

Содержание

Введение	4
1 Назначение, общее устройство и принцип работы бульдозера ДЭТ - 250	5
1. 1 Назначение ДЭТ - 250	5
1. 2 Общее устройство ДЭТ - 250	6
1. 3 Принцип работы бульдозера ДЭТ - 250	7
2 Рабочие органы	9
3 Технологические схемы проведения работ	12
4 Определение производительности бульдозера	17
5 Влияние свойств грунта на производительность машины	20
6 Пути повышения производительности бульдозера	23
Заключение	26

Введение

При строительстве и ремонте дорог, рытье траншей, каналов, добыче полезных ископаемых и на многих других работах применяются Землеройно-транспортные машины. Землеройно-транспортными называют машины с ножевым рабочем 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. Первые два типа машин, особенно бульдозеры, широко используются в промышленном и гражданском строительстве. В зависимости от вида рабочего оборудования отдельный грунт накапливается перед отвалом или поступает в ковш, в котором транспортируется к месту отсыпки. Основными преимуществами землеройно-транспортных машин является возможность совмещения в одном рабочем цикле всего комплекса операций по копанью, перемещению, отсыпанию грунта с предварительным разравниванием и частичным уплотнением, простота конструкции и высокая производительность.

Данный курсовой проект посвящен изучению бульдозера.

Бульдозер представляет собой универсальную землеройно-транспортную машину, состоящую из гусеничного или пневмоколесного трактора, оснащенного навесным оборудованием и органами управления. Навесное бульдозерное оборудование состоит из: отвала с ножами; толкающей рамы с подкосами, к которым крепится отвал; привода, обеспечивающего подъем и опускание отвала во время работы, а в отдельных моделях бульдозеров также и изменение положения отвала в плане.

Бульдозеры классифицируются по основным признакам:

по назначению, тяговым показателям (тяговому классу базовой машины), типу ходовой части, рабочему органу и виду управления рабочим органом.

По назначению бульдозеры подразделяются на общего назначения и бульдозеры специального назначения. Бульдозеры общего назначения применяют для всех основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ преимущественно для разработки грунтов I, II и III категорий. Бульдозеры специального назначения – в особых условиях (к специальным бульдозерам относятся толкачи, бульдозеры для работы в подземных и подводных условиях и т. п.).

По тяговым показателям базовых машин бульдозеры подразделяются на сверхлегкие, легкие, средние, тяжелые и сверхтяжелые.

По ходовой части бульдозеры подразделяются на гусеничные и пневмоколесные; по рабочему органу — с неповоротным и с поворотным отвалами; по виду управления рабочим органом — с механическим, гидравлическим и пневматическим управлениями.

1 Назначение, общее устройство и принцип работы бульдозера ДЭТ - 250

1.1 Назначение бульдозера

Бульдозер ДЭТ 250 (рисунок 1) относится к тракторам промышленного назначения тягового класса 25, оборудованный бульдозерно-рыхлительным оборудованием. Аббревиатура ДЭТ-250 расшифровывается как Дизель-Электрический Трактор тягового класса 250 кН. На бульдозер ДЭТ 250 установлена электромеханическая трансмиссия, которая позволяет регулировать тяговые усилия вне зависимости от скорости.

Бульдозер ДЭТ-250 предназначен для выполнения землеройных работ на строительстве различных объектов, добыче полезных ископаемых и рыхления скальных пород в горно-добывающей отрасли.

Бульдозеры-рыхлители применяют для предварительного послойного рыхления и перемещения плотных каменистых, мерзлых и скальных грунтов при устройстве строительных площадок, рытье котлованов и широких траншей, а также для взламывания дорожных покрытий. Разрушение грунтов и пород происходит при поступательном движении машины и одновременном принудительном заглублении зубьев рабочего органа до заданной отметки. В процессе рыхления массив грунта разделяется на куски (глыбы) таких размеров, которые удобны для последующей их эффективной разработки, погрузки и транспортирования другими машинами.



Рисунок 1 – Общий вид бульдозера ДЭТ – 250

Основное назначение бульдозера:

- послойная разработка грунта с дальнейшим его перемещением по поверхности земли. Перемещение грунта производится посредством отвала.

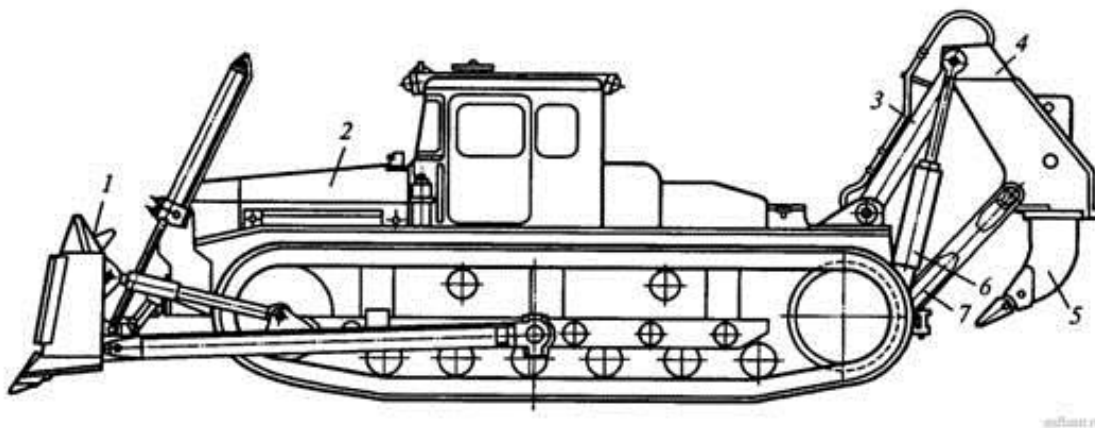
- снятие плодородного слоя земли для подготовки строительных площадок, разработки неглубоких каналов, зачистки пологих откосов, сооружения насыпей, планировочных работ для зачистки оснований под фундаменты зданий и планировки трасс.

Бульдозер нашел применение при работах на железных дорогах – в восстановительных поездах. ДЭТ-250 может работать как бульдозером, так и рыхлителем, и траншейным экскаватором. Кроме того, на него можно установить буровое оборудование, что позволяет производить бурение ям и установку опор из железобетона.

1.2 Общее устройство бульдозера

Общее устройство бульдозера (рисунок 2) рассмотрим на примере ДЭТ-250М2Б1Р1. Оно состоит из базового трактора ДЭТ-250М2 2, бульдозерного оборудования 1 и заднего рыхлительного оборудования.

Однозубое рыхлительное оборудование бульдозера ДЭТ-250М2Б1Р1 с четырехзвенной подвеской состоит из верхней 3 и нижней 7 тяг коробчатого сечения, рабочей балки 4, с жестко закрепленным сменным зубом, механизма изменения вылета стойки зуба и двух диагонально расположенных гидроцилиндров управления рыхлителем 6. Гидроцилиндры работают от гидросистемы базового трактора и обеспечивают опускание, принудительное заглубление и фиксирование рыхлителя в определенном рабочем положении, а также подъем его при переводе в транспортное положение.



1 – бульдозерное оборудование; 2 – база трактора; 3, 7 – верхняя и нижняя, соответственно, тяги; 4 – рабочая балка; 5 – зуб; 6 – гидроцилиндры управления рыхлителем.

Рисунок 2 – Общее устройство бульдозера ДЭТ-250М2Б1Р1

Для подвески рыхлительного оборудования служат корпус заднего моста базового трактора с проушинами для крепления нижней тяги и два кронштейна для крепления верхней тяги.

Зуб 5 представляет собой удлиненную стойку со сменным и литым наконечником с износостойкой накладкой и стопорным устройством крепления накладки наконечника. Стойка зуба крепится в коробе рабочей балки 4с помощью фиксирующего пальца.

1.3 Принцип работы бульдозера

Бульдозер является одной из разновидностей спецтехники. Его основной особенностью является высокая мощность, которая не зависит от его размеров. Значит, бульдозер по праву призван самым популярным видом спецтехники, так как именно мощность является самым главным показателем любой спецтехники. Пример работы бульдозера представлен на рисунке 3.

Основные задачи бульдозеров довольно просты. Они способны перемещать очень тяжелые предметы на небольшие расстояния. Кроме того, они используются для перемещения грунтов в больших объемах. Принцип работы заключается в использовании бульдозерами собственной массы. Кроме того, они совершают данные виды работ при помощи фронтального отвала.



Рисунок 3 – Общий вид работы бульдозера

Основной принцип работы бульдозера (рисунок 4) сводится к следующему. Отвал бульдозера опускают ниже опорной поверхности на 50...200 мм в зависимости от типоразмера машины. При движении машины вперед заглубляют отвал и режут грунт стружкой определенной толщины. После образования перед отвалом призмы грунта его транспортируют на расстояние и одновременно подрезают материал. Подрезанием компенсируют потери грунта, высыпающегося из призмы через боковые поверхности отвала в боковые валики. Затем отвал поднимают, грунт

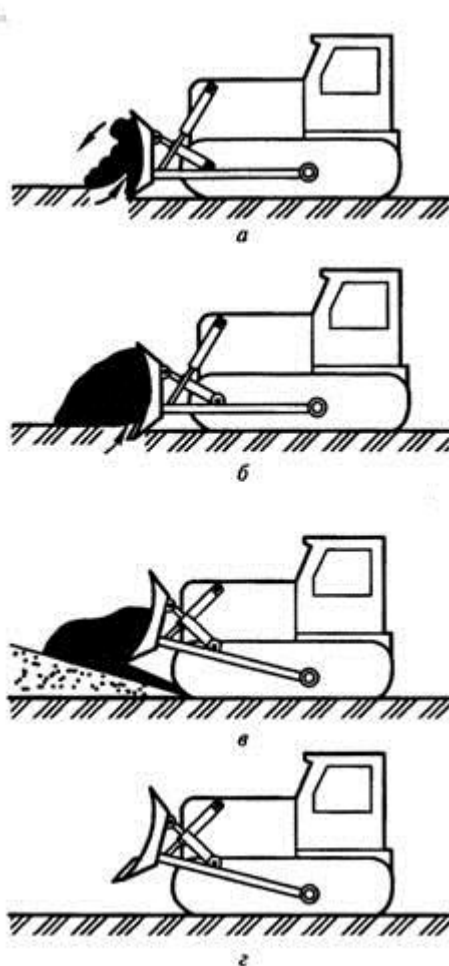
отсыпают в отвал и бульдозер откатывается задним ходом в исходное положение. Процесс перемещения грунта называют рабочим ходом, движение машины назад — холостым ходом.

Аналогичным способом засыпают траншеи и погружают грунт в транспорт.

Планировочные работы осуществляют передним ходом с отвалом, приподнятым на величину отсыпаемого слоя, или задним.

Скрепер толкают в задний буфер машины в момент наполнения ковша.

Принцип действия бульдозера-рыхлителя можно охарактеризовать двумя циклами: режим бульдозера и режим рыхлителя. В самом начале участка рыхления машина идет передним ходом, стойка с зубом при этом опускается в грунт на определенную глубину. Машина продолжает двигаться вперед, рыхля грунт зубом. Подходя к концу участка, зуб выглубляется, машина останавливается. После остановки бульдозера, включается задняя передача, и машина начинает двигаться задним ходом в начало участка. Все операции повторяются заново.



а - резание; б - транспортирование с подрезанием; в - отсыпка; г - откат назад (холостой ход)

Рисунок 4 - Схемы работы бульдозера при разработке грунтов

2 Рабочие органы бульдозера

Трактор ДЭТ – 250 предназначен для работы бульдозером и рыхлителем (в едином бульдозерно-рыхлительном агрегате). (рисунок 5, 6). Кроме того, трактор может нести оборудование ямобура, буро-крановой машины (для установки железобетонных опор ЛЭП), траншейного экскаватора.

Основной рабочий орган бульдозера — отвал с режущими грунт ножами — присоединяется посредством продольных брусьев или рамы к упряжным шарнирам несущего трактора или тягача. Отвал предназначен для отделения стружки грунта от общего массива, накатывание и перемещение грунта по поверхности земли. Для бульдозера характерны четыре вида отвала (рисунок 5): поворотный, неповоротный, полусферический и сферический.

Отвал поднимается в транспортное и опускается в рабочее положение механизмом управления.

Отвал представляет собой сварную конструкцию, состоящую из изогнутого стального листа, усиленного для большей жесткости ребрами и балками коробчатого сечения. Нижняя кромка отвала снабжена сменными (на болтах) ножами, наплавленными износостойким сплавом.

По типу рабочего органа различают бульдозеры: с неповоротным отвалом, расположенным нормально к оси движения несущего шасси и параллельно его опорной поверхности; с поворотным отвалом, который можно устанавливать в плане нормально или под углом в обе стороны относительно оси симметрии несущего шасси и перекашивать в поперечной к оси движения вертикальной плоскости относительно опорной поверхности несущего шасси.

Прямой отвал или отвал для общих бульдозерных работ используется практически на любых бульдозерных работах. Он наиболее эффективен при разработке грунтов нормальной и повышенной прочности. Имеет наибольшие значения удельной мощности и тяги на режущей кромке, быстро заглубляется в грунт и быстро наполняется.

Прямой неповоротный отвал, по конструкции похожий на отвал с регулируемым перекосом и с аналогичными функциями, но на нем не установлен цилиндр перекоса.

Отвал имеет большую мощность длину режущей кромки, обладает большой проникающей способностью. Он также имеет большую мощность вместимость, что упрощает работу с большими нагрузками. Прочность конструкции делает его пригодным для силового резания и перемещения грунта, особенно для резания тяжелых скальных пород.

Поворот и перекос отвала можно осуществлять с сиденья оператора. Поворотный отвал применяется для различных видов работ (например, для профилирования и засыпки траншей, разравнивания поверхностей и подготовки стройплощадок).

Отвалы с регулируемыми углами поворота и перекоса (РАТ), которые имеют 6 степеней свободы (шестипозиционные отвалы). Это универсальные

отвалы, способные изменять и поперечные, и продольные углы установки отвала, прикрепляемые шарнирно к П-образной толкающей раме.

По форме это прямой отвал, примерно таких же габаритов, только без боковых щек. Он предназначен для профилировочных и планировочных работ небольшого объема бульдозерами малого класса тяги.

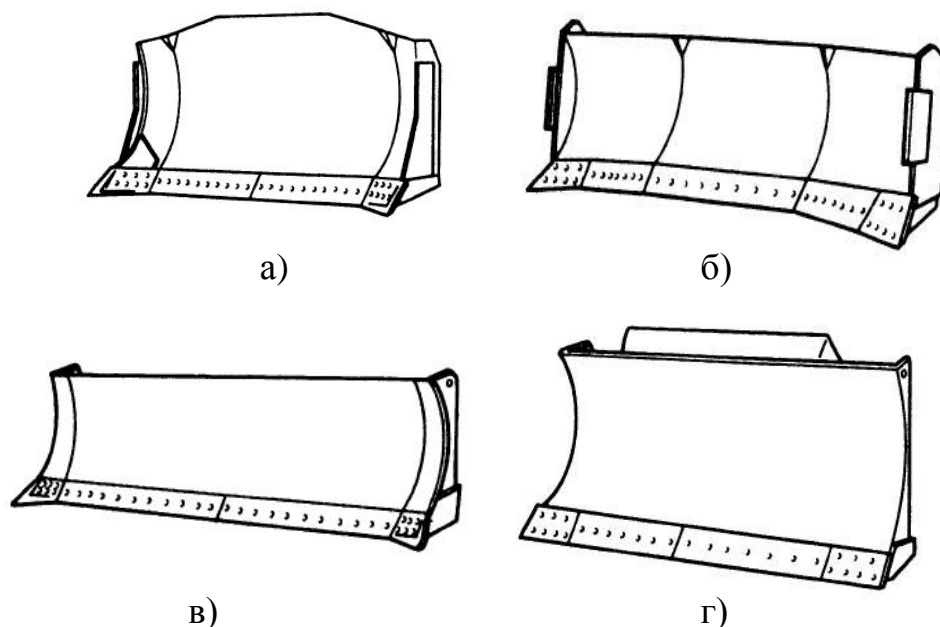


Рисунок 5 – Основные виды отвалов: а) полусферический; б) сферический; в) прямой; г) поворотный.

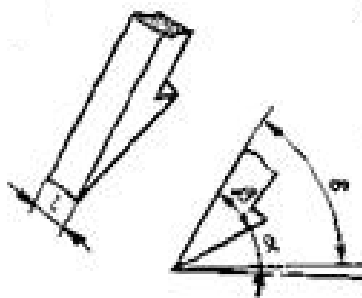


Рисунок 6 – Рабочий орган

Сферический отвал (U-образный отвал, универсальный отвал) обладает хорошей накопительной способностью, поэтому он применяется для перемещения больших масс грунта на значительные расстояния, планировки больших площадей, мелиорации, отвала грунта, штабелирования сыпучих материалов, загрузки бункеров с эстакад и др. Отвал малоэффективен при копании грунтов категории II и выше, так как из-за длинной режущей кромки плохо заглубляется. Выпускаются сферические отвалы повышенной (на 30-70%) вместимости для перемещения очень легких материалов, таких как снег, древесная щепа, уголь, торф и т. п.

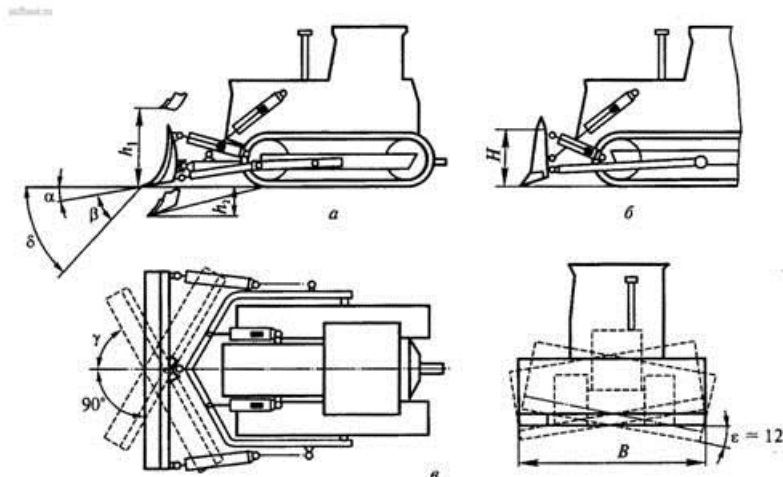
Отвальная поверхность сферического или универсального отвала состоит из одной центральной и двух боковых секций с цилиндрической поверхностью. Центральная секция занимает не более 40% площади отвала, а края боковых секций, расположенных в плане под тупым углом к центральной, выступают вперед на 20-40% расстояния между их краями. Угол между ножами боковых секций в плане не превышает 150° .

Благодаря своей универсальности, полусферический отвал (Semi-U образный отвал, универсальный отвал) является самым распространенным типом отвала. Он сочетает в себе высокую проникающую способность неповоротного отвала и повышенную допустимую нагрузку, которая достигается за счет коротких створок, состоящих только из угловых ножей отвала.

Отвальная поверхность полусферического или полууниверсального отвала состоит из одной центральной и двух боковых секций с цилиндрической поверхностью. Центральная секция занимает 40% и более площади отвала, а края боковых секций выступают вперед не более, чем на 20% расстояния между их краями. Угол между ножами боковых секций в плане не меньше 150° . Боковые секции с краев закрыты боковыми косынками с вертикальными ножами. Косынки повышают его накопительную способность, а ножи облегчают нарезку траншей и позволяют работать с перекосом. По накопительной способности и прочности разрабатываемых грунтов полусферический отвал занимает промежуточное положение между прямым и сферическим.

При разработке сыпучих и рыхлых грунтов целесообразно к отвалу крепить открьлки-удлинители. Это позволяет повысить производительность бульдозера на 40—50%.

Схемы устройств и основные параметры бульдозеров представлены на рисунке 7.



а - с поворотным отвалом; б - с неповоротным отвалом; в - поперечный перекос отвала

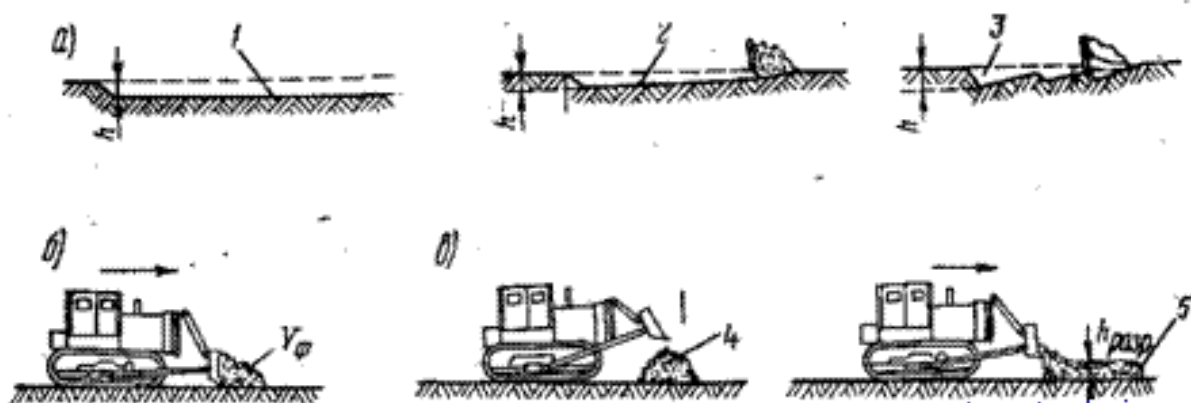
Рисунок 7 - Схемы устройств и основные параметры бульдозеров

3 Технологические схемы проведения работ

В процессе работы бульдозер копает, перемещает и распределяет грунт (рисунок 8) Чтобы отделить грунт от массива, нож отвала углубляют при одновременном перемещении бульдозера вперед. Грунт накапливается перед отвалом, образуя призму волочения. Резание продолжается до тех пор, пока эта призма не достигнет верхней кромки отвала. Затем бульдозер передвигает призму волочения до места и грунт разгружает кучей, поднимая отвал до отказа или разравнивания слоем необходимой толщины. Толщина слоя зависит от типа и массы машин для уплотнения.

Наибольшее сопротивление возникает при работе бульдозера в процессе копания грунта. При перемещении грунта имеются резервы мощности. При резании (копании) добиваются максимального объема вырезаемого грунта на отвале, полного использования мощности двигателя и минимальных затрат времени на набор призмы волочения. Используют три основные схемы копания грунта: прямоугольной стружкой (с постоянной толщиной), клиновой (с переменной толщиной стружки) и гребенчатой.

При копании прямоугольной стружкой отвал бульдозера сначала заглубляют максимально в грунт с учетом возможностей бульдозера по мощности и группе грунта. Затем, не меняя положения отвала, бульдозер движется вперед, срезая ровную стружку на всем пути набора грунта. Схема эффективна при работе под уклон и разработке выемки наклонными слоями. Мощность трактора используется полностью, стружка вырезается толстая и равномерная, сокращается путь и время набора призмы волочения. Эту схему применяют при снятии растительного слоя, при этом толщина стружки органичивается не возможностями бульдозера, а технологическими условиями работ и толщиной растительного слоя.



а — резание (копание) грунта; б — перемещение; в — разгрузка; 1 — прямоугольная стружка; 2 — клиновидная стружка; 3 — гребенчатая стружка; 4 — куча грунта; 5 — слой грунта; 6 — призма волочения

Рисунок 8 - Технология работы бульдозером

Разработка грунта бульдозером начинается с операций резания и набора грунта. Для эффективной работы бульдозера тяговое усилие трактора, на котором смонтировано бульдозерное оборудование, должно быть переменным, близким к максимальному, которое сначала расходуется на резание и снятие стружки, а затем на перемещение призмы волочения грунта отвалом. Начинать резание следует при максимальном заглублении отвала h , уменьшая это заглубление по мере образования перед отвалом достаточного количества грунта. Стружка резания при этом получает форму клина (рисунок 9, а).

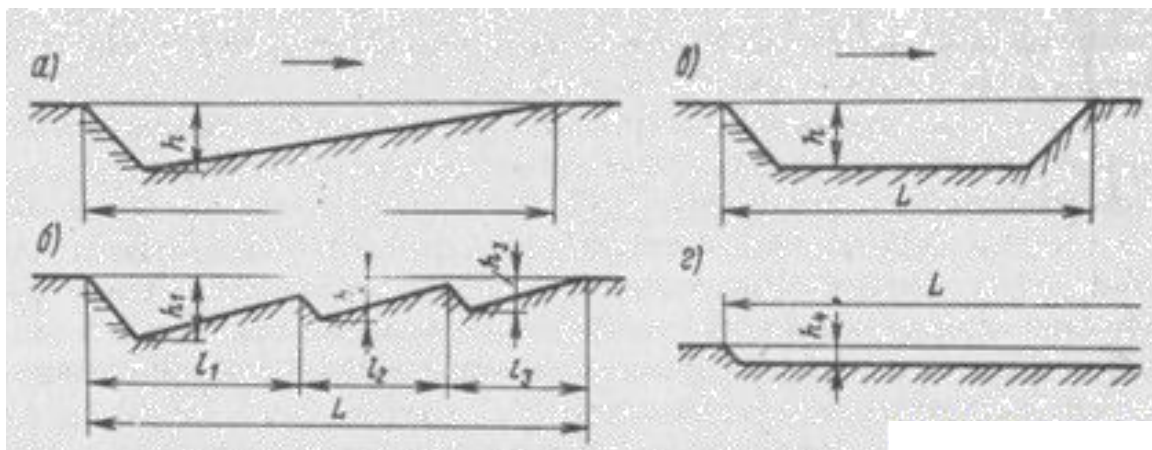


Рисунок 9 - Формы срезаемых бульдозером стружек грунта при работе в различных условиях (стрелкой показано направление движения бульдозера)

При разработке тяжелого грунта сопротивления резанию могут быть настолько значительными, что из-за снижения числа оборотов двигателя трактора потребуется выглубление отвала даже при недостаточном наборе грунта перед ним. В этом случае следует повторить заглубление отвала, как только двигатель трактора наберет нормальные обороты, причем повторение может быть многократным. Стружка резания при этом будет иметь гребенчатую форму (рисунок 9, б).

Для легких грунтов, когда тяговые усилия трактора, как правило, недоиспользуются, грунт разрабатывается при постоянной максимальной глубине стружки h . Стружка резания при этом получается ленточной (рисунок 9, в). Длина участка резания L и время набора грунта перед отвалом будут минимальными. Ленточное резание применяется, когда заглубление по условиям производства требуется относительно небольшим, например, при снятии растительного слоя. Заглубление отвала в этом случае не превышает 10^{15} см (рисунок 9, г). Для разработки грунта такой способ резания не рекомендуется.

Бульдозеры в качестве основной машины используются при сооружении земляного полотна из выемок в насыпь и из боковых резервов в насыпь высотой до 1...1,5 м (рисунок 10).

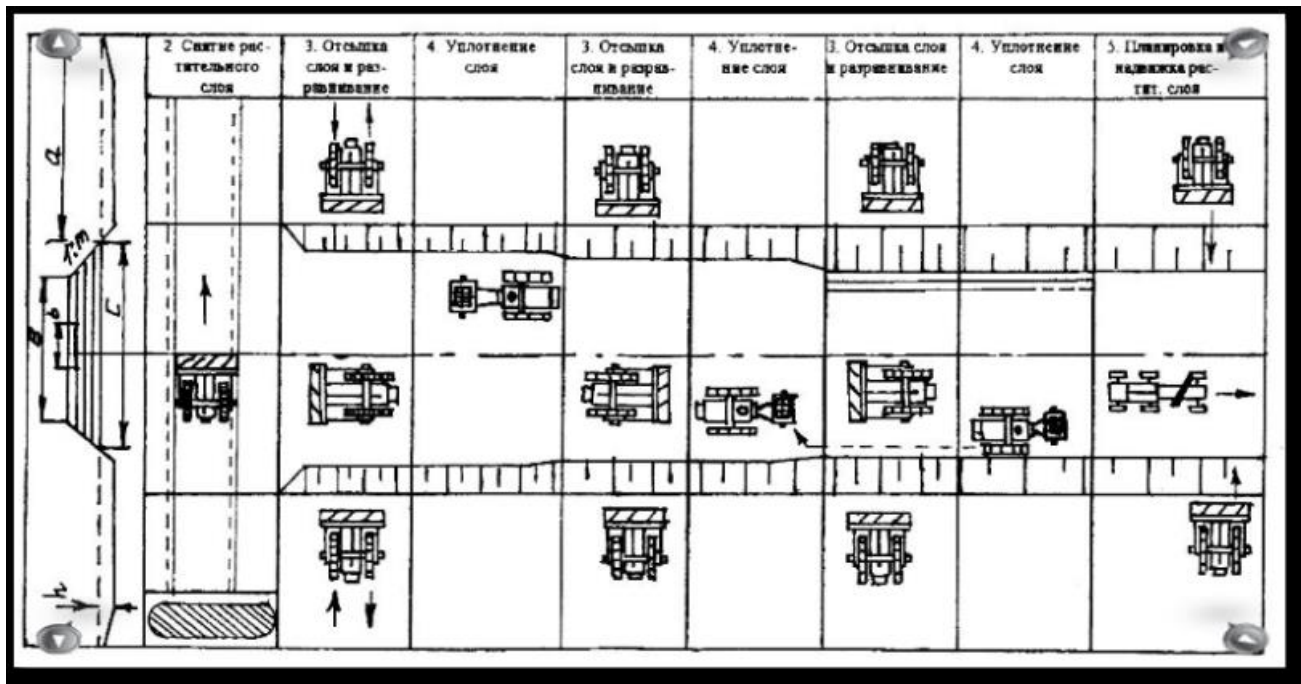
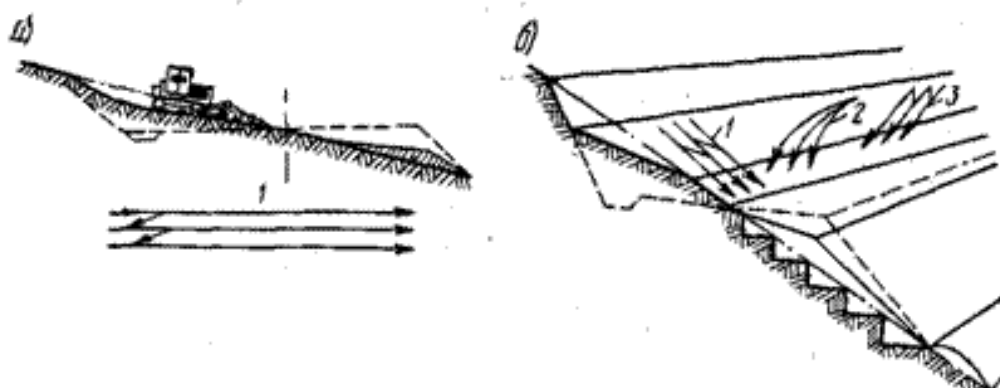


Рисунок 10 - Технологическая схема возведения насыпи бульдозерами из двусторонних боковых резервов

Работа универсального бульдозера по возведению земляного полотна в полувыемке-полунасыпи показана на рисунок 11, б. До начала работ размечают земляное полотно с постановкой колышков, фиксирующих ось и границы насыпи, границы разработки выемки и нагорной канавы. Сначала разрабатывают нагорную канаву, нарезают уступы или вспахивают основание насыпи. Бульдозер разрабатывает косогор продольными проходами с установкой отвала под углом захвата 67° , начиная с верхней части косогора, постепенно передвигаясь вниз, в сторону полунасыпи. После продольных проходов образовавшийся вал грунта перемещают в насыпь бульдозером дополнительными косыми проходами. Земляное полотно выполняют бульдозером до проектных отметок.



1 — поперечные; 2 и 3 — продольные

Рисунок 11 - Схема работы бульдозера на косогоре: проходы бульдозера:

Операции по перемещению грунта к месту укладки начинают сразу же по окончании набора его перед отвалом, причем выполняют на II и III передачах базовой машины. При перемещении грунт осыпается по краям отвала, вследствие чего получают значительные потери. Во избежание потерь и в целях повышения производительности бульдозера грунт перемещают двумя способами — по траншее в грунте (рисунок 12, а) и по траншее, образованной из валов грунта, осыпавшегося во время предыдущих проходов бульдозера (рисунок 12, б).

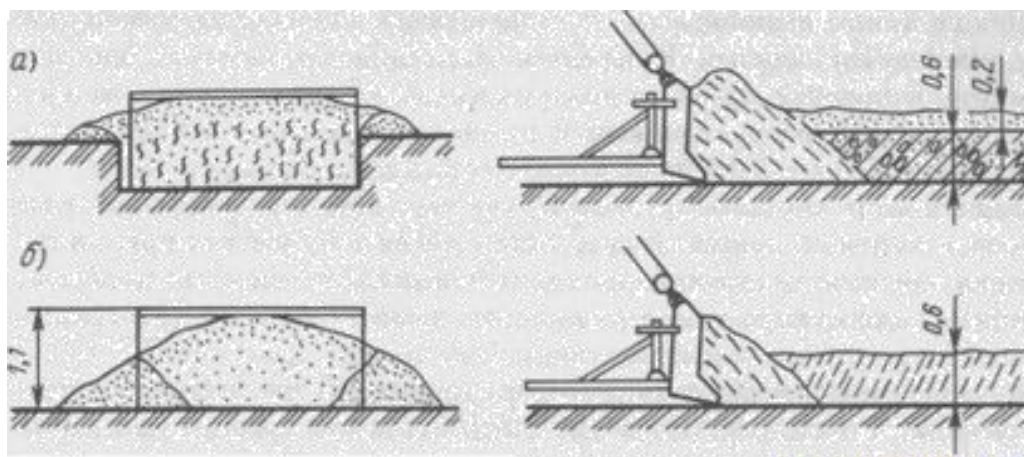


Рисунок 12 - Схемы перемещения грунта бульдозерами по траншеям

Операции по укладке перемещаемого грунта могут выполняться различными способами. Наиболее распространены способ послойного размещения (рисунок 13, а, б) и способ накапливания отдельными кучами с последующей планировкой (рисунок 13, в, г, д).

При укладке грунта отвал бульдозера во время движения поднимают на высоту 15—20 см, и грунт отсыпается ровным слоем. При этом уложенный грунт предварительно уплотняется гусеницами трактора и в последующем окончательно уплотняется катками или трамбуемыми машинами. Этот способ называется укладкой слоем “от себя” (рисунок 13, а).

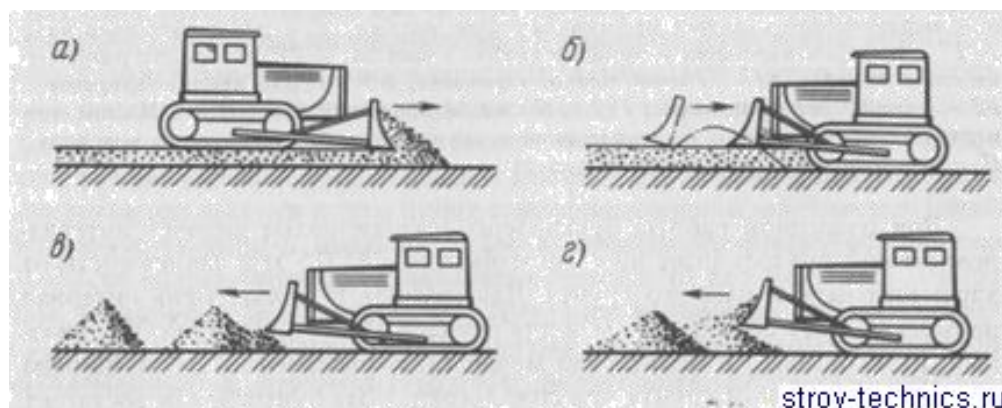
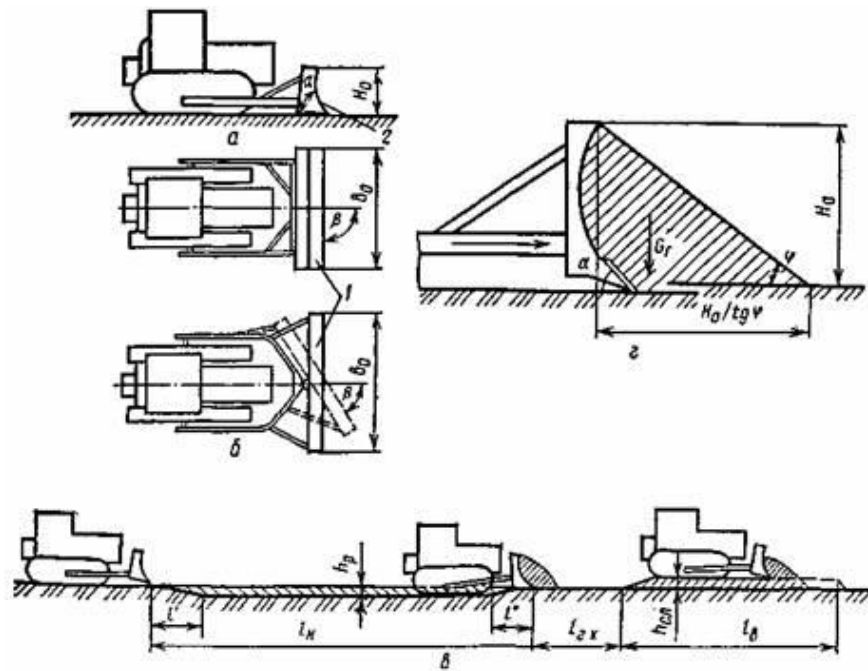


Рисунок 13 - Основные схемы укладки грунта бульдозерами

При другом способе послойной укладки — укладке слоем “на себя” (рисунок 13, б) машинист, доставив грунт к месту укладки и не останавливая бульдозера, быстро поднимает отвал и на 1,0—1,5 м продвигается вперед, после чего останавливает машину, опускает на грунт отвал, переключает заднюю скорость и, двигаясь задним ходом, тыльной стороной отвала разравнивает доставленный грунт.

Рабочий процесс бульдозера при разработке показан на рисунке 14.



а - с неповоротным отвалом; б - с поворотным отвалом (универсальный); в - схема набора, перемещение и отсыпки грунта; г - схема к определению объема грунта перед отвалом бульдозера

Рисунок 14 - Схемы работы бульдозеров

4 Определение производительности бульдозера

Производительность бульдозера и бульдозера-рыхлителя на землеройно-транспортных работах определяется количеством разработанного грунта в кубических метрах за единицу времени.

Различают техническую и эксплуатационную производительность бульдозера.

Технической производительностью бульдозера называют наибольший объем грунта, который машина может разработать и переместить за 1 ч работы при самых благоприятных условиях.

Техническую производительность бульдозера P_T (м³/ч) определяют по формуле

$$P_T = 3600 V K_y K_c / T_{ц},$$

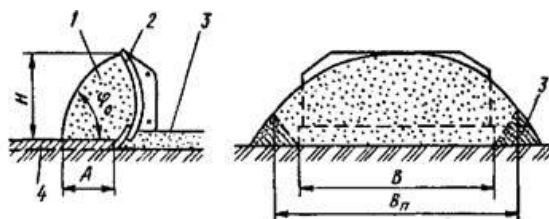
где V — объем призмы волочения, м³; K_y — коэффициент уклона местности; K_c — коэффициент сохранения грунта при транспортировании ($K_c = 0,005 L_T$); $T_{ц}$ — время рабочего цикла, с; L_T — длина траншеи.

Для повышения производительности бульдозера большое значение имеет количество грунта, перемещаемого отвалом за один рабочий цикл, которое характеризуется объемом призмы волочения. При срезании стружки 4 грунт собирается перед отвалом 2 в виде призмы 1, которая выступает на расстояние A . В процессе транспортирования неизбежны потери в валики 3 через боковые щиты отвала. Чем больше призма волочения, тем выше производительность бульдозера.

Объем призмы волочения V_n (м³) ориентировочно определяют из условия, что грунт располагается под углом естественного откоса Φ_0 , град:

$$V_n = B_n^2 / 2 K_p \operatorname{tg} \Phi_0,$$

где B — ширина отвала, м; H — высота отвала, м; K_p — коэффициент рыхления грунта, равный 1,1 ... 1,35 в зависимости от его плотности и влажности.



1 — призма, 2 — отвал, 3 — боковые валики, 4 — стружка.

Рисунок 15 - Призма волочения грунта

Время рабочего цикла $T_{ц}$ (с) бульдозера определяют по формуле

$$T_{\text{ц}} = (L_{\text{T}} + i_{\text{k}}) / V_{\text{п}} + (L_{\text{T}} + i_{\text{k}}) / V_{\text{з}} + 2t_{\text{п}} + t_0,$$

где i_{k} — длина кавальера; $V_{\text{п}}$, $V_{\text{з}}$ — средние скорости переднего и заднего движения; $t_{\text{п}}$ — время переключения передач и разгона (2...5 с); t_0 — время опускания отвала (1.. 2 с).

Меньшее значение времени переключения принимают для гидромеханической трансмиссии, большее — для механической.

Время цикла бульдозера-рыхлителя определяют по той же формуле, но принимают $i_{\text{k}} = 0$.

Среднюю скорость движения определяют по формуле

$$V = 0,377 p_{\text{д}} r_{\text{k}} K / i,$$

где $p_{\text{д}}$ — частота вращения двигателя, мин⁻¹; r_{k} — радиус ведущих колес; i — передаточное отношение трансмиссии при передней или задней передаче; K — коэффициент снижения скорости движения (для механической трансмиссии $K = 0,85...0,95$, для гидромеханической — $K = 0,7...0,8$).

Техническую производительность бульдозера-рыхлителя П б.р (м³/ч) при работе рыхлителем определяют по формуле

$$П_{\text{бр}} = 3600 V_{\text{р}} / T_{\text{ц}},$$

где $V_{\text{р}}$ — объем разрыхленного грунта, м³.

Массив плотного или мерзлого грунта рыхлят параллельными резами с максимально возможной глубиной.

Формы поперечных сечений прорезей при рыхлении показаны на рис. 134. Массив грунта разрушается под углом α . Для снижения энергоемкости процесса разрушения грунта соотношение ширины прорези b и глубины рыхления $H_{\text{р}}$ (м) должно быть в пределах 3...5. При параллельном рыхлении расстояние между соседними проходами принимают таким, чтобы происходил скол неразрушенного массива грунта между резами и оставшиеся гребни 3 были минимальными. Если нет гребня, рыхлитель уходит в сторону от сделанной ранее прорези.

Объем разрыхленного грунта $V_{\text{р}}$ (м³) определяют по формуле.

$$V_{\text{р}} = 0,5 B H_{\text{р}} S,$$

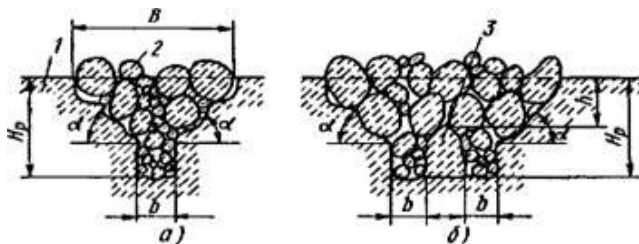
где B — средняя полоса разрушения за один проход, м; S — длина пути рыхления, м.

Время рабочего цикла рыхлителя определяют по той же формуле, что и для бульдозера.

Техническую производительность бульдозера-рыхлителя П б р (м³/ч) определяют по формуле

$$P_{бр} = 3600 VK_y K_c / (T_6 + T_p),$$

где T_6 — время рабочего цикла бульдозера, с; T_p — время рабочего цикла рыхлителя, с.



а-при одиночном проходе бульдозера-рыхлителя, б-при параллельных проходах; 1 — массив грунта, 2 — разрыхленная порода, 3 — гребень.

Рисунок 16 - Формы поперечных сечений прорезей в мерзлом грунте, выполняемых бульдозером-рыхлителем:

Эксплуатационная производительность машины определяется за час или смену работы и учитывает простои машин, связанные с необходимостью ежесменного технического обслуживания, возможными поломками и технологическими перерывами в работе, отдыхом машиниста.

Сменную эксплуатационную производительность $P_э$ (м³/смену) для всех видов машин определяют по формуле

$$P_э = P_T K_B,$$

где T — часы работы в смену с учетом техобслуживания машины, отдыха машиниста, равное 6,82 ч; K_B — коэффициент использования машины по времени, равный 0,85...0,95.

На практике эксплуатационную производительность определяют часто по объему отрытой траншеи или котлована и по времени, затраченному на выполнение этой работы.

Объем отрытой траншеи определяют геометрическими обмерами с помощью рулетки и рейки (для замера глубины траншеи) или маркшейдерским способом с применением теодолита и рейки.

Тогда эксплуатационную производительность машины $P_э$ (м³/ч) в плотном теле грунта находят по формуле

$$P_э = V/T,$$

где V — объем отрытой траншеи, м³.

На планировочных работах производительность бульдозера определяют по площади спланированной поверхности за единицу времени и выражают в м²/ч.

5 Влияние свойств грунта на производительность бульдозера

Основным объектом разработки в строительстве являются песчаные, глинистые, крупнообломочные и полускальные грунты. Землеройные машины рассчитаны на разработку главным образом этих грунтов.

На процесс взаимодействия рабочего органа землеройной машины с грунтом существенное влияние оказывают физико-механические свойства грунта. В связи с этим при выборе типа машины для земляных работ надо учитывать характерные свойства и состояние разрабатываемых грунтов. Наиболее важные с этой точки зрения свойства грунтов — сопротивление разработке и устойчивость их как основания, на котором установлена машина, определяются в основном гранулометрическим составом и физико-механическими свойствами грунта.

К физическим свойствам грунтов относятся объемная масса, влажность, пористость, плотность, пластичность, угол внутреннего трения, разрыхляемость, тиксотропность, водопроницаемость и др. К механическим свойствам — прочность (несущая способность), деформативность, сопротивление сдвигу (сцепление), коэффициент бокового давления и др.

В практике проектирования земляных работ используется такая характеристика, как трудность разработки. Она учитывает не только свойства грунтов, но и трудоемкость их разработки с использованием соответствующих машин и механизмов.

Порядок разделения грунтов на группы по трудности разработки приведен в сборнике Единых норм и расценок на земляные работы. Так, например, при разработке грунтов одноковшовыми экскаваторами выделено шесть групп, многоковшовыми экскаваторами и скреперами — две, бульдозерами и грейдерами — три. При производстве земляных работ вручную грунты по трудности их разработки разделены на семь групп. Во всех случаях меньший номер группы соответствует грунтам, трудность разработки которых наименьшая.

Рассмотрим признаки грунтов, наиболее необходимые для оценки условий применения машин для земляных работ.

По мере уменьшения грунтовых частиц их удельная поверхность увеличивается. В связи с этим возрастают молекулярные силы поверхностного взаимодействия частиц и начинают сказываться ионные и коллоидные свойства минералов, образующих грунты. Молекулярные силы становятся соизмеримыми с силой тяжести частиц или даже превосходят ее. Одновременно увеличиваются силы контактного взаимодействия частиц с деталями и узлами рабочих органов машин, проявляясь в липкости и внешнем трении грунтов.

При выполнении одинакового вида работ производительность бульдозеров меняется в зависимости от группы и состояния разрабатываемого грунта. Так, при разработке песчаных грунтов сопротивление их перемещению увеличивается и на преодоление этого

сопротивления затрачивается значительная мощность двигателя. Сопротивление грунта внешнему трению рабочих органов машин относится к числу наиболее существенных факторов рабочего процесса машин для земляных работ. Коэффициентом и углом внешнего трения грунта по конструкционным материалам машин определяются соотношение между ортогональными составляющими сил резания и копания грунтов, усилия для перемещения машин по грунтовому массиву, условия устойчивости машин.

Исследования показали, что закономерности трения между грунтом и рабочим органом машины отличаются от соответствующих закономерностей трения твердых тел. Коэффициент трения между грунтом ненарушенного сложения и сталью зависит от давления и влажности грунта, уменьшаясь при их увеличении. Для большинства глинистых и песчаных грунтов угол трения по стали в условиях взаимодействия с рабочим органом машины составляет от 15 до 30°.

Во время транспортировки песчаного грунта большая часть его теряется по пути, ссыпаясь по сторонам отвала. При разработке тяжелых глинистых и переувлажненных пылеватых грунтов производительность бульдозера снижается вследствие значительного сопротивления этих грунтов резанию и большой плотности. Наиболее продуктивно бульдозеры работают в супесчаных и суглинистых грунтах, имеющих нормальную влажность (10... 15%). Объем одновременно перемещаемого супесчаного или суглинистого грунта нормальной влажности примерно в 1,5 раза превышает объем глинистого или сухого песчаного грунта при прочих равных условиях.

Производительность бульдозеров резко снижается при разработке плотных грунтов, так как в этих условиях затрачивается много времени на рыхление грунта ножами. В отдельных случаях, особенно если разрабатывается грунт, предварительно уплотненный транспортом или другими способами (разработка грунта на дорогах и на дворах действующих предприятий, разработка слежавшихся насыпей и т. п.), врезание ножа отвала в грунт оказывается практически невозможным.

Разрыхленный при разработке грунт после укладки в отвал постепенно уплотняется под действием сил тяжести и атмосферных факторов. Но первоначальной плотности естественным путем он обычно не достигает.

Объемы земляных работ и производительность машин для их выполнения вычисляют по объему грунта в состоянии естественного залегания. При определении, например, вместимости ковшей машин или размеров отвалов, принимается во внимание увеличение объема и уменьшение плотности грунта вследствие разрыхления. Показатели разрыхления грунтов принимаются по данным ЕНиР на земляные работы. Так, для ломовой глины первоначальное увеличение грунта при разработке равно 28-32%, а остаточное разрыхление - 6-9%; для песка соответственно 10-15 и 2-5%; для скальных грунтов - 45-50 и 20-30%.

Землеройные машины производят разрушение грунта в основном последовательным отделением части грунта (стружки) от массива. Перемещение срезанной стружки по рабочему органу машины и

накапливание в нем грунта вызывают значительные сопротивления. Характер разрушения грунта и величина возникающих при этом сопротивлений зависят от многих факторов — механических свойств грунта и его физического состояния, формы и расположения режущего органа и т. п.

Существенное влияние на свойства нескальных грунтов оказывают плотность и влажность грунтов.

Свойства пылевато-глинистых грунтов находятся в большой зависимости от влажности. Если в талом грунте содержится только прочносвязанная вода, то грунт находится в твердом состоянии. При наличии рыхлосвязанной воды грунт становится пластичным. При свободной воде в порах грунт переходит в текучее состояние.

Таким образом, при насыщении водой пылевато-глинистый грунт вначале размягчается, потом переходит в пластичное и, наконец, текучее состояние.

Влажность грунта оказывает значительное влияние на способ разработки грунта и на способность грунтов к уплотнению.

При значительной влажности пылевато-глинистых грунтов появляется липкость, которая усложняет выгрузку грунта из ковша или кузова машины, усложняет работу конвейера и ухудшает условия передвижения машин и транспорта.

Липкостью называют способность грунтов при определении влажности прилипать к поверхности различных материалов. Липкость является отрицательным свойством грунтов, а во всех необходимых случаях требуется, оценивать грунт с этой стороны.

Увеличение давления рабочих органов землеройных машин на грунт вызывает повышение липкости.

6 Пути повышения производительности

Наиболее высокая эксплуатационная производительность бульдозеров может быть достигнута при условии, если работа этих машин на каждом объекте выполняется по предварительно разработанной схеме организации и технологии ведения работ.

Анализ приведенных формул и их составляющих элементов позволяет наметить рациональные способы работы с целью повышения производительности машины. Они направлены на сокращение рабочего цикла и увеличение объема призмы волочения, повышение производительности и сменной выработки бульдозера. Для уменьшения рабочего цикла важно повышать скорость выполнения рабочих операций.

Для увеличения объема призмы волочения используют следующие рациональные способы (рисунок 17).

Движение бульдозера по одному и тому же следу (1) позволяет образовать после двух-трех проходов боковые валики достаточной высоты. Благодаря этому уменьшаются боковые утечки грунта и объем призмы волочения возрастает.

Траншейный способ разработки грунта (II) увеличивает объем призмы волочения, так как боковые стенки траншеи удерживают материал перед отвалом. Этот способ в основном используют для земляных работ бульдозерами.

Спаренная работа двух-трех бульдозеров (III) способствует увеличению массы перемещаемого грунта, так как ограничивается высыпание грунта в боковые валики между машинами. Спаренная работа требует внимательности и взаимопонимания машинистов.

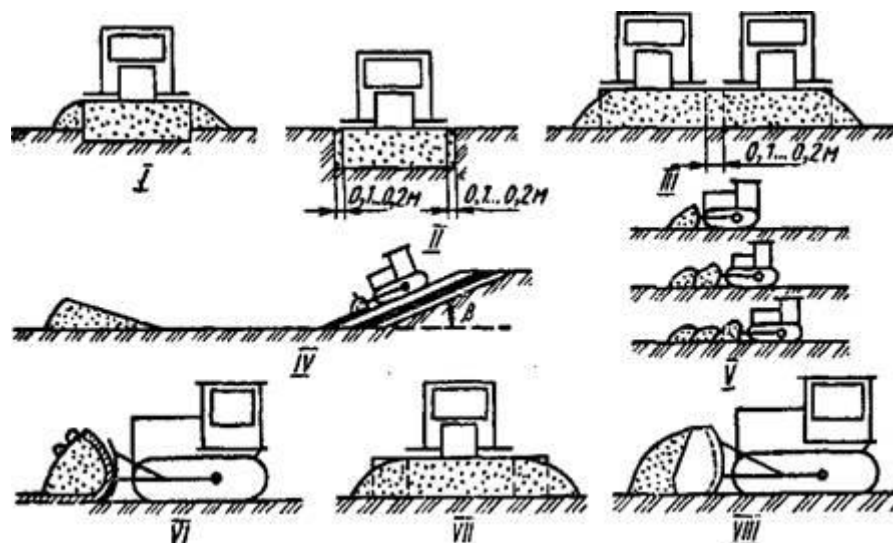


Рисунок 17 - Способы повышения производительности бульдозеров

Работа бульдозера под уклон (угол альфа) увеличивает скорость движения и объем призмы волочения (IV). Этот способ следует чаще

использовать при уклоне рабочей местности и на ровной площадке во время отрывки котлованов.

Перемещение двойной и тройной призмы волочения (V) способствует повышению производительности. Призму волочения, набранную при первом проходе, оставляют по середине пути рабочего хода. К этому же месту доставляют вторую призму, перемещая удвоенный объем грунта на некоторое расстояние дальше. К этому месту доставляют третью призму и массу разрыхленного материала перемещают к месту укладки.

Выбор оптимального угла резания у (VI) в зависимости от плотности и влажности грунта имеет большое значение. При работе на влажных грунтах он должен составлять 45...50°. Стружка грунта будет подниматься выше отвала, опускаясь в верхней зоне от козырька, и способствовать образованию призмы волочения большего объема. Во время работы на насыпных грунтах для роста призмы увеличивают угол резания до 60...65°.

Увеличению массы перемещаемого материала способствует использование уширителей и удлинителей (VII) за счет увеличения ширины отвала. Дополнительное оборудование рационально применять и на планировочных работах.

Открылки, установленные на боковинах отвала, повышают объем призмы волочения и, следовательно, производительность машины (VII).

Дополнительное оборудование повышает эффективность машины только на разработке легких грунтов и насыпных штабелированных материалов. В противном случае перегружаются двигатель, трансмиссия и ходовая часть и снижается надежность работы машины.

Важными факторами повышения производительности машин являются повышение коэффициента использования машины по времени, снижение потерь времени по организационным причинам (определение фронта работ, перемещение с объекта на объект), уменьшение простоев машин из-за поломок и неисправностей путем своевременного проведения профилактических мероприятий и технического обслуживания машин.

Значительного повышения производительности бульдозеров можно добиться при правильном использовании рельефа местности. Перемещая грунт под уклон 10...120, бульдозер может на 30...40% повысить выработку по сравнению с работой на горизонтальном участке, и, наоборот, при перемещении грунта на подъем 10° производительность бульдозера снижается почти вдвое.

Для повышения производительности бульдозеров в условиях разработки плотных грунтов применяют предварительное рыхление грунтов специальными прицепными и навесными рыхлителями или установленными на отвал бульдозера рыхлительными зубьями. Последний вариант целесообразен только в тех случаях, когда в строительной организации отсутствуют специальные рыхлительные машины или их применение экономически невыгодно вследствие малого объема работ.

Современные тенденции увеличения производительности бульдозеров — увеличение единичной их мощности, что не только повышает

производительность этих машин, включая выработку на единицу установленной мощности базовой машины (трактора), но и несколько снижает себестоимость бульдозерных работ. С этим связано также и увеличения мощности и давления гидропривода управления рабочим органом бульдозера: требуемая мощность гидропривода составляет в среднем 50 МПа мощности двигателя базовой машины, а давление в системе достигает 20 МПа. Повышенная мощность и давление гидропривода обеспечивают значительное заглубление отвала в грунт, что дает возможность вести разработку более толстыми пластами, тем самым повышать и производительность бульдозеров.

К числу общих мероприятий повышения производительности бульдозеров относятся максимальное использование мощности двигательной базовой машины, а также самой машины на выполнение полезной работы; снижение удельных сопротивлений на перемещение машины (особенно в забое) и на резание разрабатываемых грунтов; своевременное качественное техническое обслуживание, значительно уменьшающее частоту отказов в работе машины.

К мероприятиям, повышающим эффективность использования бульдозеров, относится также применение ножей отвала из износостойких сплавов. Так, если в среднем ножи бульдозера при разработке грунтов II и III групп должны меняться через 720—960 ч, а при разработке грунтов IV группы через 480—720 ч, то ножи, изготовленные из износостойких сплавов (с наплавкой твердосплавных материалов), могут меняться через 1500—2000 ч, т. е. срок службы последних в 2 раза выше, чем первых.

На производительность бульдозеров значительное влияние оказывают выбранная форма отвала и принятые угловые его значения. Так, при недостаточной высоте отвала грунт в процессе копания и перемещения пересыпается за его верхнюю кромку, поэтому для устранения потерь грунта, а соответственно и уменьшения производительности бульдозеров отвалы их снабжаются козырьками. При малых значениях углов резания требуется меньше усилий на отделение грунта от основного массива, но затрудняется внедрение ножа отвала в грунт. Угол наклона положения отвала оказывает влияние как на затраты усилий при копании так и на набор грунта перед отвалом. При меньших значениях этого угла требуется меньше усилий, но при малых углах наклона наблюдается пересыпание грунта через отвал. Кривизна отвальной поверхности также влияет на затраты усилий при копании и наборе грунта перед отвалом; при значительной крутизне отвала требуется больше усилий.

Заключение

Данный курсовой проект был посвящен изучению землеройно-транспортной машины, такой, как бульдозер. Я узнала о назначении данной машины, ее общем устройстве. Ознакомилась с принципом работы. Мною были рассмотрены и изучены технологические схемы проведения работ. Были получены знания по определению производительности, а так же о путях ее повышения.

Знания, полученные после окончания курсового проекта, могут быть применены на практике.