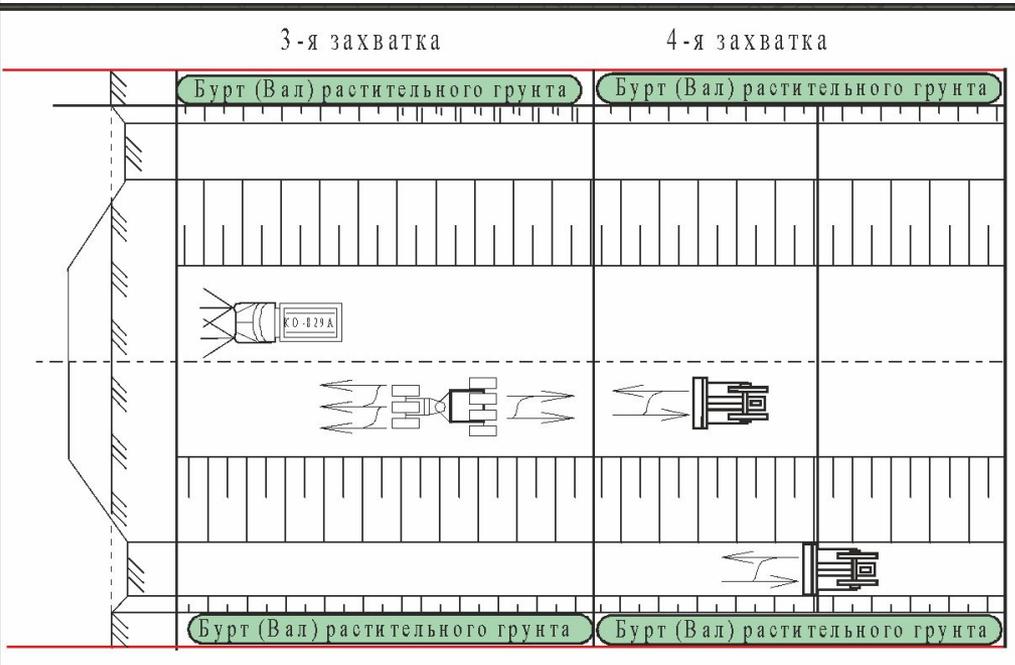
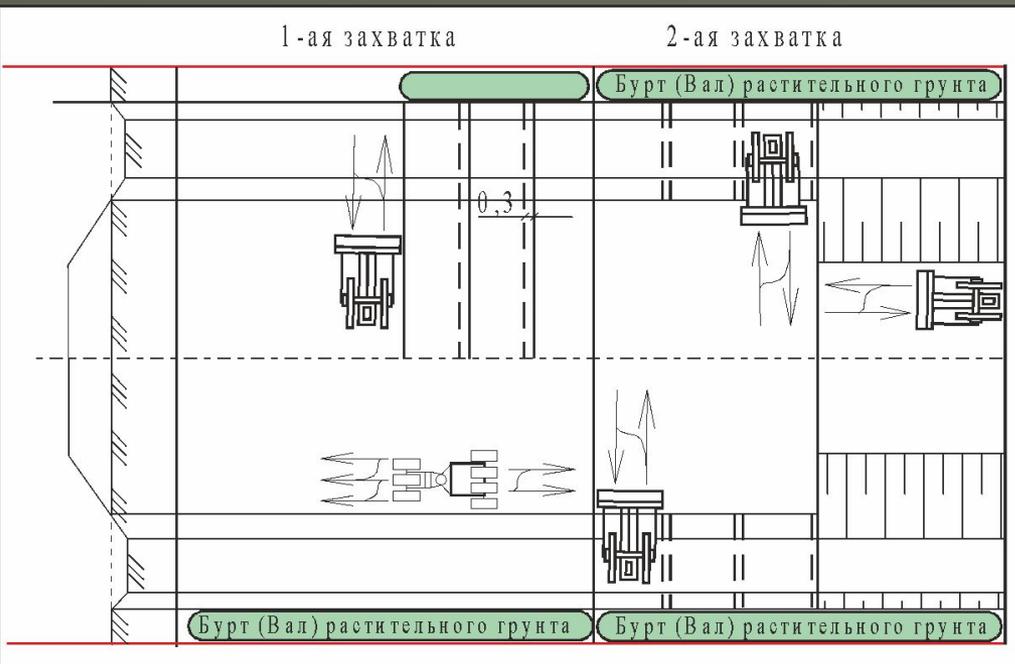
## Технология и организация работ

При строительстве насыпей из грунтов боковых резервов бульдозером, эти машины выполняют почти весь комплекс работ, который состоит в следующем:

1. удаление растительного грунта **бульдозером**;
2. при необходимости выполняется планировка основания насыпи **бульдозером (эта в состав типовых технологических карт как правило не входит)**;
3. уплотнение естественного основания насыпи **катками**;
4. разработка грунта в боковом резерве и его перемещение в насыпь **бульдозером**;
5. разравнивание грунта в технологический слой и планировка поверхности **бульдозером**;
6. при необходимости увлажнение (**поливомоечной машиной**) или осушение грунта (**выбор средств механизации определяется способом осушения**);
7. уплотнение грунта технологического слоя **катками**;
8. планировка поверхности земляного полотна и дна резервов **бульдозером**;
9. рекультивация резервов и откосов насыпи (**выбор средств механизации определяется способом укрепления откосов**). Обратная надвижка растительного грунта может быть **бульдозером**;

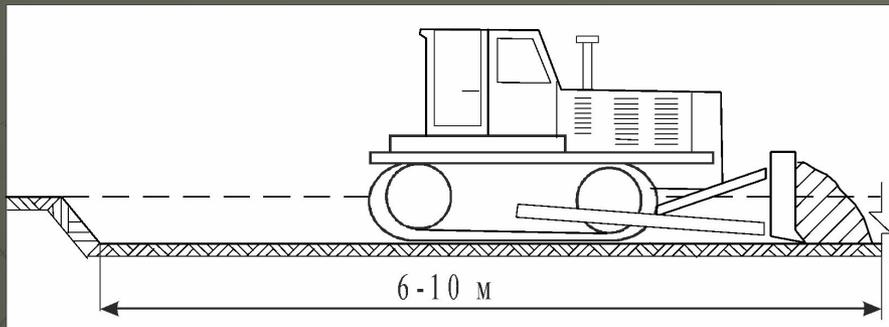
Для выполнения перечисленных работ требуется как минимум 4 захватки.

1. На первой захватке выполняют: срезку растительного грунта, планировку и уплотнение основания насыпи.
2. На второй захватке производят: разработку грунта в резерве и его перемещение в насыпь, а так же разравнивание грунта в технологический слой;
3. Третья захватка отводится под увлажнение грунта и уплотнение технологического слоя;
4. На четвертой захватки выполняют планировку всех поверхностей и откосов,



Как правило растительный слой грунта удаляют непосредственно при возведении насыпей. Поэтому первой технологической операцией обычно бывает срезка растительного грунта, которую выполняют бульдозерами. Толщину срезаемого слоя растительного грунта устанавливают по согласованию с землепользователями. Обычно плотность грунта естественного основания недостаточна, что требует уплотнения основания насыпи.

Разработка грунта в резерве и его перемещение в насыпь. Для повышения производительности бульдозеров резервы целесообразно разрабатывать траншейным способом. Первое зарезание грунта бульдозер производит на внутренней части резерва, следующее на внешней так, чтобы образовалась одна сплошная неглубокая траншея, перпендикулярная оси дороги. Вырезанный грунт перемещают в насыпь. Затем зарезание производят параллельно первой траншее на расстоянии от нее 0,5 – 0,8 м. В дальнейшем зарезанье производят последовательно на всей захватке и получают грунт для создания всего первого слоя насыпи на этой захватке. После профилирования и уплотнения первого слоя насыпи производят зарезание грунта бульдозером вновь на месте образованных траншей в той же последовательности и получают грунт для создания второго слоя насыпи. Этот процесс повторяют столько раз, сколько слоев нужно уложить в каждую отдельную насыпь. При разработке грунта для последнего слоя насыпи срезают «стенки», образовавшиеся между траншеями, и грунт от них также распределяют в последний слой насыпи.



При поперечном уклоне резерва в сторону насыпи резание следует выполнять прямоугольным способом. Разработку грунта следует вести на первой передаче, так как с увеличением скорости возрастают потери грунта.

Разравнивание грунта и планировку поверхности слоев производят бульдозерами или автогрейдерами. Предварительное разравнивание часто осуществляют в процессе послойной укладки грунта. Послойное разравнивание грунта и планировку поверхности выполняют после отсыпки каждого слоя на всю ширину земляного полотна на всей захватке. Поверхности верхнего слоя насыпи придают поперечный требуемый поперечный уклон  $20-40\text{‰}$  от оси к бровкам земляного полотна. Поверхность других слоев планируют с такими же уклонами только при длительных перерывах в работе для обеспечения стока дождевой воды, а в остальных случаях поверхность делают горизонтальной.

# ЛЕКЦИЯ 6. ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПЕЙ ИЗ БОКОВЫХ РЕЗЕРВОВ АВТОГРЕЙДЕРОМ

Автогрейдеры предназначены главным образом для работ по разравниванию и профилированию грунта. Их используют для разравнивания и профилирования песка, щебня и гравия, грунтов и материалов, укрепленных и обработанных вяжущим. Применяют при снегоочистке дорог. Возведение насыпей из грунта боковых резервов возможно при их небольшой высоте, примерно до 0,8 м.

Планировка поверхностей



Планировка откосов



Разравнивание асфальтобетонной смеси



Ремонт автодороги. Разравнивание асфальтобетонной смеси автогрейдером GC-1402  
© Михаил Яковлев (ktynzq) / Фотобанк Лори



lori.ru/2785019

Классификация. Автогрейдеры классифицируют по следующим основным признакам:

1. Мощности двигателя и соответствующей ей массе;
2. колесной схеме;
3. типу задней тележки;
4. типу трансмиссии.

Автогрейдеры делят на

1. легкие (мощность двигателя около 60 л. с.);
2. средние (мощность двигателя около 100 л. с.);
3. тяжелые (мощность двигателя больше 160 л. с.).

Колесная схема оказывает существенное влияние на тяговое усилие, развиваемое автогрейдером, и его планирующие способности. Колесная схема автогрейдера определяется формулой А-Б-В, где А — число осей с управляемыми колесами; Б — число осей с ведущими колесами и В — общее число осей.

Чем больше у автогрейдера ведущих колес по сравнению с общим их количеством, тем лучшие тяговые характеристики имеет машина. От тяговой характеристики автогрейдера зависит и область его применения. Так, автогрейдеры тяжелого типа участвуют в возведении насыпей, земляного полотна, при строительстве дорог в тяжелых грунтовых условиях, среднего типа — при сооружении дорог в средних грунтовых условиях, при ремонте и восстановлении грунтовых дорог, легкого типа — выполняют работы по содержанию и ремонту дорог.

По особенностям колесной схемы отечественные автогрейдеры подразделяются на две группы: на автогрейдеры с тремя осями, из которых две ведущих и одна управляемая (колесная схема 1-2-3), и автогрейдеры с тремя осями, из которых три ведущих и одна управляемая (колесная схема 1-3-3). Первую колесную схему имеют легкие и средние автогрейдеры, вторую — тяжелые.

Совершенно естественно, что более тяжелые автогрейдеры снабжены и более мощными двигателями, обеспечивающими их работу, т. е. их удельная мощность должна быть выше. Вместе с тем тяговые возможности ведущих колес могут быть реализованы в том случае, если они находятся постоянно в контакте с дорожной поверхностью при любых ее неровностях. Поэтому большое внимание на автогрейдерах уделяется конструкции задней тележки, снабженной ведущими колесами.

По конструкции задней тележки автогрейдеры делятся на две группы: на автогрейдеры с бортовыми редукторами и их балансирующей подвеской на раме машины и на автогрейдеры, имеющие отдельные ведущие мосты и также их балансирующую подвеску на раме. Первая конструкция свойственна легким и средним автогрейдерам, вторая — только тяжелым.

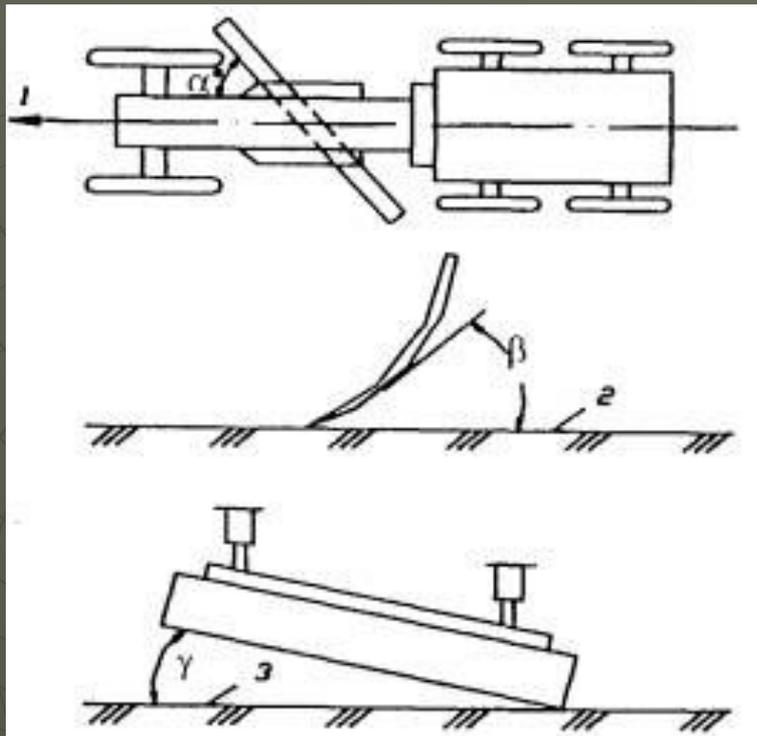
Балансирующая подвеска позволяет независимо качаться в продольной плоскости задним ведущим колесам правой и левой стороны автогрейдера и тем самым не дает им возможности отрываться от дорожного полотна (вывешиваться). Применение отдельных ведущих мостов по сравнению с бортовыми редукторами ограничивает амплитуду покачивания колес в продольной плоскости машины, но позволяет обеспечить независимый привод каждого колеса и использовать унифицированные ведущие мосты. Помимо развески по колесам, особенностей колесной схемы и конструкции задней тележки, на тяговые характеристики автогрейдера оказывает влияние и тип ходовой трансмиссии.

По типу трансмиссии автогрейдеры бывают с **механической и гидромеханической** трансмиссией. Первая состоит из одних механических передач, вторая — из комплекса механических передач и гидротрансформатора с гидросистемой управления. Гидромеханическая трансмиссия позволяет повысить тяговые характеристики и ей оснащают тяжелые автогрейдеры.

Разработку резерва начинают от внутренней бровки. Перемещение грунта осуществляют за несколько проходов; эта операция наиболее трудоемкая, она составляет до 75% от общего числа проходов. Поэтому иногда производят два зарезания, после чего выполняют перемещение этого грунта, затем вновь два зарезания и перемещение и т. д. Укладку грунта производят одним из двух способов — вполуприжим и вприжим. Оба эти способа не обеспечивают равномерного слоя его качественного уплотнения. Грунт, надвинутый автогрейдером необходимо немедленно разравнивать, не допуская складывания в виде кучек и валов.

Зарезание грунта выполняют на I передаче автогрейдера половиной длины ножа при наибольшей толщине срезаемой стружки, а перемещение и разравнивание на II и III передачах по возможности всей длиной ножа. Углы установки ножа автогрейдера для выполнения операций по зарезанию, перемещению и разравниванию грунта устанавливаются в зависимости от вида и состояния грунтов.

Операция	углы установки отвала, град.		
	захвата	резания	наклона
Зарезание грунтов I группы трудности при первом проходе	40–45	До 40	До 13
Зарезание грунтов II и III группы трудности при первом проходе	35–40	До 45	До 13
Зарезание грунтов при последующих проходах	35–40	До 45	3–5
Перемещение грунтов I группы трудности	35–45	До 45	4–6
Перемещение грунтов II и III группы трудности	40–50	До 40	3–5
Разравнивание грунтов	55–60	45–60	До 1,5



1. **угол захвата  $\alpha$**  - образуемый осью ножа и направлением движения автогрейдера;
2. **угол резания  $\beta$**  - образуемый в вертикальной плоскости режущим ребром ножа с горизонтальной плоскостью;
3. **угол наклона  $\gamma$**  - образуемый линией горизонта и режущей кромкой ножа