

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»



**Пред
мет:**

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**13.Лек
ция**

**Машины и механизмы для
рыхления твердых грунтов**

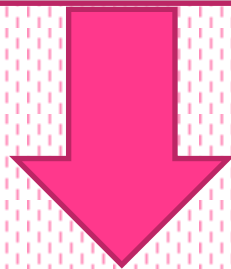
УСМАНОВ НАИЛЬ
КАЮМОВИЧ

Доц. Кафедры Механизация
гидромелиоративных работ.





ПЛАН ЗАНЯТИЯ:



1

Рыхлители. Назначение

2

Классификация рыхлителей

3

Основы расчета рыхлителя



Рыхлением называют **разрушение плотного грунта**, производимое с помощью механизмов или взрывания.

Рыхление необходимо при копке траншей, разработке скальных, тяжелых и промерзших грунтов, для повышения производительности скреперов, а также при разработке связных грунтов под водой.

В зависимости от вида грунта и его плотности применяют различные способы рыхления:

- статическое рыхление;**
- резание грунта;**
- разрушение грунта ударными нагрузками**

Разрушение грунта ударными нагрузками

Разрушение грунта ударными нагрузками широко применяют в зимнее время года. Для этого используют специальное навесное оборудование, называемое **шар-бабой** или **клин-бабой** (в зависимости от формы), крепят которое с помощью стального троса на стреле экскаватора.

Недостатком этого способа разрушения грунта является низкая производительность и быстрая изнашиваемость оборудования, в том числе и экскаватора, используемого не по прямому назначению



Шар-баба

CLOSE X

Резание грунта

Резанием называют процесс разрушения грунта, при котором от общего массива происходит отделение верхнего слоя, называемого при проведении этого технологического процесса «стружкой».

Резание грунта производят с помощью рабочего органа дорожно-строительных машин, в роли которого может выступать **отвал бульдозера, ковш экскаватора, скрепера или погрузчика**, изготовленные из особо прочной углеродистой стали с легирующими добавками, обеспечивающими повышенную устойчивость металла к истиранию.



Статическое рыхление грунтов

Статическим называют послойное рыхление грунтов с помощью специального навесного оборудования, называемого **рыхлителями**. Его изготавливают из прочной углеродистой стали, снабжают зубьями со сменными коронками. Количество зубьев может быть различным от 1 до 3



Классификация рыхлителей

1) по назначению

а) общего назначения рыхлители

(максимальная глубина рыхления до 1 м);

б) специальные рыхлители (максимальная

глубина рыхления до 2 м).



2. Классификация рыхлителей по мощности

Тип рыхлителя	Мощность, кВт	Тяговое усилие, кН
---------------	---------------	--------------------

Легкие	До 55	До 135
--------	-------	--------



Средние	55 - 110	135 - 200
---------	----------	-----------



Тяжелые	110 - 200	200 - 300
---------	-----------	-----------



Сверхтяжелые	Более 200	Более 300
--------------	-----------	-----------



3. Классификация рыхлителей по типу ходового оборудования

а) гусеничные;



б) колесные.



4. Классификация рыхлителей по числу зубьев

а) однозубые;



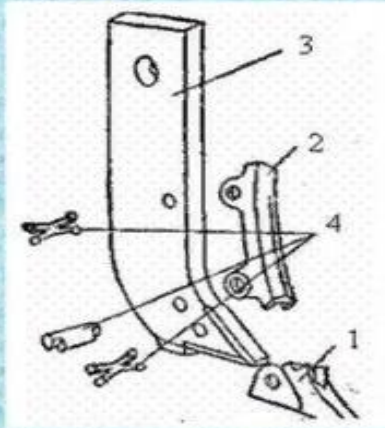
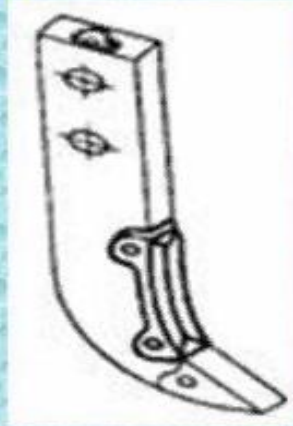
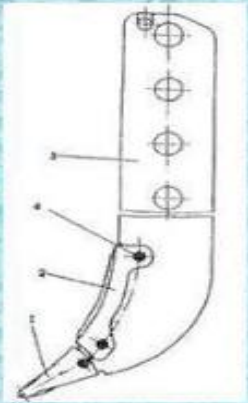
б) многозубые.



Рабочим органом статического рыхлителя является рыхлительный зуб.

Виды рыхлительных зубьев

Схема рыхлительного зуба.



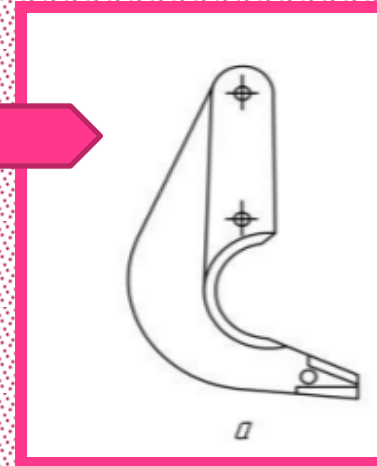
1 – наконечник; 2 – накладка; 3 – стойка;
4 – крепление.



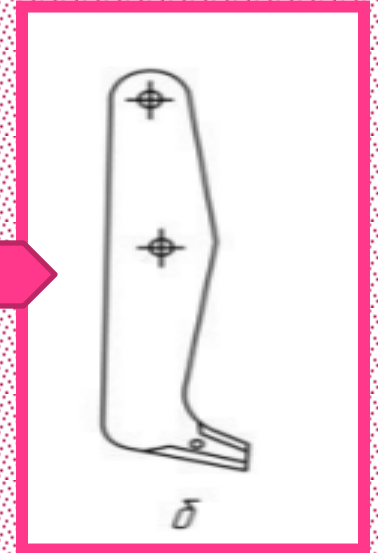
Зуб состоит из стойки, которая является основным несущим элементом; защитных накладок и наконечника, предназначенных для предотвращения износа зуба, и изготавливаемых из износостойких материалов.

По форме различают зубья *изогнутые, прямые и полуизогнутые*.

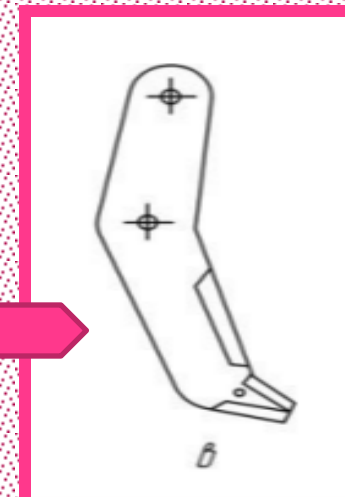
Изогнутые зубья применяют для рыхления грунтов на глубину до 0,8 м. Они могут использоваться на скальных грунтах пластного залегания;



Прямые зубья успешно используются для рыхления различных грунтов; в последнее время эти зубья применяются чаще остальных типов

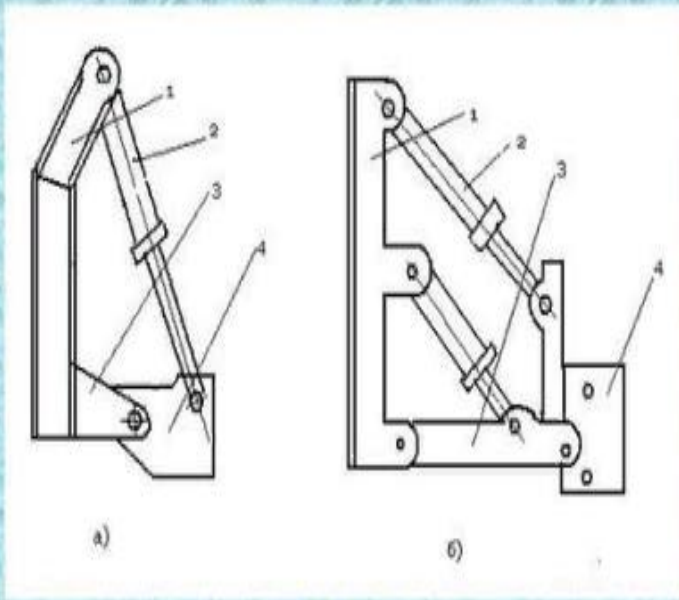


Полуизогнутые зубья позволяют уменьшить усилие заглубления при большем угле резания.



Рыхлительный зуб навешивается на базовый трактор при помощи металлической конструкции, называемой навеской.

Различают два основных типа навесок.
Схемы навесок.

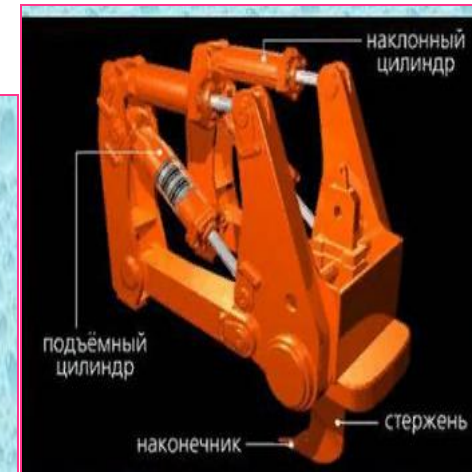


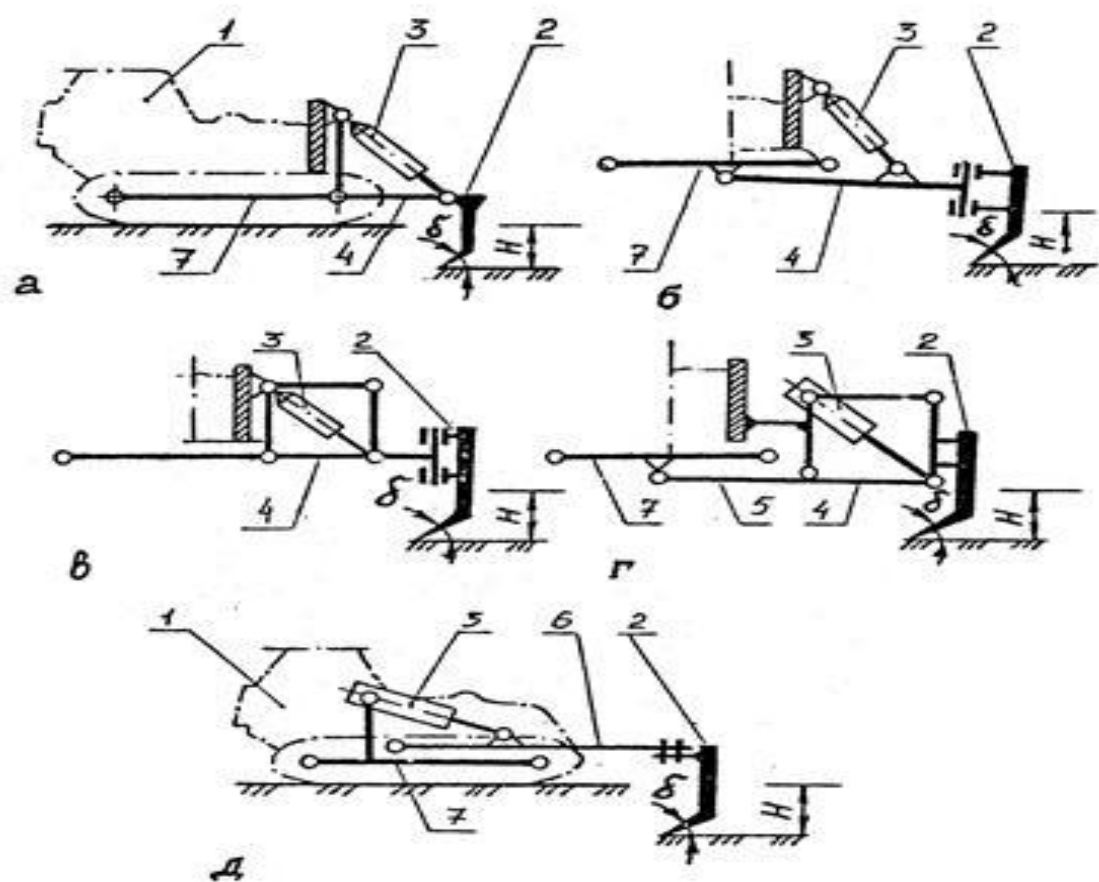
а) трехзвенная навеска; б) четырехзвенная навеска.

1 – стойка; 2 – гидроцилиндр; 3 – тяга; 4 – корпус

а) трехзвенная навеска, более прочная по конструкции, но с изменением глубины рыхления изменяются условия рыхления.

б) четырехзвенная навеска, менее прочная по конструкции, но с изменением глубины рыхления условия рыхления не меняются.

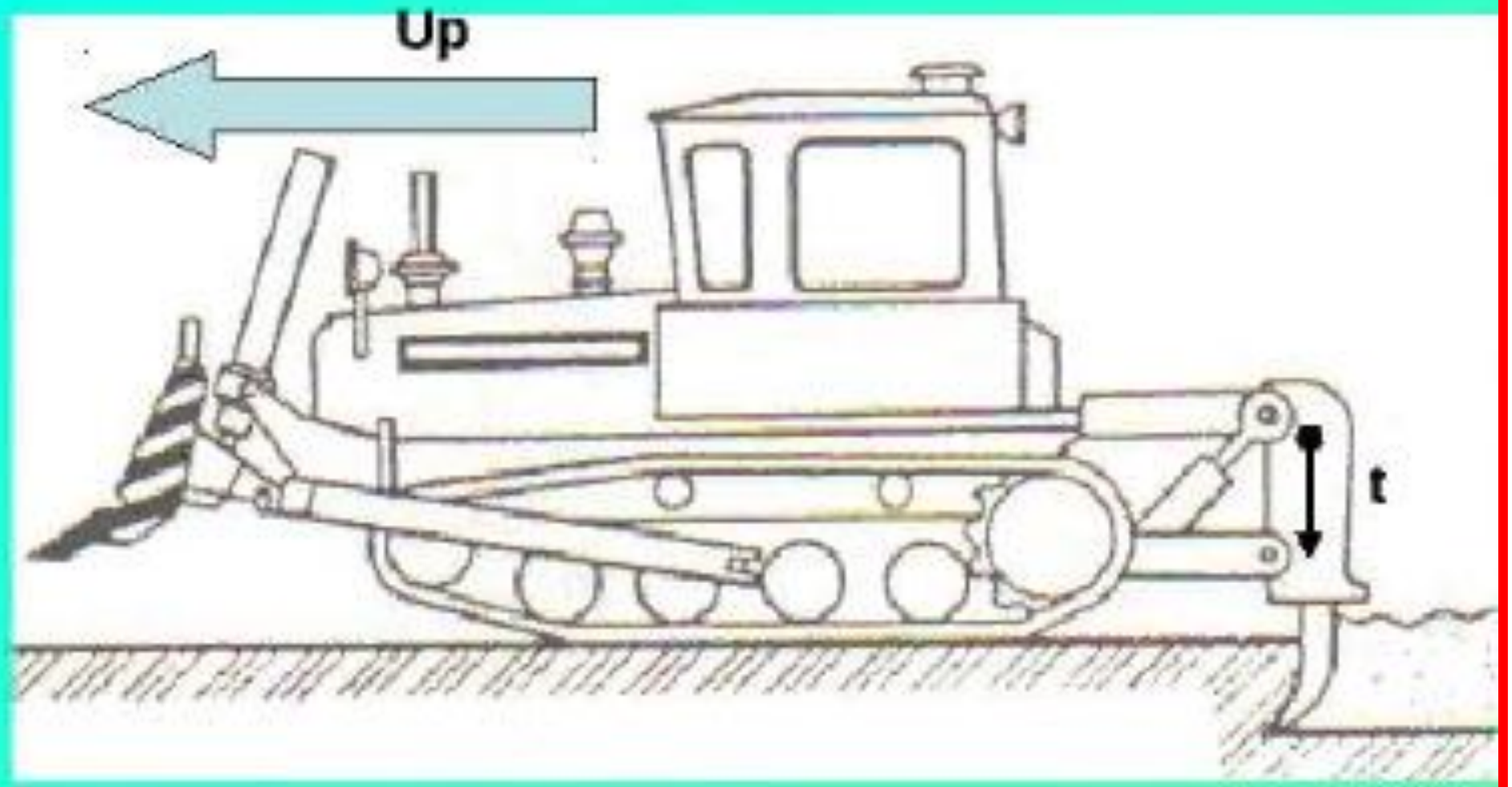




а - трехточечная с креплением внутренней рамы к корпусу заднего моста трактора; б - трехточечная с креплением охватывающей рамы рыхлителя к рамам гусеничных тележек или корпусу базового трактора; в - четырехточечная или параллелограммная с креплением внутренней рамы к корпусу заднего моста машины; г - четырехточечная с креплением внутренней рамы к заднему мосту посредством дополнительной охватывающей рамы; д - трехточечная с охватывающей универсальной рамой (1 - базовый трактор; 2 - рабочий орган; 3 - гидроцилиндр управления; 4 - внутренняя охватывающая рама рыхлителя; 5 - дополнительная охватывающая рама; 6 - охватывающая универсальная рама; т - рама гусеничных тележек; Н - глубина рыхления; δ - угол резания)

Рисунок 4.7 - Схемы подвески навесных рыхлителей к базовым машинам

процесс рыхления грунта





Однозубый рыхлитель на базе трактора фирмы
«Caterpillar»(США)

общая длина –
1570/1330 мм;
высота подъема –
882/885 мм;
предельная глубина
рыхления – 1231/498
мм;
максимальное усилие
рыхления – 153,8/147,9
кН;
максимальное усилие
отрыва – 320,5/332 кН;
масса – 4854/5550 кг.



Однозубый рыхлитель на базе трактора фирмы
«Komatsu»(Япония)

масса с устройством
гидравлического
управления –
7300/9720 кг;
длина – 1477/3085
мм;
предельная высота
подъема над грунтом
– 1140/1140 мм;
максимальная
глубина резания
грунта – 1800/1180
мм.



Двухзубый рыхлитель на базе трактора фирмы
«Caterpillar» (США)

**Трехстоечный
рыхлитель:**
масса – 1710 кг;
максимальная
высота подъема –
592 мм;
максимальная
глубина рыхления
– 572 мм.

БУЛЬДОЗЕР SHANTUI SD22S ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Трехзубый рыхлитель на базе трактора фирмы «Shantui» (Китай)

Тип рыхлителя	Одностоечный	Трехстоечный
Максимальное заглубление рыхлителя	695 мм	666 мм
Максимальная высота подъема рыхлителя	515 мм	555 мм

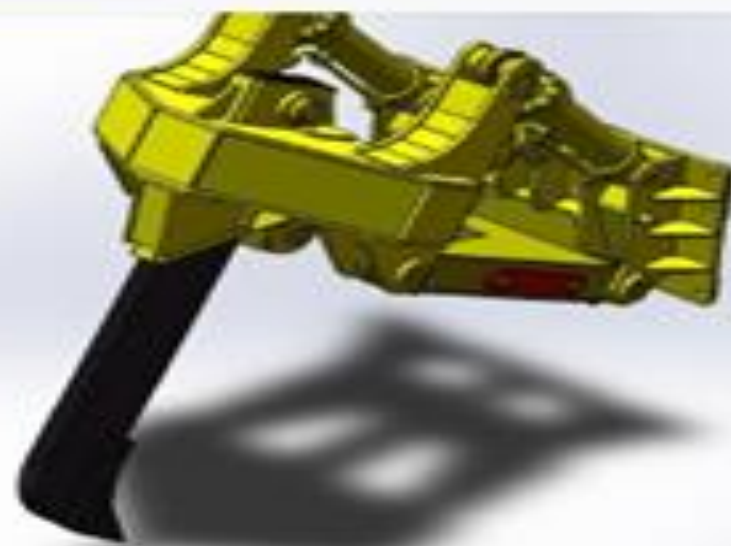


Трехзубый рыхлитель на базе трактора фирмы «ЧеТра»(Россия)

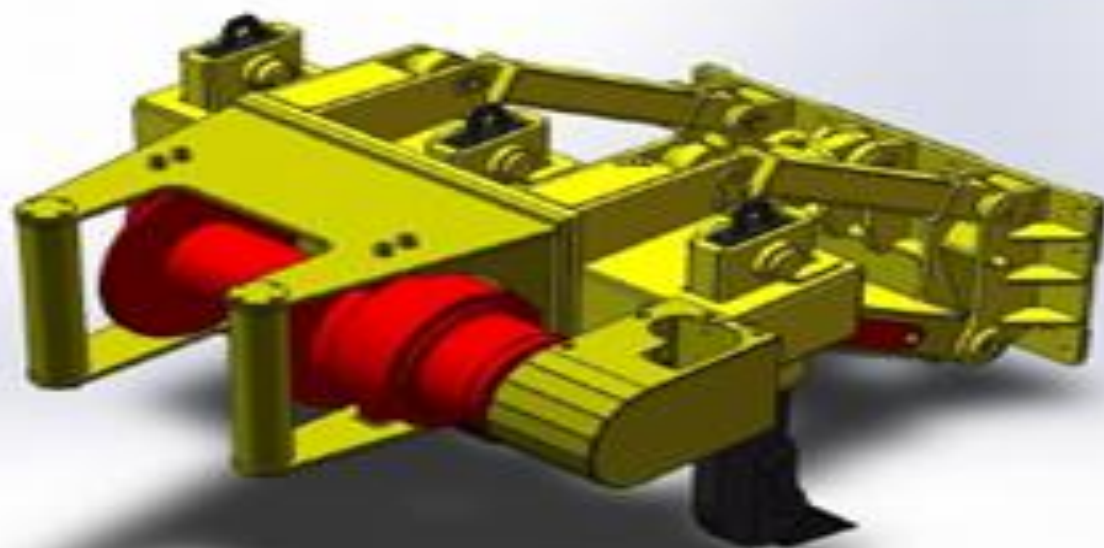
	Однозубый тип Н	Трехзубый тип Р
Грунты	На небольших площадях твердых грунтов, скальных пород и мерзлых покровов	На больших площадях плотных, слежавшихся, разборно-скальных грунтов IV категории
Заглубление	до 650 мм	до 650 мм
Поднимает зуб	до 700 мм	до 700 мм
Масса	1549 кг	2240 кг



a)



b)



8. Расчет рыхлителей

Главным параметром при расчете рыхлителей является тяговое усилие базового трактора (тягача), которое определяется

$$T_H = G_{\text{сц.р.}} \cdot \varphi_{\text{сц.}}, H,$$

где $G_{\text{сц.р.}}$ - сцепной вес рыхлителя, H , который равен

а) если рыхлитель навешивается на трактор, то

$$G_{\text{сц.р.}} = (G_{\text{тр.}} + G_{\text{р.об.}}), H,$$

где $G_{\text{тр.}}$ - вес базового трактора, H ,

$G_{\text{р.об.}}$ - вес рыхлительного оборудования, H ,

и принимается

$$G_{\text{сц.р.}} = (1,18 - 1,22) G_{\text{тр.}}, H.$$

б) если рыхлитель навешивается на бульдозер, то

$$G_{сц.р} = (G_{тр.} + G_{р.об.} + G_{б.об.}), Н,$$

где $G_{б.об}$ - вес бульдозерного оборудования, Н,
и принимается

$$G_{сц.р} = (1,35 - 1,45) G_{тр}, Н.$$

$\Phi_{сц}$ - коэффициент сцепления рыхлителя с грунтом,
принимается в зависимости от типа грунта и типа
ходового оборудования.

1) глубина рыхления, которая принимается в зависимости от тягового усилия базового трактора

Значения глубины рыхления

Глубина	Тяговые усилия, кН				
$h_p, \text{м}$	100	150	200	250	300
	0,5 - 0,8	0,6 - 1,2	0,8 - 1,5	1,0 - 1,8	1,4 - 2,0

2) ширина рыхлительного зуба, принимается в зависимости от глубины рыхления

$$b_z = h_p / (3,5 - 5,0), \text{ м},$$

где h_p – глубина рыхления, м. обычно ширина зуба принимается

$$b_z = (0,07 - 0,2) \text{ м}.$$

3) расстояние от нижней точки навески до поверхности грунта (принимается из условия прохождения кусков грунта под навеской);

а) для рыхления с тяговым усилием до $T_n=150\text{кН}$, то

$$L_p=(0,65 - 0,75)h_p, \text{ м.}$$

б) для рыхления свыше $T_n=150\text{кН}$, то

$$L_p=(0,5 - 0,6)h_p, \text{ м.}$$

4) расстояние от наконечника зуба до гусениц (колес)(принимается из условия прохождения больших кусков грунта)

$$L_n=(1,5 - 2,0)h_p, \text{ м,}$$

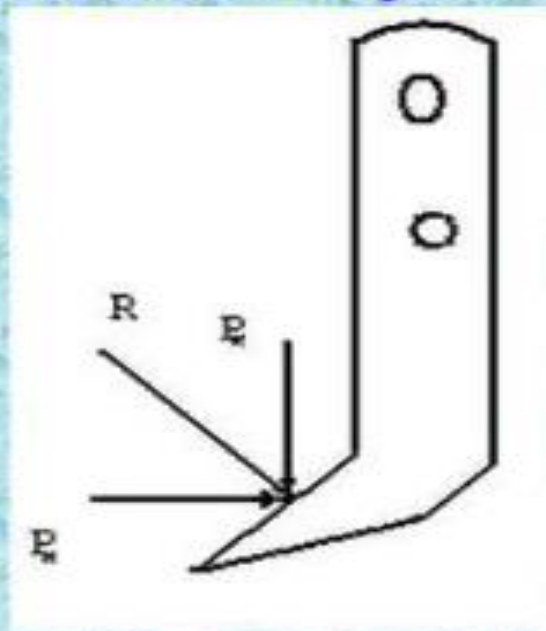
где h_p – глубина рыхления, м.



MyShared

В процессе рыхления, на зуб действует сила сопротивления R , которая раскладывается на касательную составляющую сопротивления рыхлению R_k , нормальную составляющую силу сопротивления рыхлению R_n .

Схема сил действующих на зуб



Касательная составляющая силы сопротивления рыхлению определяется по формуле

$$P_k = k_p \cdot b_z \cdot h_p \cdot n_z, \text{ Н,}$$

где k_p - удельное сопротивление грунта рыхлению, принимается в зависимости от типа грунта, МПа.

Значения коэффициента удельного сопротивления грунта рыхлению

k_p , МПа	Тип грунта			
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
	0,3 - 0,6	0,6 - 0,9	0,8 - 1,2	1,2 - 1,5

b_z - ширина зуба, м,

h_p - глубина рыхления, м,

n_z - число зубьев.

Нормальная составляющая сил сопротивления грунта рыхлению определяется в зависимости от касательной составляющей P_k

$$P_n = P_k \operatorname{ctg}(\mu^2 + \delta), \text{ Н} \quad \text{или} \\ P_n = 0,25P_k$$

тогда сила сопротивления рыхлению записывается

$$R = \sqrt{P_k^2 + P_n^2}, \text{ Н.}$$

Условие нормальной работы рыхлителя записывается

$$T_n \geq \sum W_i,$$

где T_n - номинальное тяговое усилие трактора, Н
 $\sum W_i$ - сумма всех сил сопротивления рыхлению, Н

Сумма всех сил сопротивления при работе рыхлителя записывается

$$\sum W_i = W_1 + W_2, \text{ Н,}$$

где W_1 - сила сопротивления грунта рыхлению, которая определяется

$$W_1 = R, \text{ Н.}$$

W_2 - сила сопротивления передвижению рыхлителя, которая определяется

$$W_2 = G_{\text{сц.р}} \cdot (f \pm i), \text{ Н,}$$

где $G_{\text{сц.р}}$ – сцепной вес рыхлителя, н;
который равен

$$G_{\text{сц.р}} = (1,35 - 1,45) G_{\text{тр}}, \text{ Н,}$$

f - коэффициент сопротивления движению рыхлителю, который зависит от типа грунта и типа ходового оборудования;

i – значение уклона местности

9. Производительность рыхлителей

$$П = (3600 \cdot L \cdot h_p \cdot B_3 \cdot \text{кв.}) / [((L/v_p) + t_{п.п}) \cdot n], \text{ м}^3/\text{ч.}$$

где L - длина участка рыхления, м;

h_p - глубина рыхления, м;

B_3 - ширина захвата рыхления, м

v_p - скорость при рабочем ходе, м/с;

$t_{п.п}$ - время на повороты и переключение передач, с;

n - число проходов по одному следу.

Ширина захвата рыхления равна

$$B_3 = z \cdot b_3 + a \cdot (z - 1), \text{ м.}$$

где b_3 - ширина зуба, м;

a - расстояние между зубьями, м;

z - число рыхлительных зубьев.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные виды работ выполняемые рыхлителями.
2. Назовите основные фирмы выпускающие рыхлители.
3. Объясните принцип работы рыхлителя.
4. Назовите виды рыхлительных зубьев.
5. Назовите виды навесок.
6. Назовите силы сопротивления рыхлению.
7. Поясните формулу определения производительности рыхлителей.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1. Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы. УП за № 6024 от 10. 07. 2020 г.**
- 2. В.В. Суриков и др.Строительные машины для механизации мелиоративных работ . Учебник. М: 1991-463 с.**
- 3.А.Н. Строительные и дорожные машины . Учебник для вузов . – М.: Академия, 2012. – 446 с. .**
- 4.А.И. Доценко. Машины для земляных работ : учебник для вузов. – М.: «БАСТЕТ», 2012. - 688с.**
- 5. И.Ф. Дьяков. Строительные машины и дорожные машины и основы автоматизации. Учебное пособие. Ульяновск УлПУ:2007.-516с.**
- 6. Шестопалов, К..К. Машины для земляных работ : Учебное пособие. – М.: МАДИ, 2015. – 384 с**



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Экскаватор с рыхлителем CAT 330 DL.mp4



УСМАНОВ НАИЛЬ
КАЮМОВИЧ

доц.кафедры Механизация
гидромелиоративных работ.



+ 998 71 237 1927



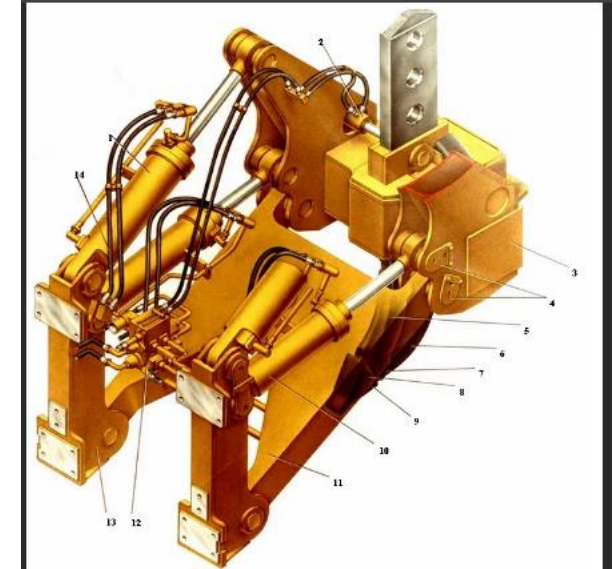
usmanov [@tiame.uz](mailto:usmanov@tiame.uz)



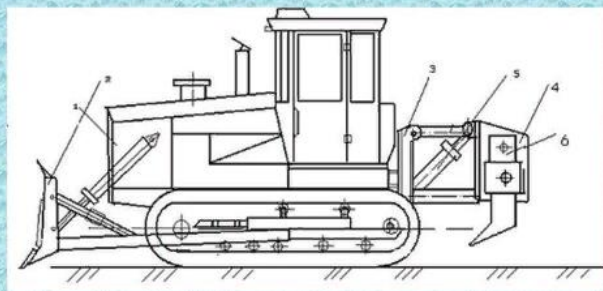








2. Общее устройство рыхлителей



1 – трактор; 2 – отвал; 3 – навеска; 4 – корпус;
5 – гидроцилиндр; 6 – зуб.