

Лекция 5

Машины для разработки мерзлых грунтов.

Машины для уплотнения грунтов.

- 1. Методы разработки мерзлых грунтов.**
- 2. Машины для разработки мерзлых грунтов.**
- 3. Способы уплотнения грунтов.**
- 4. Назначение машин для уплотнения грунтов.**
- 5. Классификация машин для уплотнения грунтов.**

- **Разработка грунтов в зимних условиях.**

- В строительстве из общего объема земляных работ от 20 до 25% выполняется в зимних условиях, при этом доля грунта, разрабатываемого в мерзлом состоянии, остается постоянной - 10-15% с возрастанием из года в год абсолютного значения этого объема. Следовательно, оптимизация технологии земляных работ в зимних условиях является существенным резервом повышения эффективности строительного производства.
-
- При отрицательных температурах замерзание воды, содержащейся в порах грунта, существенно изменяет строительные-технологические свойства нескальных грунтов. Глубина промерзания зависит от температуры воздуха, длительности воздействия отрицательных температур, типа грунта и др.
- В мерзлых грунтах значительно увеличивается механическая прочность, в связи с чем разработка их землеройными машинами затрудняется или вообще невозможна без подготовки.

- **Методы разработки грунтов**

-

- Предварительная подготовка грунта для разработки выполняется одним из следующих способов:

-

- - *предохранением грунта от промерзания и последующей разработкой обычными методами;*

-

- - *оттаиванием мерзлого грунта;*

-

- - *разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта;*

-

- - *непосредственная разработка мерзлых грунтов.*

• **Предохранение грунта от промерзания**

- Уменьшение глубины промерзания позволяет сократить дополнительные затраты, связанные с производством земляных работ в зимнее время, и достигается созданием теплоизоляции на участке разработки или химическим методом-пропиткой грунта солевыми растворами, понижающими температуру замерзания воды в порах грунта. Грунт защищают от промерзания, если заблаговременно известно месторасположение выемки.
- От промерзания грунты могут быть предохранены устройством водоотводов, задержанием снега на площадях, предназначенных для разработки; при малосвязных грунтах (на небольших участках) — покрытием поверхности грунта торфом, опилками, шлаком, соломой, листвой.
- Толщина этого слоя определяется расчетом и зависит от теплоизоляционных свойств утеплителя, характеристики утепляемого грунта, а также периоды зимы, в котором намечено выполнение земляных работ. Так, для средней полосы РФ толщина (в см) слоя опилок или торфа для утепления глинистых грунтов, подлежащих разработке в ноябре, составляет 15, в декабре — 25, в январе — 35, в феврале — 40 и в марте — 45.

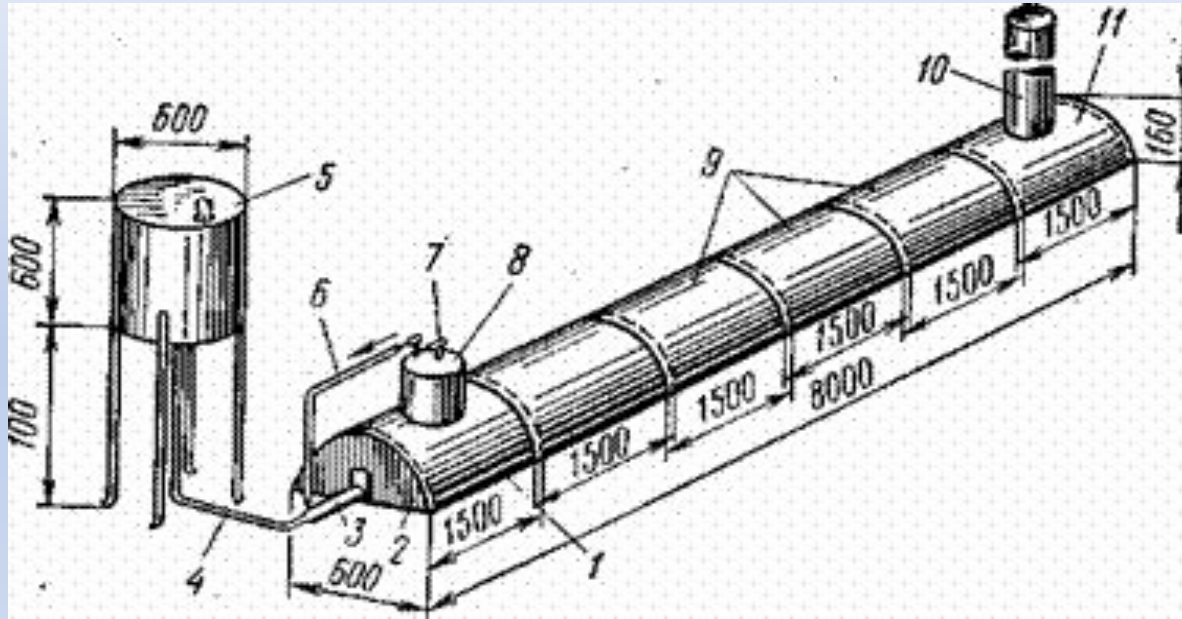
• **Оттаивание мерзлого грунта**

-
- Оттаивание мерзлых грунтов применяют при незначительных объемах работ, в стесненных условиях, труднодоступных местах и в тех случаях, когда невозможно использовать более экономичные и менее энергоемкие способы.
- Сущность метода оттаивания заключается в том, что теплота, передаваемая в слой мерзлого грунта, растапливает лед в его порах и обращает грунт в талое состояние.
- **Способы оттаивания:**
- 1. По виду энергии:
 - - тепловая (прогреванием паром, горячей водой или огневым способом);
 - - электрическая (горизонтальными и вертикальными электродами);
 - - энергия химических реакций;
- **2. По виду теплоносителя:**
 - - воздух;
 - - пар;
 - - вода.

- **Оттаивание мерзлого грунта**

- **Огневой способ** наименее экономичен, но благодаря простоте находит применение и при аварийно-ремонтных работах.

Отогревание грунта агрегатом может быть произведено на жидком или газовом

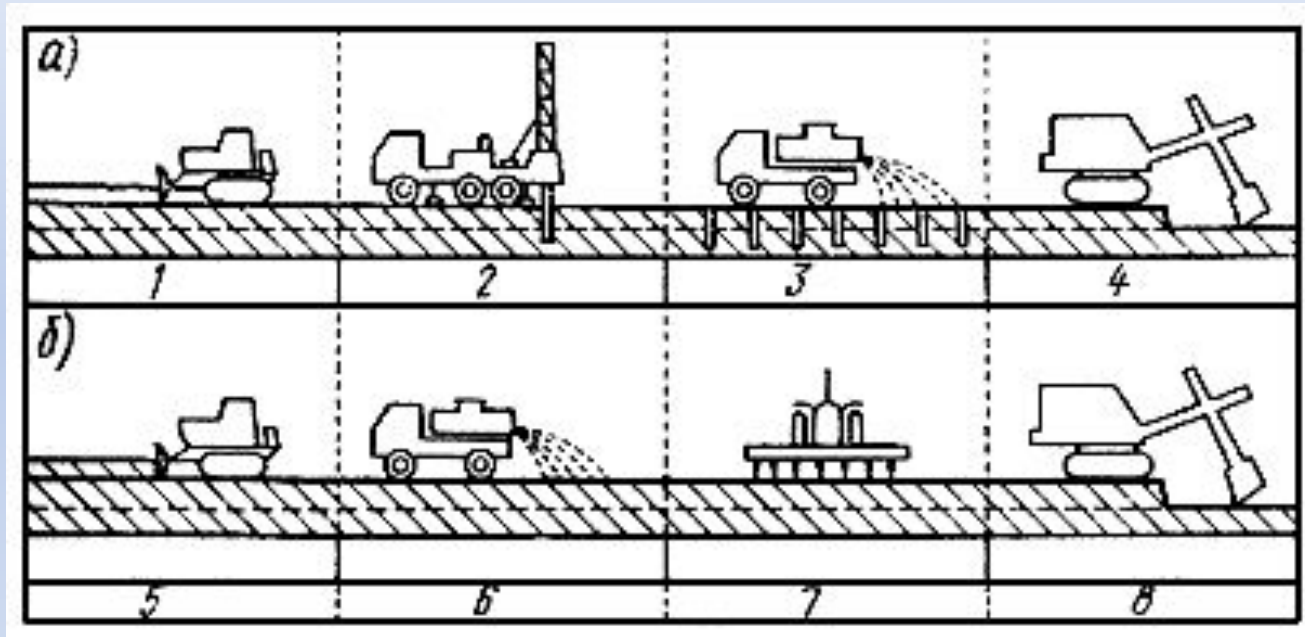


- Агрегат для оттаивания грунта:

- 1 — головная секция корпуса из стали 6 8 — 10 мм; 2 — торцовая заслонка; 3 — форсунка; 4 — шланг для горючего; 5 — бачок для горючего; 6 — паровой шланг; 7 — патрубок для заливки воды; 8 — паровой бачок из стали 6—8 мм или из трубы И 200—250 мм; 9 — промежуточные секции корпусов из стали 3—4 мм; 10 — вытяжная труба 22 см и длиной 2,5 м из стали б = 3—4 мм; 11 — хвостовой корпус

- **Оттаивание мерзлого грунта**

- **Химическое оттаивание** мерзлых грунтов производится путем введения в грунт раствора хлористого натрия, под действием которого растворяются кристаллы льда в порах мерзлого грунта, и его можно разрабатывать обычными землеройными машинами.



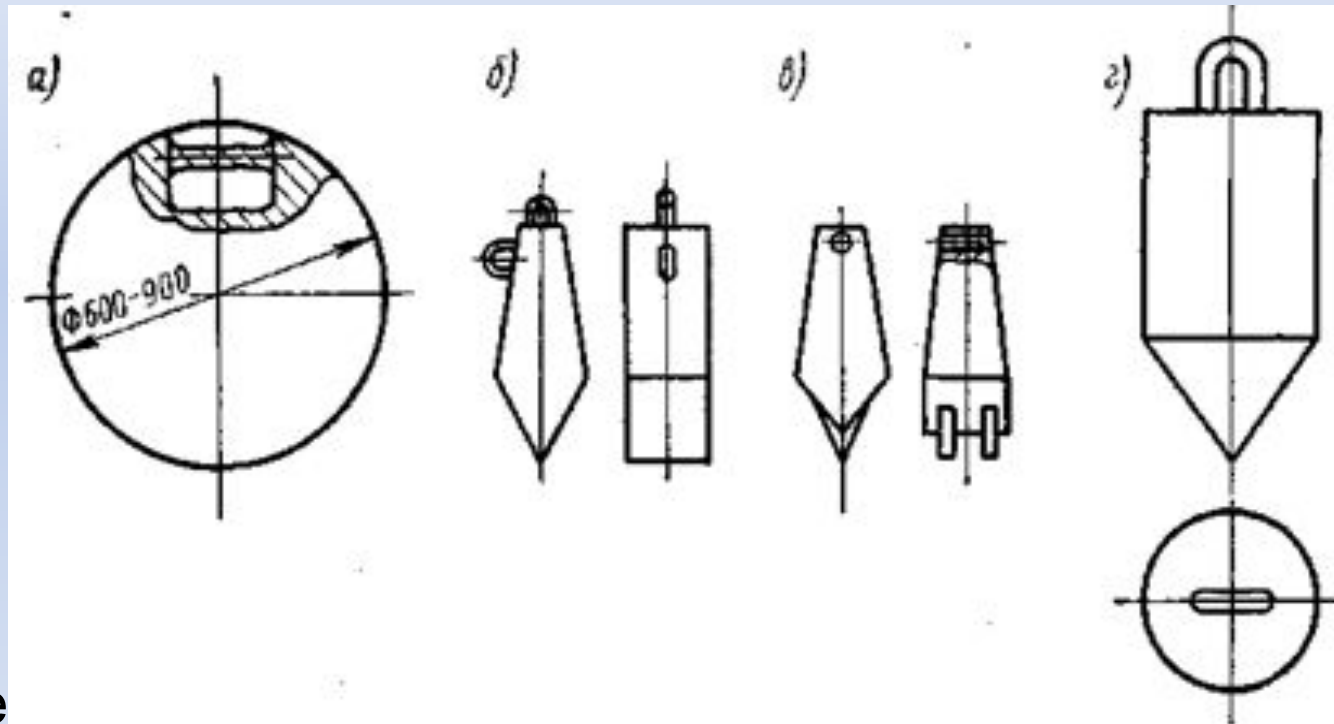
- Схемы разработки с химическим оттаиванием грунта
- а - с использованием жидкого химического реагента: 1 - удаление снежного покрова; 2 - бурение шпуров; 3 - разлив раствора химического реагента; 4 - разработка грунта;
- б - с предварительным "засолением" грунта: 5 - снятие растительного слоя; 6 - рассыпание соли; 7 - боронование грунта; 8 - разработка грунта

- **Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта**

-
- **Рыхление взрывами** - один из основных способов подготовки мерзлых грунтов для разработки экскаваторами. Этот способ весьма эффективен при глубине промерзания более 1 м и больших объемах работ, выполняемых на вновь осваиваемых территориях или вдали от зданий и сооружений.
- Сущность взрывного способа рыхления состоит в дроблении мерзлого грунта энергией взрыва зарядов, размещаемых в полостях, предварительно созданных в грунте (шпуры, скважины, рукава, котлы, щели).
- Заряд ВВ для рыхления мерзлого грунта может быть определен расчетом.

- **Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта**
-
- **Механическое рыхление** мерзлого грунта применяют при глубине промерзания от 0,4 до 1,5 м и небольших по площади выемках траншей или котлованов.
- Сущность механического рыхления состоит в дроблении или сколе мерзлого слоя динамическим или статическим воздействием, которое осуществляют сменным рабочим оборудованием, устанавливаемым на базовой машине (экскаваторе, тракторе и др.). Динамическое воздействие производят ударным, вибрационным и виброударным способами.

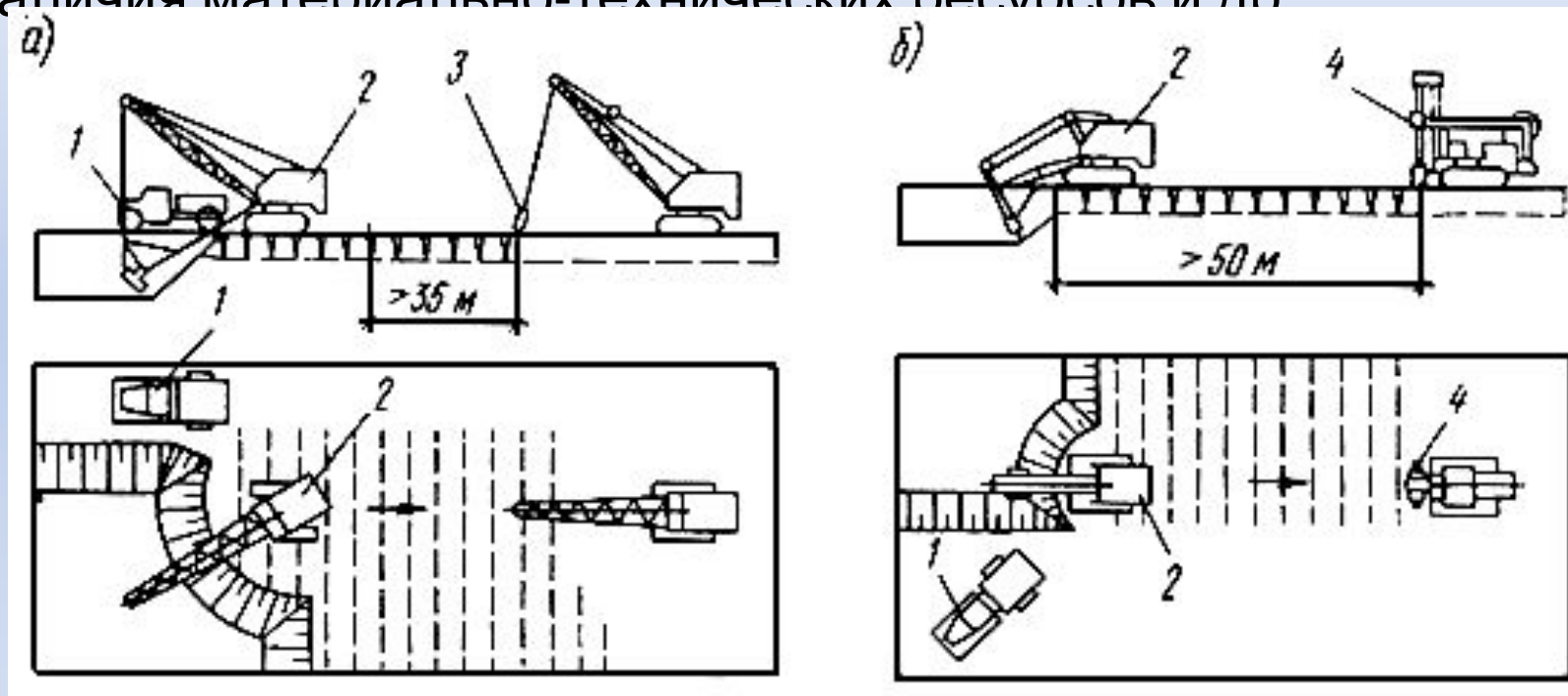
- **Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта**
- **При ударном способе** используют шар-молот или клин-молот, дизель-молот, подвешенные к стреле экскаватора-драглайна или к решетчатой стреле, смонтированной на тракторах, клиновые тракторные рыхлители и др.



- Ударные
- а — шар-молот; б — клин-молот; в — клин-молот с зубьями; г — клин-молот конусный

- **Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта**

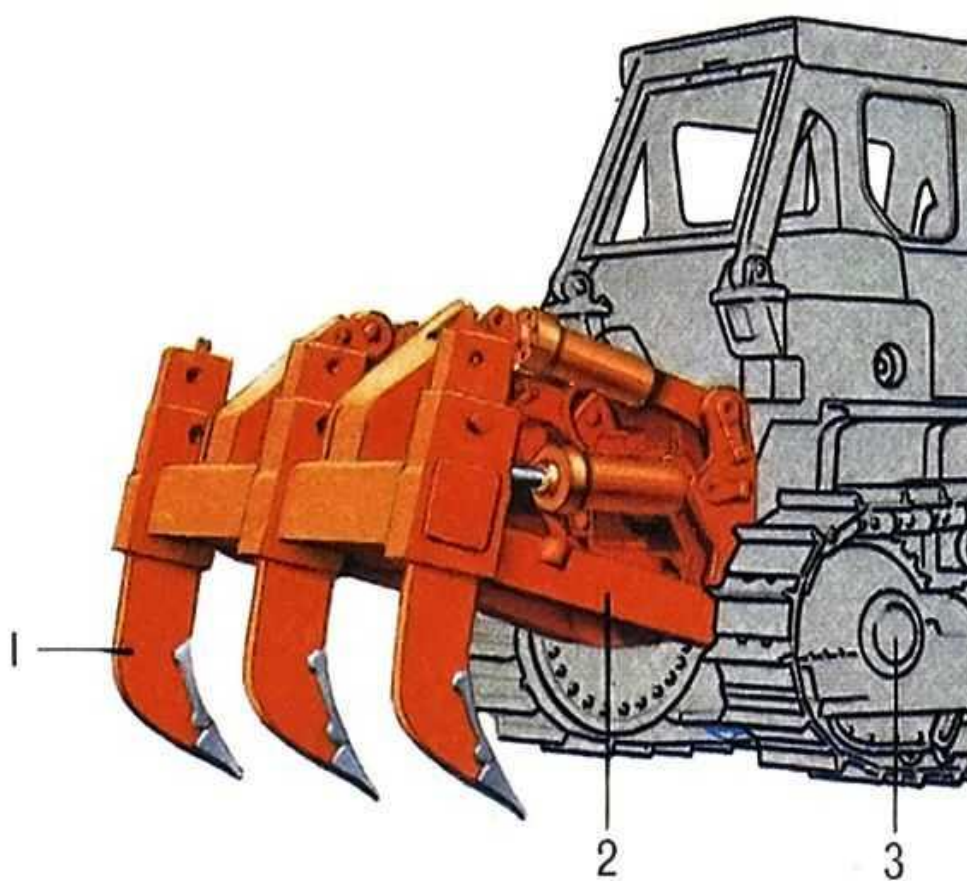
- Технологические схемы разработки грунта при различном сочетании **машин ударного действия** в комплекте зависят от вида земляного сооружения, рода грунта, глубины промерзания, наличия материально-технических ресурсов и др.



- Схемы разработки мерзлых грунтов с предварительным рыхлением

- а - рыхление клин-молотом; б - тракторным виброклиновым рыхлителем;
- 1 - автоэкскаватор; 2 - экскаватор; 3 - клин молот; 4 - виброклин

- **Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта**
- **Статическим воздействием** разрушение мерзлого грунта осуществляется непрерывно рабочим органом, состоящим из одного или нескольких (до 5) зубьев, внедряемых в грунт при движении трактора (тягача).
- При рыхлении статическим воздействием стоимость и затраты на ниже, чем при ударном.



• Рыхлитель:

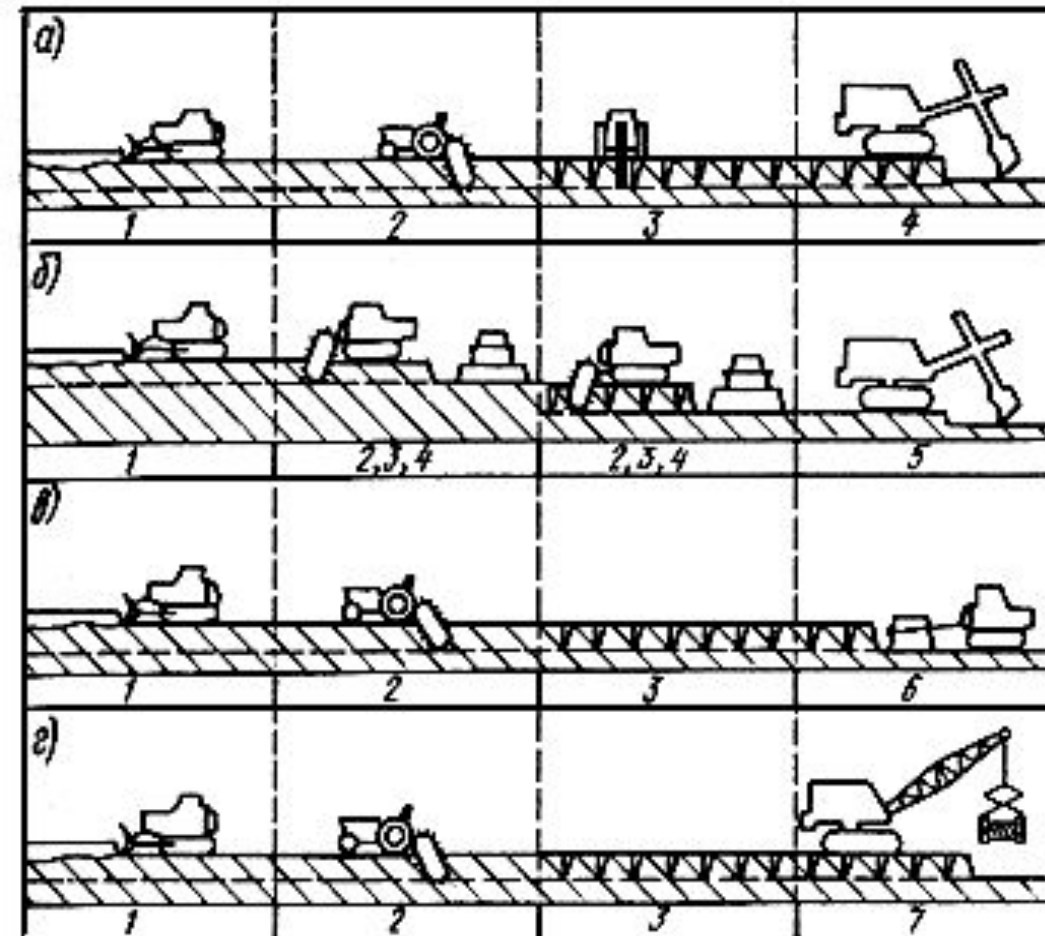
- 1 - зуб рыхлителя; 2 - рама рыхлителя; 3 - базовый трактор.

Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта



• Разработка мерзлого грунта с предварительным рыхлением грунта

• **Блочный метод** разработки грунта предусматривает разрезку его на блоки (полосы). Специализированными машинами или навесным оборудованием нарезают щели шириной от 5 до 15 см параллельными и пересекающимися проходками, а отдельные блоки затем удаляет экскаватором, бульдозером или краном.



а, б - мелкоблочным способом;

в, г - крупноблочным;

1 - удаление снежного покрова;

2, 3 - нарезка блоков мерзлого грунта баровой машиной;

4 - разработка мелких блоков экскаватором или бульдозером;

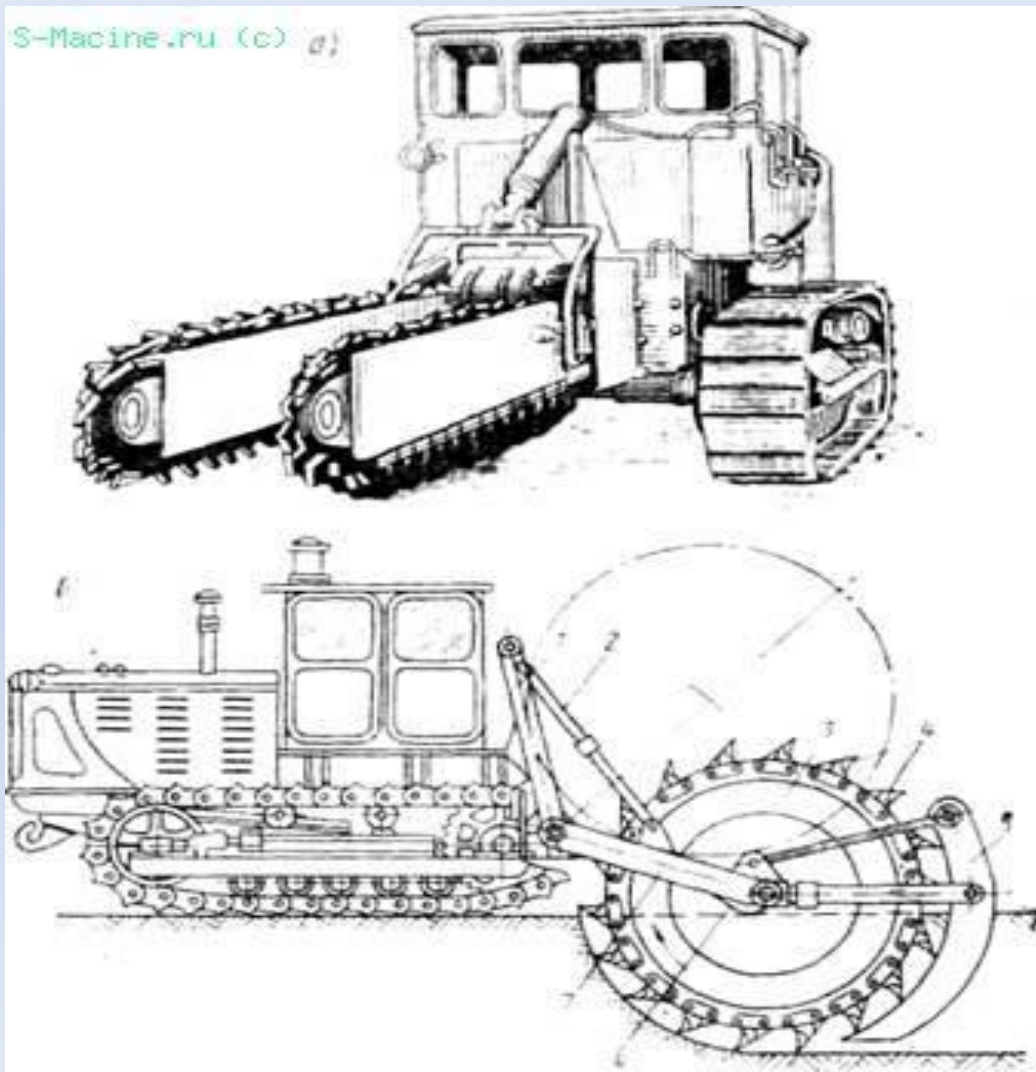
5 - разработка талого грунта;

6 - разработка крупных блоков мерзлого грунта трактором;

7 - то же, краном

- **Разработка мерзлого грунта путем резания**

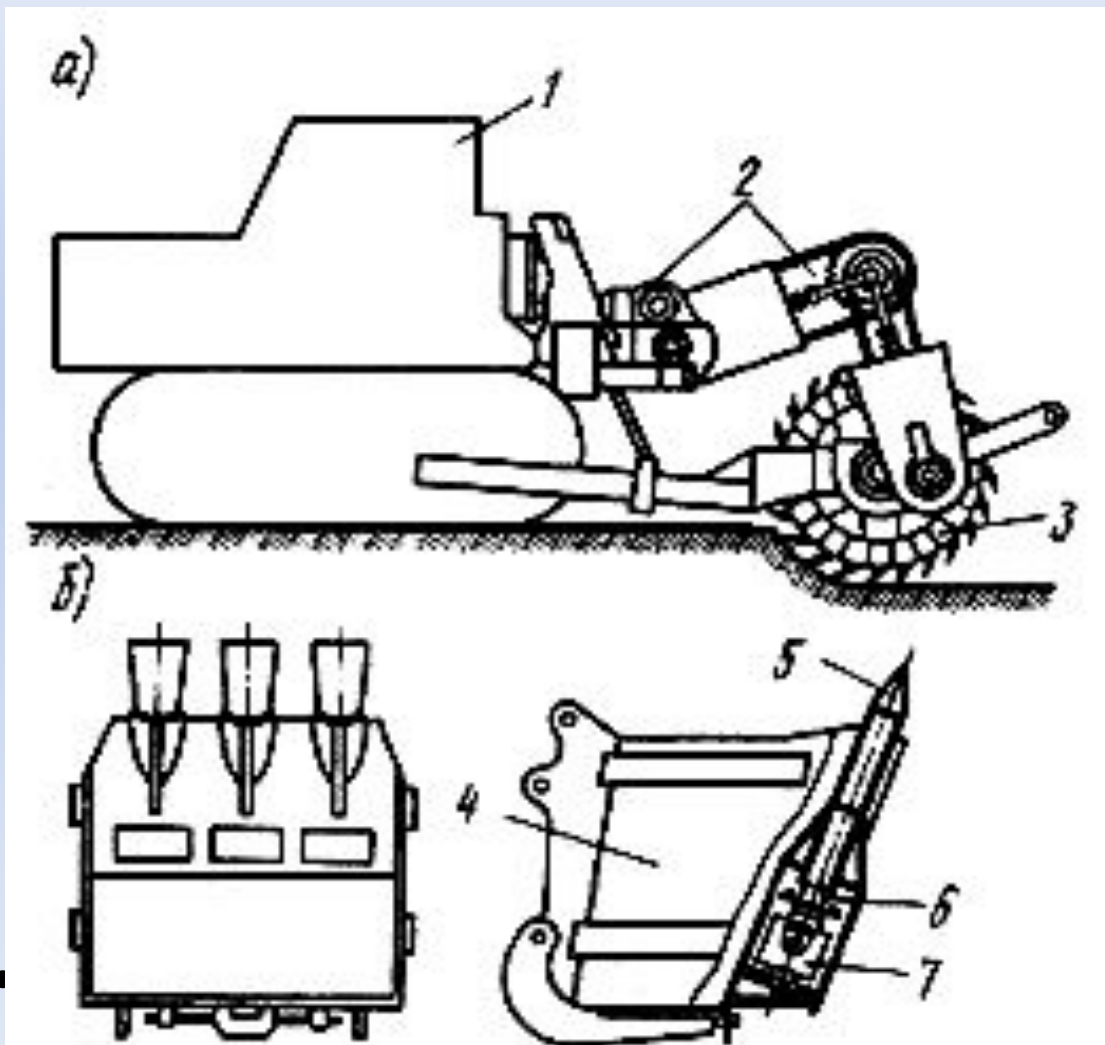
- **Баровые машины с рабочим органом в виде бесконечной цепи с зубьями (рис., а) или дисковой фрезы (рис. б) с последующей выемкой глыб грунта одноковшовыми экскаваторами.**



- а — двухбаровая машина;
- б — дискофрезерная машина;
- 1 — неподвижная рама;
- 2 — гидроцилиндры;
- 3 — фреза;
- 4 — резцы;
- 5 — грунтоподборщик;
- 6 — опорные лыжи;
- 7 — подвижная рама

• Непосредственная разработка мерзлых грунтов

- Для непосредственной разработки мерзлых грунтов используют землеройно-фрезерные машины, многоковшовые и одноковшовые экскаваторы со специальным рабочим оборудованием, обеспечивающим разрушение мерзлого грунта в естественном залегании в процессе его экскавации.



- а - землеройная машина:
- 1 - трактор;
- 2 - система передачи и управления рабочим органом;
- 3 - рабочий орган машины (фреза);
- б - ковш экскаватора с активными зубьями:
- 4 - ковш;
- 5 - зуб ковша;
- 6 - ударник;
- 7 - вибратор

•Рабочие органы экскаваторов для разработки мерзлых грунтов



•Зуб – рыхлитель

- Служит для разработки мерзлоты, дробления твёрдых пород, выравнивания дорожного бордюрного камня.



•Ковш рыхлитель

- Применяется для рыхления мёрзлых почв и общеземляных работ в тяжелых грунтах

Рабочие органы экскаваторов для разработки мерзлых



•Рабочие органы экскаваторов для разработки мерзлых грунтов



Виброриппер - навесное оборудование для разработки тяжелых и скальных грунтов.

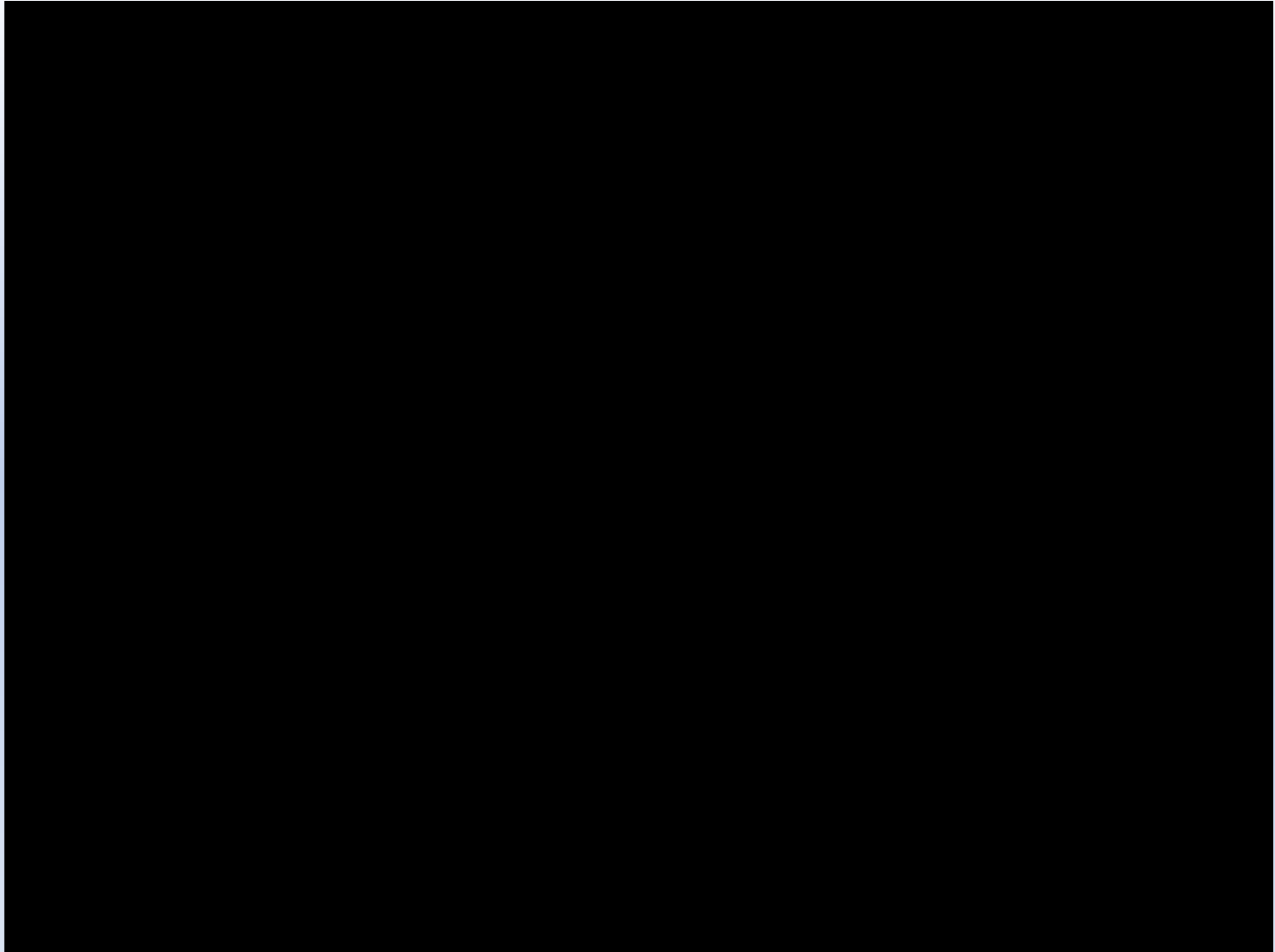
Виброриппер, или гидравлический рыхлитель, используется для рыхления мёрзлых грунтов, горных пород различной крепости (кварцит, сланцы, известняк, гранит, мрамор, выветренные породы, каменный уголь), искусственных покрытий (асфальт, бетон) и т.п. с использованием усилия стрелы экскаватора и воздействия вибрационных колебаний, создаваемых этим оборудованием.

Рабочие органы экскаваторов для разработки мерзлых грунтов



Гидромолот - это сменный вид рабочего оборудования экскаваторов, погрузчиков. Гидромолот предназначен для рыхления мерзлого грунта, дробления твердых и горных пород, взламывания дорожных покрытий, бетонных сооружений. Гидромолот устанавливают вместо снятого ковша и подключают к гидравлической системе экскаватора.

Рабочие органы экскаваторов для разработки мерзлых грунтов



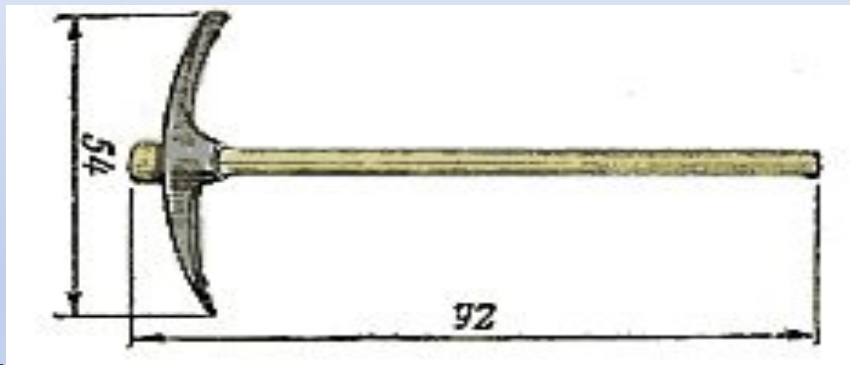
- **Машины для разработки мерзлых грунтов**



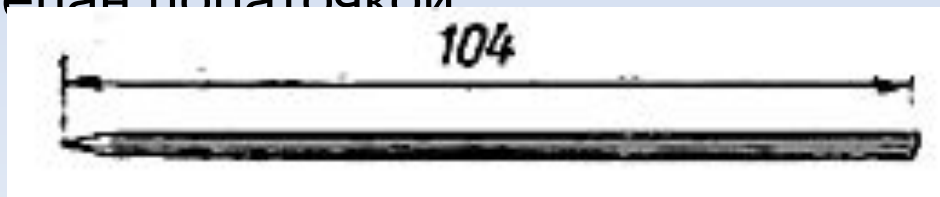
- **Отбойные молотки** применяют для рыхления твердых и мерзлых грунтов при производстве земляных работ небольшого объема, для пробивки углублений, борозд, отверстий и проемов в стенах и перекрытиях, а также для разборки бетонной кладки и дорожных покрытий.

- **Инструменты для разработки мерзлых грунтов**

- **Кирко-мотыга** предназначена для рыхления и разработки мерзлых, каменистых твердых грунтов. Один конец заточен четырехгранником и предназначен для рыхления мерзлого грунта, разбивания камней. Второй заточен лопаточкой и предназначен для рыхления и разработки мерзлых и твердых грунтов.



- **Лом обыкновенный** предназначен для рыхления особо твердых грунтов, пробивания отверстий во льду, бетонных перекрытиях, каменной кладке, разборки завалов, разъединения деревянных конструкций, а также в качестве рычага при грузоподъемных работах. Металлический стержень из легированной стойкой к истиранию стали. Один конец заточен четырехгранником, второй сделан лопаточкой



•Эффективность разработки мерзлых грунтов

- Производство земляных работ в зимних условиях связано с дополнительными затратами материально-технических и энергетических ресурсов, повышением стоимости и трудоемкости работ, поэтому необходима тщательная разработка этого раздела в проекте производства работ (ППР).
- Эффективность разработки мерзлых грунтов зависит от выбора способа разработки, который, в свою очередь, зависит от объема работ, параметров земляного сооружения, рода грунта, местных метеорологических и гидрогеологических условий, наличия материально-технических и энергетических ресурсов и др.
- Решение об использовании того или иного способа принимают на основе сравнения ряда технически целесообразных вариантов разработки грунта и анализа их технико-экономических показателей. В зависимости от конкретных условий строительства оптимизация решения указанной задачи может выполняться по минимуму одного или сочетания нескольких параметров: стоимости,

Машины для уплотнения грунтов

Машины для уплотнения грунтов

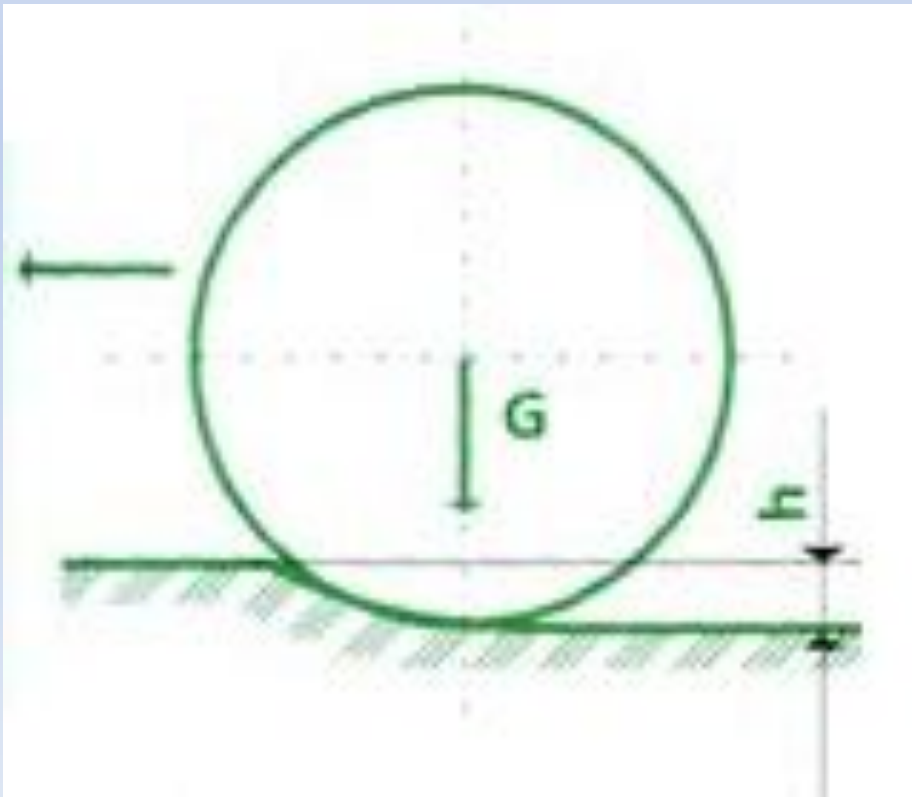
- **Назначение машин для уплотнения грунтов**
- Грунтоуплотняющие машины (катки, **виброуплотнитель-ные машины, трамбовки и др.**) предназначены для уплотнения грунтов и других сыпучих материалов (гравия, щебня) при возведении насыпей, планировочных работах, при обратной засыпке траншей и фундаментов и служат для восстановления плотности грунта, разрушенного при его разработке, до проектного (нормативного) значения в целях обеспечения устойчивости сооружений.
- Сущность уплотнения заключается в увеличении количества связей в материале и упрочнении их с целью обеспечения прочности и долговечности сооружения. Это достигается повышением плотности материала.
- Эффективность уплотнения зависит от величины уплотняющих нагрузок и времени их действия. По мере увеличения нагрузки эффективность

Машины для уплотнения грунтов

- В строительстве применяют следующие основные способы уплотнения:
 - - *укатка,*
 - - *трамбование,*
 - - *виброуплотнение,*
 - - *комбинированный.*

- **Способы уплотнения. Укатка.**

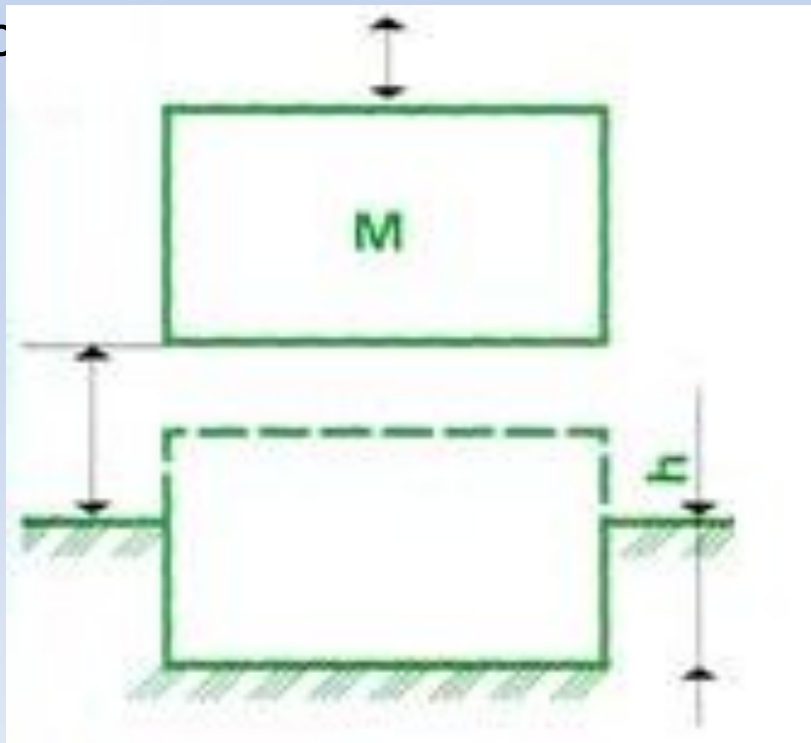
- При укатке по поверхности уплотняемого слоя перекатывается валец (см. схему), под действием силы тяжести G которого слой материала приобретает остаточную деформацию. Эта деформация по мере увеличения плотности материала уменьшается и к концу укатки приближается к нулю. Дальнейшее повышение плотности материала может быть достигнуто лишь увеличением нагрузки на валец.



- Уплотняющее действие катков зависит от массы катка, площади контакта рабочего органа с уплотняемым слоем, скорости укатки и числа проходов.

- **Способы уплотнения. Трамбование.**

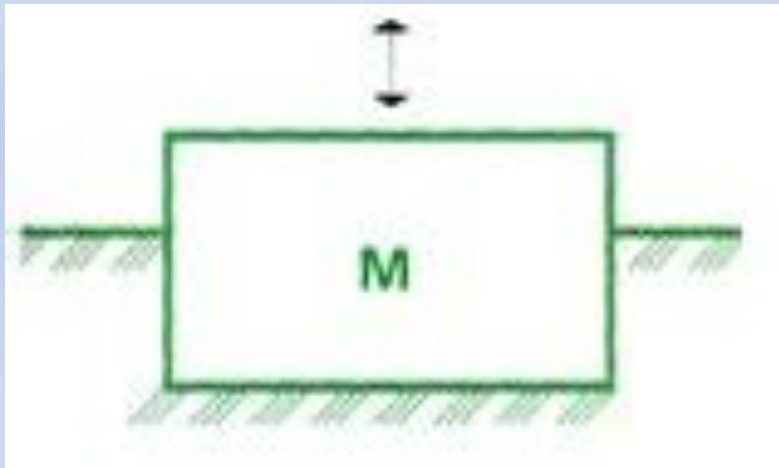
• Трамбование осуществляется периодическим поднятием какой-либо массы M на высоту H и ее последующим свободным падением на поверхность уплотняемого материала. Для трамбования характерна большая глубина уплотнения. Метод применяют преимущественно для уплотнения грунтов слоями большой толщины. Для уплотнения слоев дорожной одежды метод трамбования используют редко, так как сила удара должна быть ограничена во избежание разрушения частиц щебня в каменных



- На эффективность уплотнения трамбованием наибольшее влияние оказывают масса плиты, частота удара, скорость падающего груза.

- **Способы уплотнения. Виброуплотнение.**

- Виброуплотнение заключается в том, что колеблющаяся с большой частотой масса M сообщает кинетическую энергию частицам материала, расположенным в зоне вибровозбудителя, и приводит их в колебательное состояние. Разные по размеру и массе частицы получают различные ускорения, взаимно перемещаются, и поры между крупными частицами заполняются более мелкими, благодаря чему материал уплотняется.



- Эффективность уплотнения вибрированием зависит от амплитуды колебаний, их частоты и массы вибровозбудителя. С увеличением амплитуды и массы вибровозбудителя уплотняющее действие вибрирования возрастает. Влияние частоты колебаний проявляется более сложно, поскольку при изменении ее в широком диапазоне наблюдается максимум уплотнения.

- Вибрационный способ особенно эффективен для уплотнения малосвязных материалов.

- **Способы уплотнения. Комбинированный.**

- Перечисленные выше способы уплотнения применяют как отдельно, так и в сочетании один с другим.
- Комбинированные способы уплотнения сочетают в себе укатку с вибрированием или трамбование с вибрированием. Реже используют эффект одновременной укатки с трамбованием (катки с падающими грузами).
- Для уплотнения комбинированным способом применяют вибрационные катки и вибротрамбовочные машины.



- **Классификация машин для уплотнения грунтов**

- **По способу агрегатирования (способу передвижения):**
- -прицепные (масса полностью передается на уплотняемый материал);
- - полуприцепные (часть его массы передается на тягач через сцепное устройство);
- - самоходные (включают в себя двигатель, силовую передачу и движитель).
- **По виду рабочего органа:**
- - катки с гладкими вальцами (обечайки вальцов имеют гладкую рабочую поверхность);
- - кулачковые (на обечайках вальцов жестко закреплены ряды кулачков);
- - решетчатые (обечайка вальца выполнена в виде решетки, набранной из литых металлических элементов);
- - пневмоколесные (пневматические колеса имеют гладкую рабочую поверхность);
- - комбинированные (рабочие органы, характерные для катков различного вида).

Классификация машин для уплотнения грунтов

• По числу осей:

- *одноосные,*
- *двухосные,*
- *трехосные.*

• По количеству вальцов:

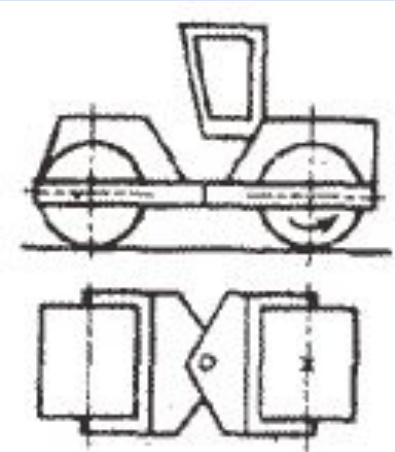
- *одновальцовые,*
- *двухвальцовые,*
- *трехвальцовые.*

• По принципу действия:

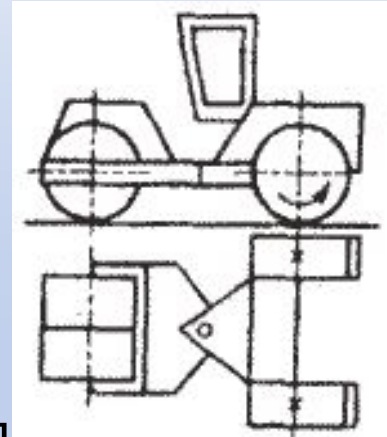
- *статический каток* (уплотняет под действием силы тяжести при перекачивании рабочего органа по материалу);
- *вибрационный каток* (за счет силы тяжести и периодических колебаний одного или нескольких рабочих органов).
- Для создания вибрации в валец встраивают, как правило, дебалансный вибровозбудитель колебаний, приводимый в действие от трансмиссии катка. Использование вибрации позволяет снижать в 1,5-3 раза число проходов катка по одному следу, увеличивать толщину уплотняемого слоя (в некоторых случаях до 1,5 м и более), а также уплотнять крупнообломочные материалы.

- **Катки с гладкими вальцами**

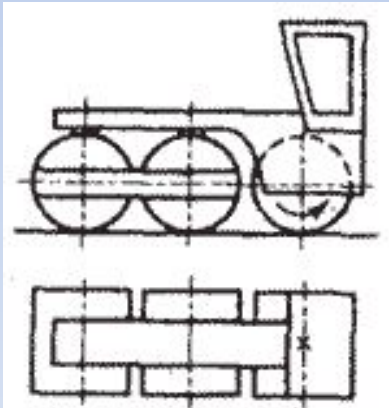
- Вид катка характеризуется тем, что обечайки вальцов имеют гладкую рабочую поверхность.



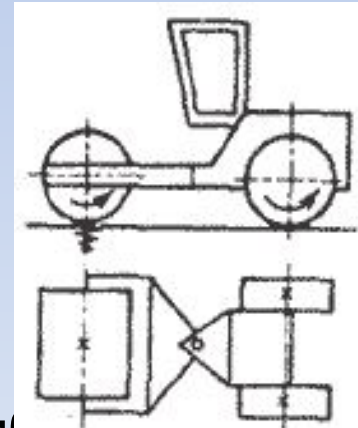
Каток двухосный двухвальцовый



Каток двухосный трехвальцовый



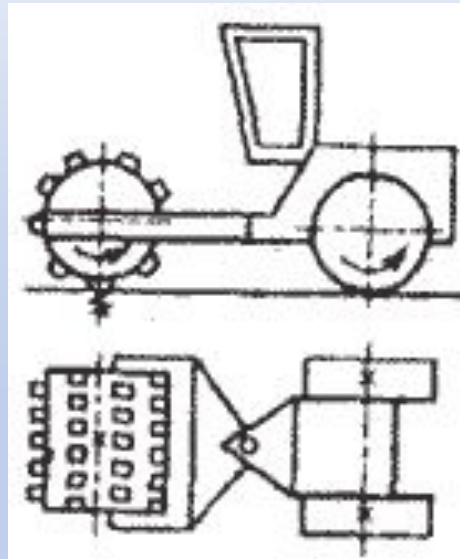
Каток трехосный трехвальцовый



Каток вибрационный одноосный с гладким вальцом

- **Катки с кулачковыми вальцами**

- У катков на обечайках вальцов жестко закреплены ряды кулачков.

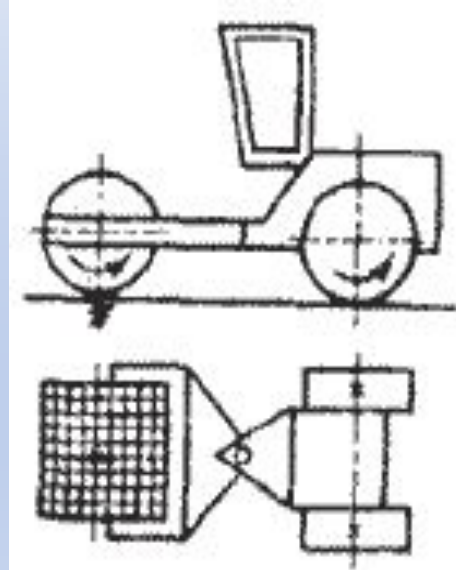


Каток вибрационный кулачковый

- Напряжение на поверхности контакта кулачков с грунтом в несколько раз больше, чем напряжение под катком с гладкими вальцами. ***Кулачковые катки эффективны только при уплотнении рыхлых связных грунтов.*** Толщина уплотняемого слоя не превышает 22-30 см.

- **Катки решетчатые**

- У решетчатого дорожного катка обечайка вальца выполнена в виде решетки, набранной из литых металлических элементов.

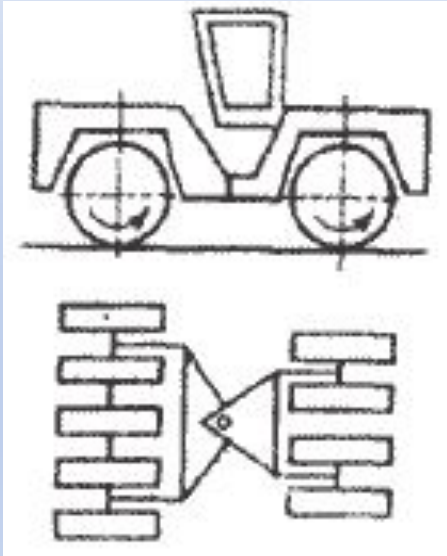


Каток вибрационный решетчатый

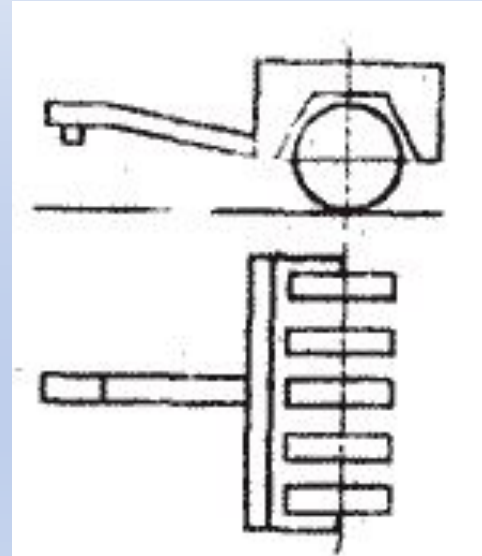
- Такие катки применяют для уплотнения как связных, так и несвязных комковатых грунтов, которые содержат твердые включения. Последние дробятся решеткой катка, что значительно повышает качество уплотнения.

- **Катки пневмоколесные**

- У пневмоколесного дорожного катка пневматические колеса имеют гладкую рабочую поверхность.



Каток пневмоколесный самоходный

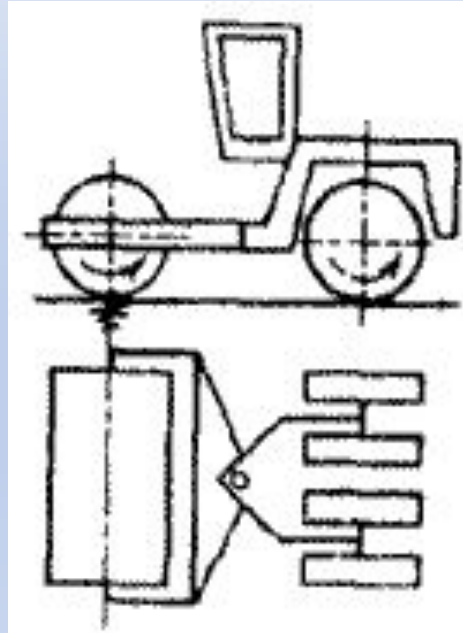


Пневмоколесный прицепной

- Пневмоколесные катки, в отличие от катков с гладкими вальцами, позволяют длительное время прилагать нагрузку к уплотняемому материалу.

- **Катки комбинированные**

- Комбинированный каток оборудован рабочими органами, характерными для дорожных катков различного вида.

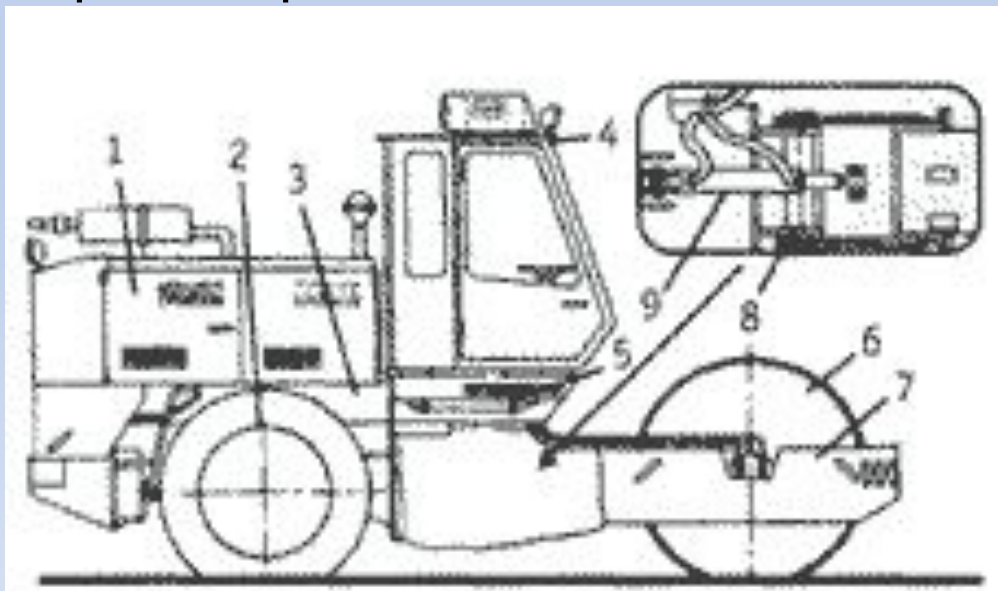


Каток комбинированный

- Наиболее распространены катки с пневмоколесами и вибрационным вальцом, которые обеспечивают наибольшую универсальность машины с точки зрения уплотнения различных материалов - от суглинка и асфальтобетонной смеси до крупнообломочных материалов и песков.

- **Самоходный вибрационный каток**

• **Самоходный вибрационный каток** - двухосная машина, состоящая из трех агрегатов: вибровальца с полурамой, силового агрегата, заднего моста с двумя ведущими пневмоколесами. На раме силового агрегата размещены силовая установка и кабина машиниста с кондиционером. К нижней передней части рамы прикреплен шарнир сочленения агрегата с рамой вибровальца и два гидроцилиндра поворота катка.



1 - силовая установка, 2 - пневмоколесо, 3 - силовой агрегат, 4 - кабина, 5 - пневматическая система, 6 - вибровалец, 7 - полурама, 8 - шарнир, 9 - гидроцилиндр

Самоходный комбинированный вибрационный каток

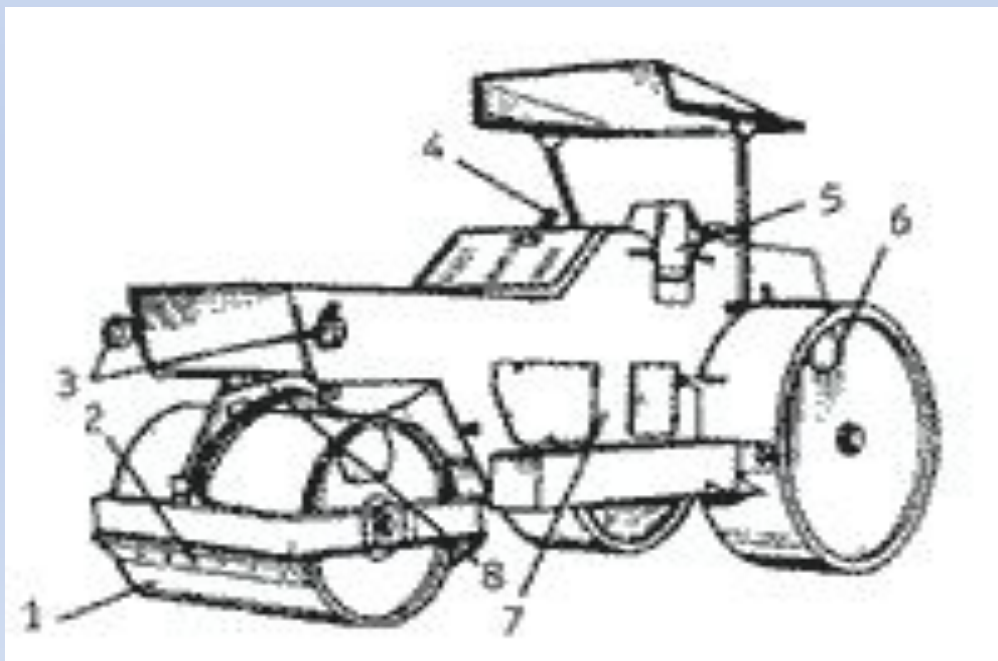


Самоходный комбинированный каток



- **Двухосный трехвальцовый статический каток**

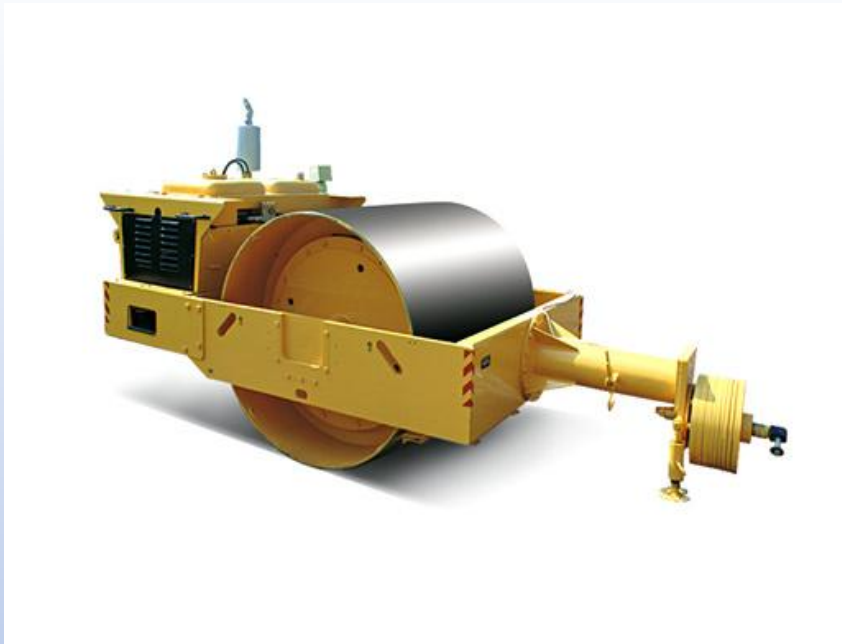
- Двухосный трехвальцовый статический каток состоит из рамы, направляющего и двух ведущих валцов, двигателя, трансмиссии, рабочего места машиниста с механизмами управления, приборов освещения, очистных скребков и системы смачивания рабочей поверхности валцов.



- 1,6 - валцы, 2 - очистной скребок, 3 - приборы освещения, 4 - механизмы управления, 5 - рабочее место машиниста, 7 - рама, 8 - вилка

Двухосный трехвальцовый статический каток





Каток вибрационный гладкий прицепной
Вибротрамбовка



Каток вибрационный
комбинированный самоходный



Виброплита

