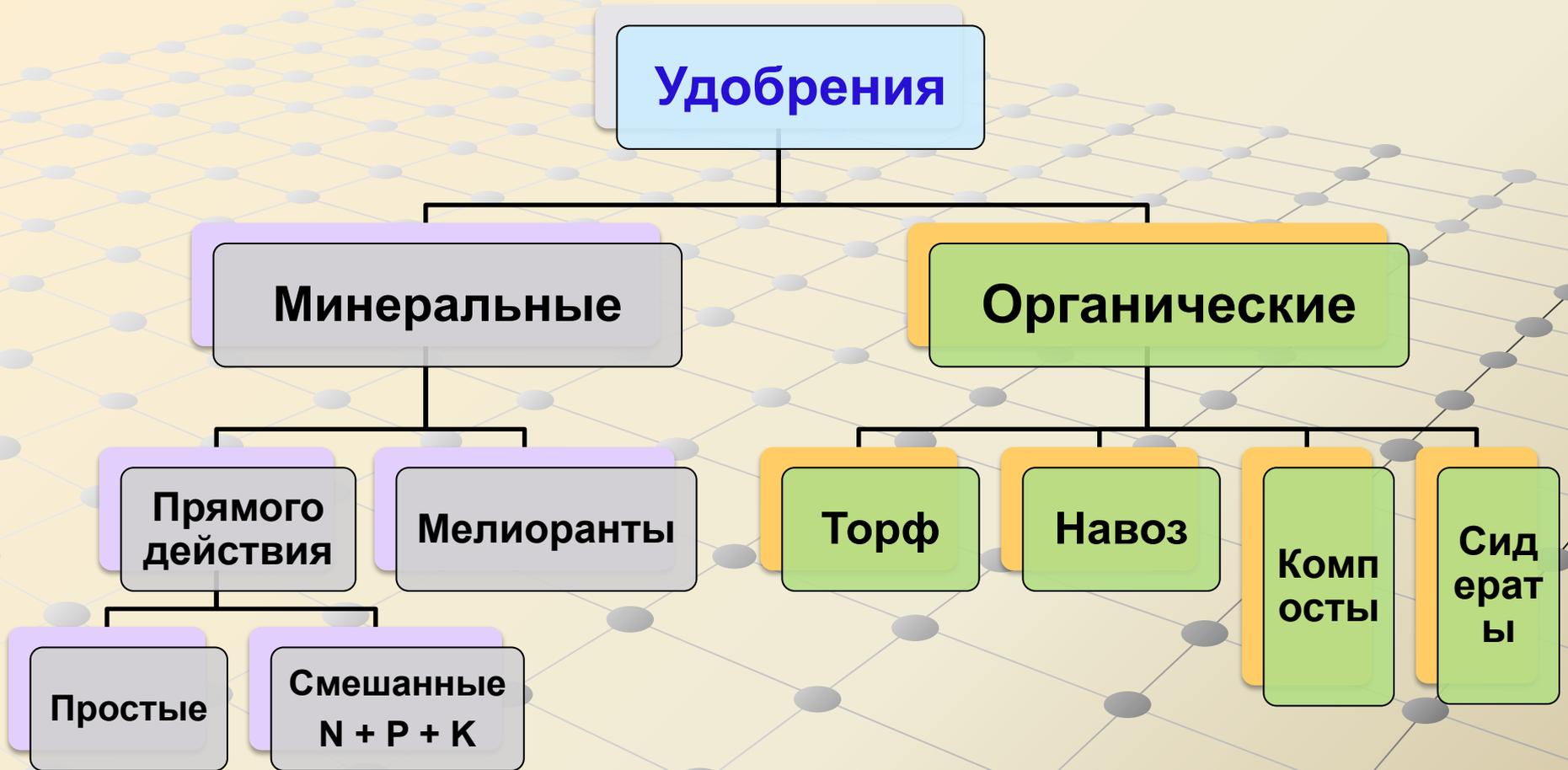


МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Виды удобрений



Способы внесения удобрений

В зависимости от сроков внесения:

1. Основное внесение

2. Внесение при
посеве

3. Подкормка

По характеру распределения на поле:

1. Разбросной

2. Рядковый

3. Локальный

Основные виды удобрений



Норма внесения удобрений -

это масса удобрений, вносимых на единицу площади поля.

Размерность нормы внесения удобрений – кг/га или т/га.

Нормы внесения удобрений зависят от возделываемых культур и состава почвы.

В настоящее время в России минеральные удобрения вносят примерно в количестве 1,3 млн. тонн. При этом средняя норма внесения составляет около 200 кг/га.

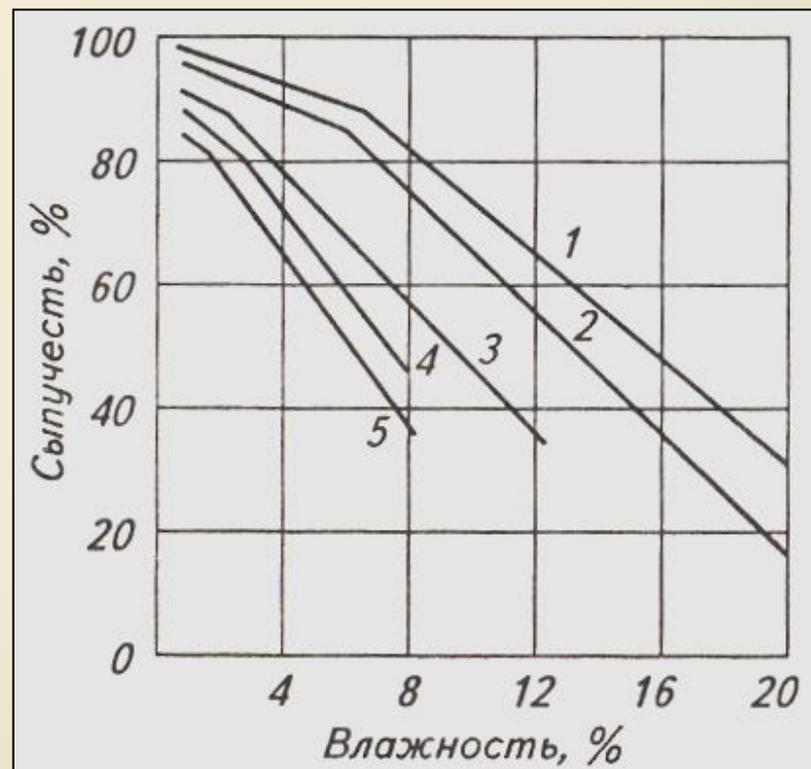
Органических удобрений в России вносят около 60 млн. тонн, что составляет норму 1 т/га пашни.

Технологические свойства минеральных удобрений

1. **Плотность** в пределах $0,8...1,7 \text{ т/м}^3$.
2. **Размеры гранул** от 1 до 5 мм.
3. **Сыпучесть** - способность удобрений проходить через отверстия. Измеряется количеством туков, высыпавшихся через единицу площади отверстия за единицу времени, **г/мин**. Сыпучесть характеризуется углом естественного откоса, который для туков равен $35...40^\circ$.
4. **Рассеиваемость** минеральных туков – это способность проходить через высевальные аппараты с узкими выходными щелями.
5. **Слеживаемость** - свойство минеральных удобрений образовывать прочные глыбы в процессе хранения.
6. **Гигроскопичность** - это способность поглощать влагу из воздуха. С повышением влагосодержания резко ухудшаются основные технологические свойства минеральных удобрений: сыпучесть, рассеиваемость и слеживаемость, в результате чего утрачивается возможность их механизированного внесения.

Зависимость **сыпучести** удобрений от **влажности**:

- 1 - порошковидный суперфосфат;
- 2 - гранулированный суперфосфат;
- 3 - гранулированная аммиачная селитра;
- 4 - кристаллическая аммиачная селитра;
- 5 - хлористый калий



Экспериментальное определение свойств минеральных удобрений



Технологические свойства органических удобрений

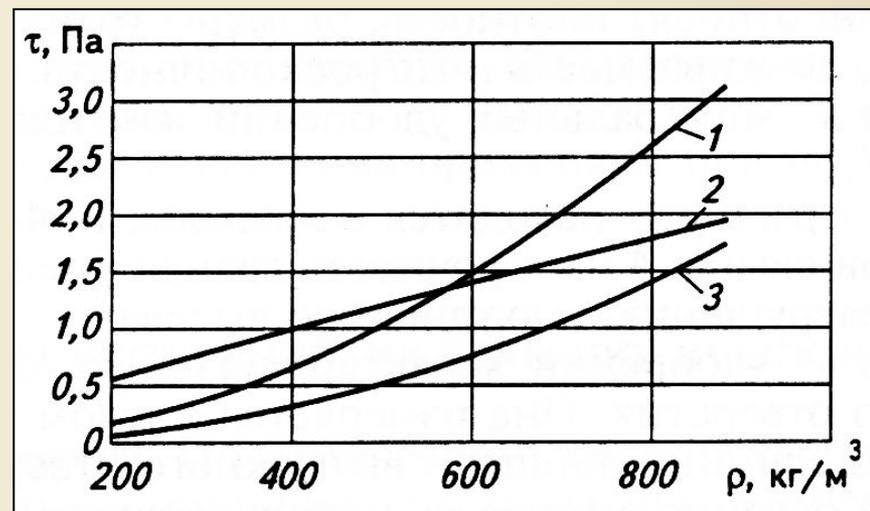
1. Плотность изменяется в зависимости от влажности и степени разложения. Так, плотность свежего навоза $0,3...0,6 \text{ т/м}^3$, полуперепревшего $0,6...0,7$, перепревшего $0,7...0,8$ и перегноя $0,8 \text{ т/м}^3$.

2. Липкость зависит от плотности удобрений, влажности и наличия гумусовых частиц. С увеличением плотности и содержания гумуса липкость навоза возрастает. Наибольшая липкость проявляется при влажности $80...84\%$.

3. Коэффициент трения навоза с увеличением соломистости повышается, а с возрастанием влажности и удельного давления снижается.

Среднее значение коэффициента трения навоза по металлическим поверхностям $0,85...1,0$. Угол естественного откоса навоза уменьшается при его разложении от 50° до 38° .

Зависимость предельного касательного напряжения τ от плотности ρ для соломистого навоза (1), свежего компоста (2) и зрелого компоста (3)



Комплексы машин для внесения удобрений

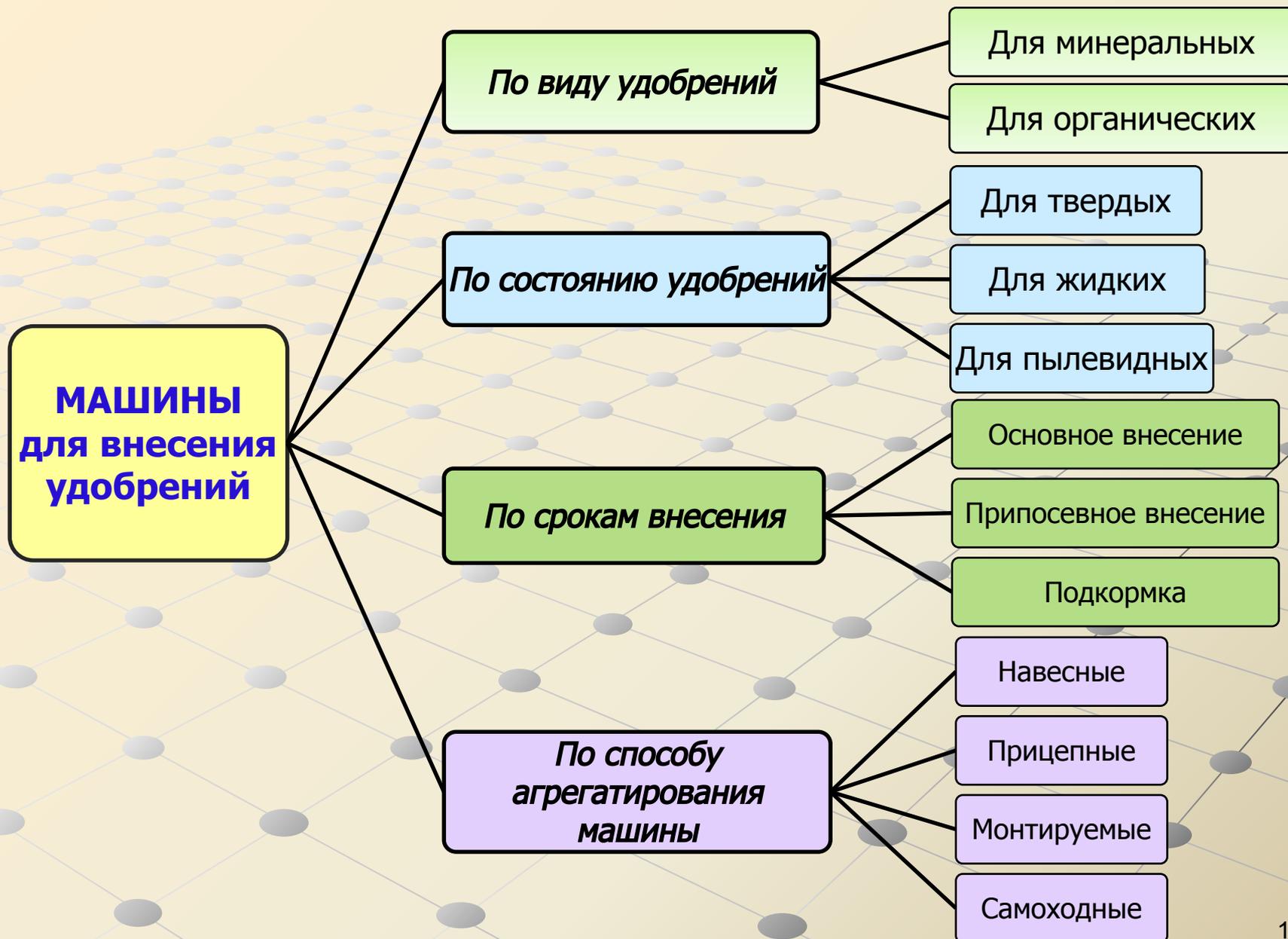
Минеральных:

- *Твердых неаэрируемых* (гранулированных или кристаллических);
- *Твердых аэрируемых* (пылевидных);
- *Жидких комплексных*;
- *Аммиачной воды*;
- *Безводного аммиака*.

Органических:

- *Твердых*;
- *Жидких*.

Классификация машин для внесения удобрений



Технологии внесения удобрений

1. ПРЯМОТОЧНАЯ

«склад → машина для внесения → поле»

Удобрения на складе загружают в разбрасыватель, который вывозит их в поле и вносит в почву. Применяют при расстоянии перевозки удобрений до 5 км.

2. ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ

«склад → транспортное средство → машина для внесения → поле»

Удобрения на складе загружают в транспортировщик-перегрузчик, который вывозит их в поле и загружает в разбрасыватель. Применяют при расстоянии перевозки удобрений более 5 км.

3. ПЕРЕВАЛОЧНАЯ

«склад → транспортное средство → полевое хранилище → машина для внесения → поле»

Удобрения вывозят в поле и временно складывают в кучи, бурты или передвижные емкости, откуда их перегружают в разбрасыватель и вносят в почву.

Машины для внесения твердых минеральных удобрений



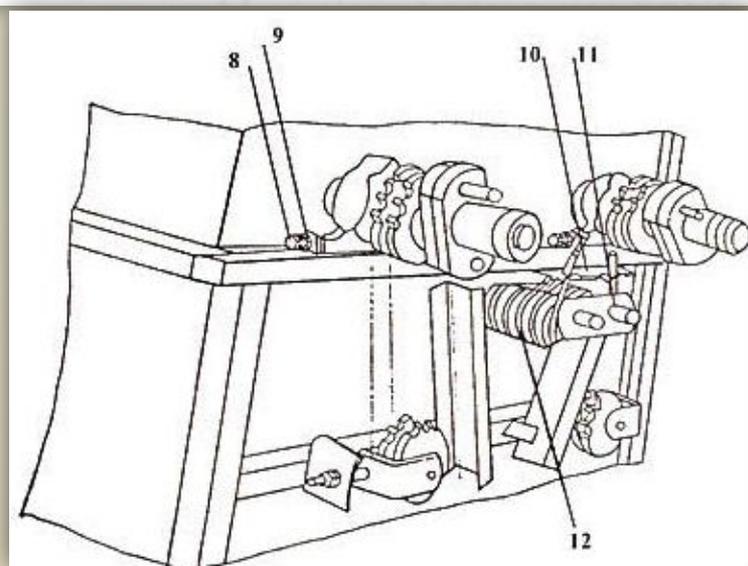
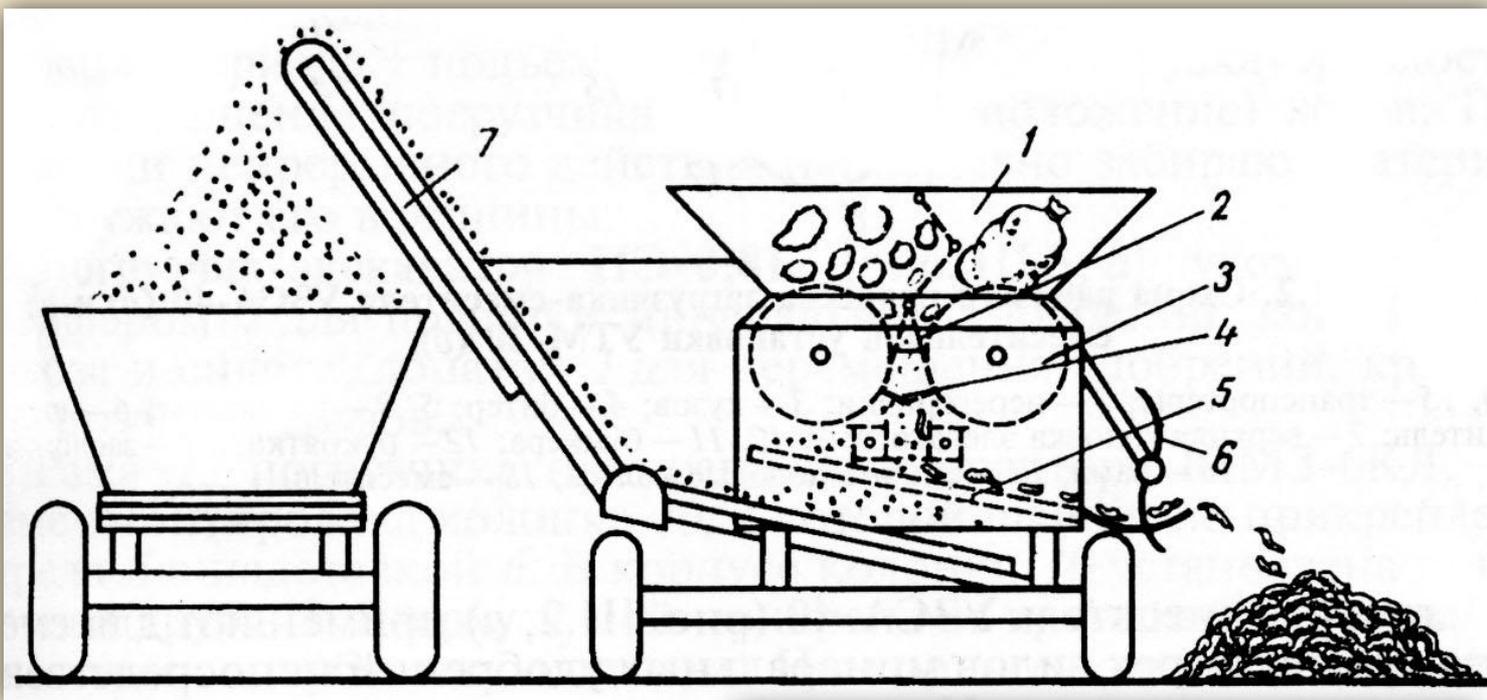
Агротехнические требования при внесении удобрений

1. **Размер частиц** - слежавшиеся минеральные удобрения перед внесением следует измельчить и просеять. Размер частиц - не более 5 мм.
2. **Остатки тары** в массе удобрений не должно превышать для бумажных мешков - 3%, полиэтиленовых - 0,7%.
3. **Отклонение дозы** внесения фактической от заданной - при сплошном внесении удобрений $\pm 5\%$, при посевном $\pm 10\%$.
4. **Неравномерность внесения** по ширине захвата до $\pm 15\%$, по направлению движения $\pm 10\%$. Пропуски между проходами агрегата не допускаются.
5. **Время между внесением и заделкой** удобрений - не более 12 часов.
6. **Заделка удобрений** при подкормке должна быть на 2-3 см глубже и на 3-4 см в стороне от рядка семян.

Машина для подготовки и загрузки минеральных удобрений

Агрегат АИР-20

для
растаривания и
измельчения
туков

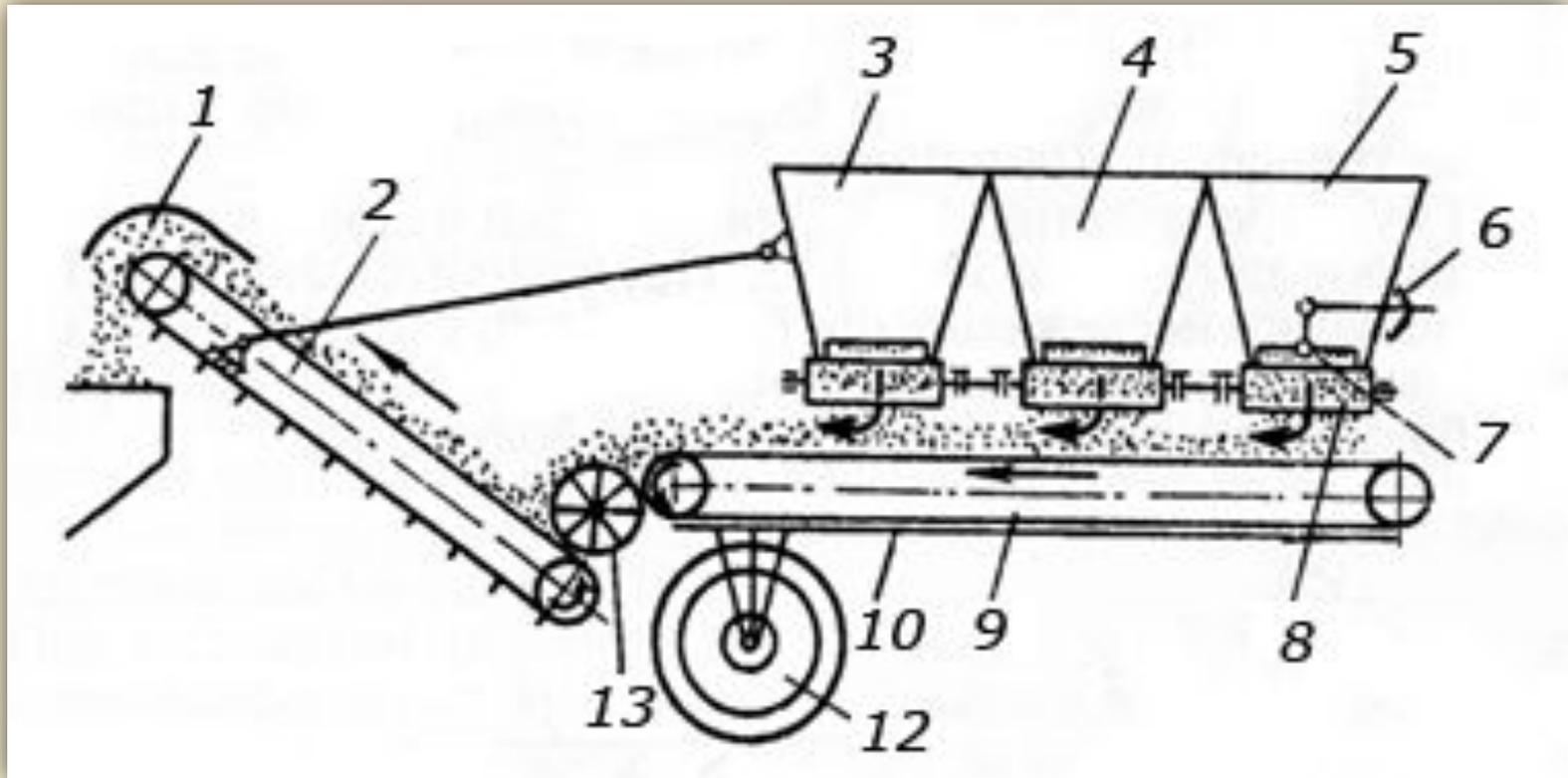


- 1 - бункер; 2 - питатель; 3 - барабаны;
- 4 - противорежущая пластина;
- 5 - сепаратор; 6 - мотовило;
- 7 - транспортер; 8 - винт упорный;
- 9 - контргайка; 10 - пластина опорная;
- 11 - ось противорежущих пластин;
- 12 - пружина

Машины для подготовки и погрузки минеральных удобрений

Смесительная установка УТМ-30

для смешивания трех видов минеральных удобрений



1 – удобрения; 2 - элеватор; 3, 4, 5 - бункеры; 6 - рукоятка; 7 - заслонка; 8, 9 - транспортеры; 10 - рама; 12 - опорные колеса; 13 - смеситель

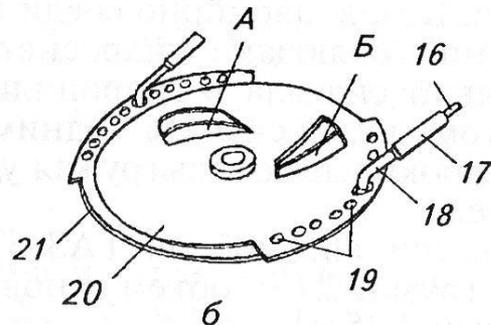
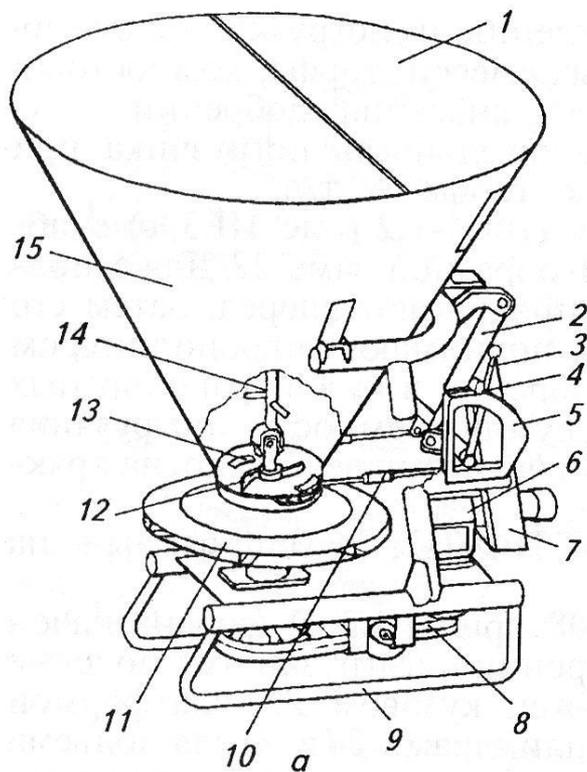
Машины для внесения твердых минеральных удобрений



Машины для внесения твердых минеральных удобрений

Схема машины МВУ-0,5А:

а - общий вид; *б* - дозатор;



1 - крышка бункера; 2 - гидроцилиндр;
3 - рукоятка; 4 - передвижной упор; 5 - сектор;
6 - редуктор; 7 - навеска; 8 - ременные передачи; 9 - рама; 10 - тяга; 11 - рассеивающий аппарат; 12 - подающее устройство; 13 - окно; 14 - сводоразрушитель; 15 - бункер; 16, 18 - стержни; 17 - стяжка; 19 - отверстия; 20, 21 - заслонки;

А, Б - окна дозатора

Машины для внесения твердых минеральных удобрений

Разбрасыватель минеральных удобрений
РУМ-1,0



НОВОПОКРОВСКФЕРММАШ и АГРОТЕХНИК

РУМ-1,0

Схема разбрасывателя твердых минеральных удобрений

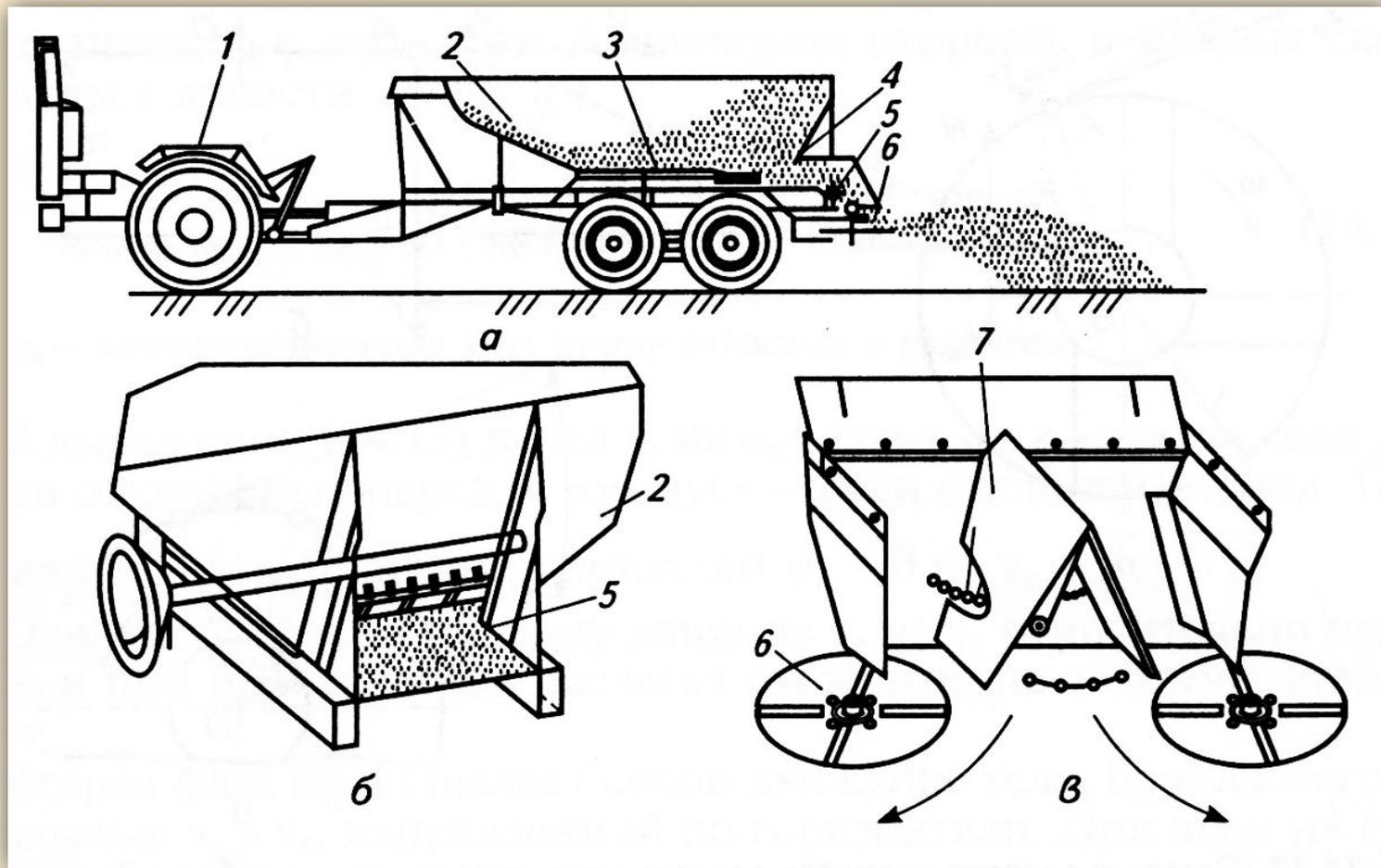


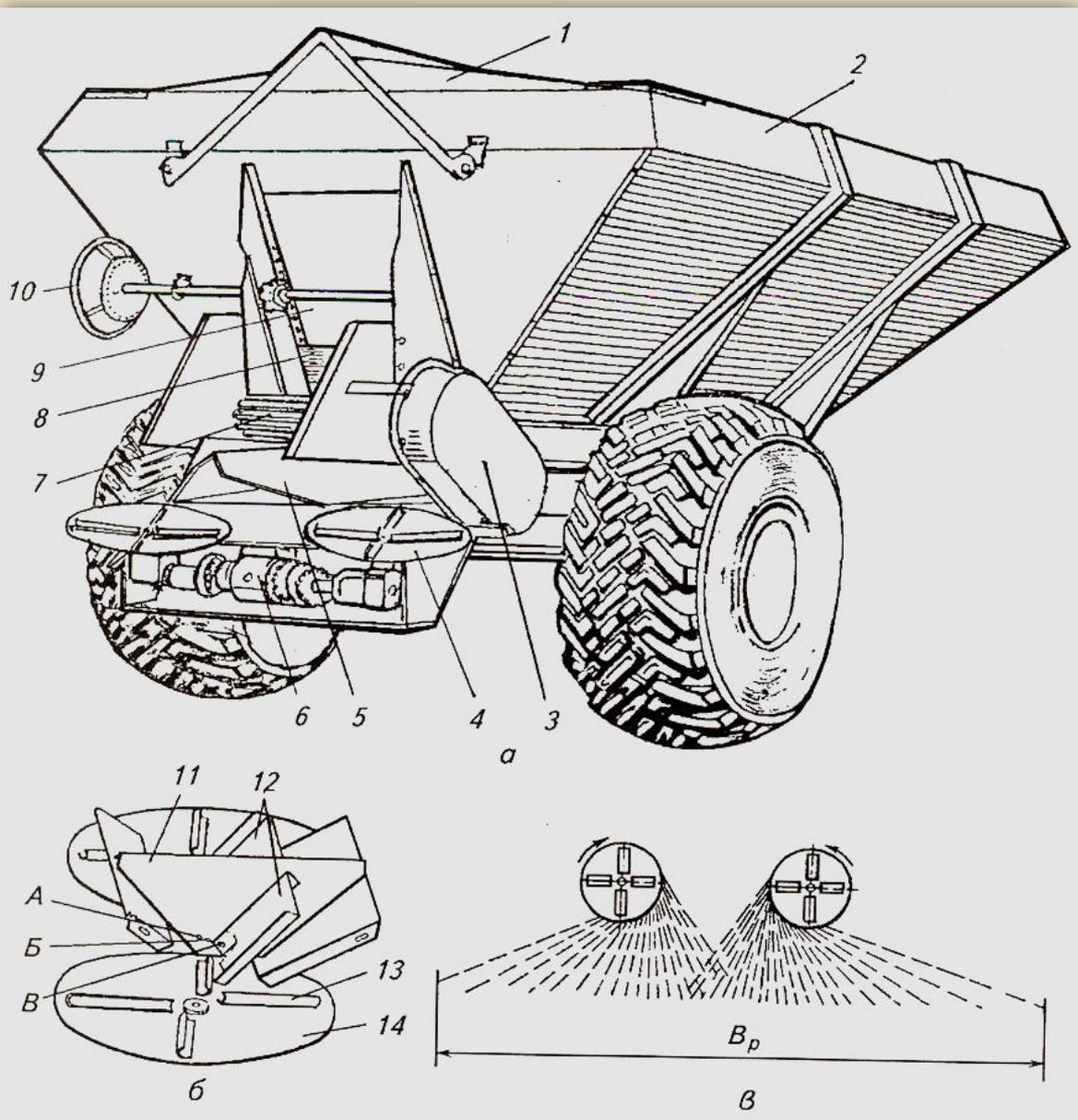
Схема машины кузовного типа (а), туконаправителя (б) и делителя потока с разбрасывающими дисками (в): 1 - энергосредство; 2 - кузов; 3 - прутковый транспортер; 4 - заслонка; 5 - туконаправитель; 6 - разбрасывающие диски; 7 - делитель потока

Машины для внесения твердых минеральных удобрений

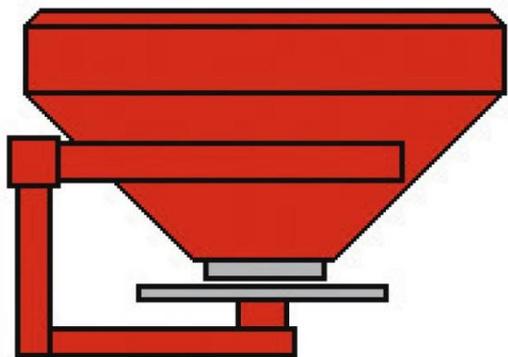
Машина МВУ-6:

а - общий вид;
б - рассеивающий аппарат;
в - схема рассева удобрений

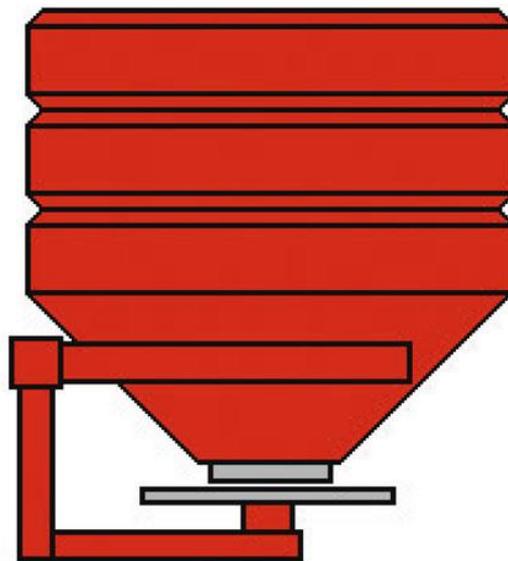
1 - тент; 2 - кузов; 3 - привод;
4 - рассеивающий аппарат;
5 - туконаправитель;
6 - привод дисков; 7 - конвейер-питатель,
8 - окно; 9 - заслонка; 10 -
штурвал механизма
перемещения заслонки; 11 -
делитель; 12 - лотки; 13 -
лопасть; 14 - диск;
А, Б, В - отверстия



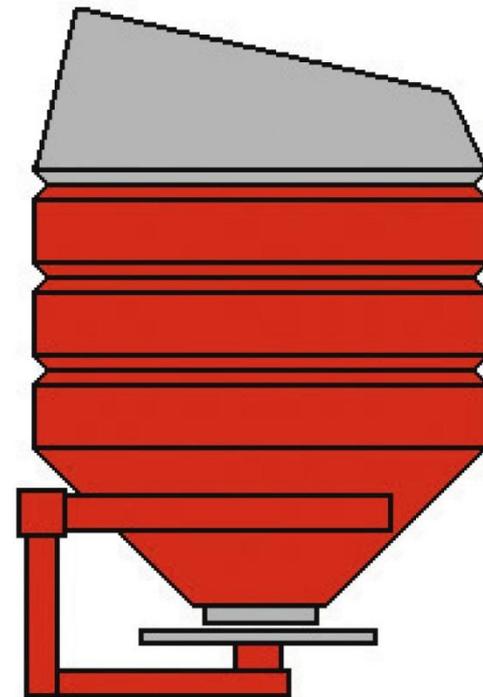
Бункеры разбрасывателей минеральных удобрений



0,5 м³

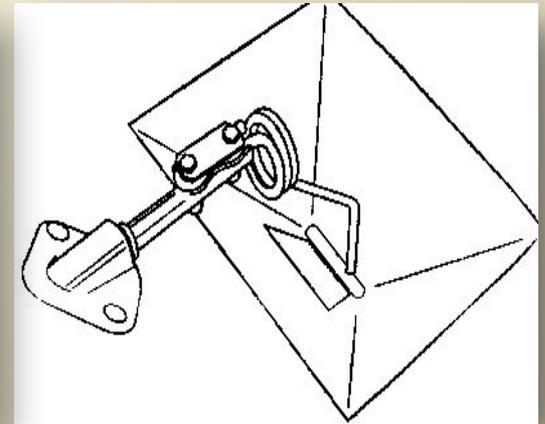
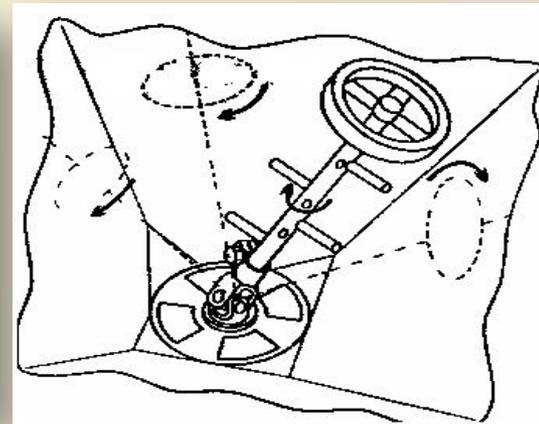
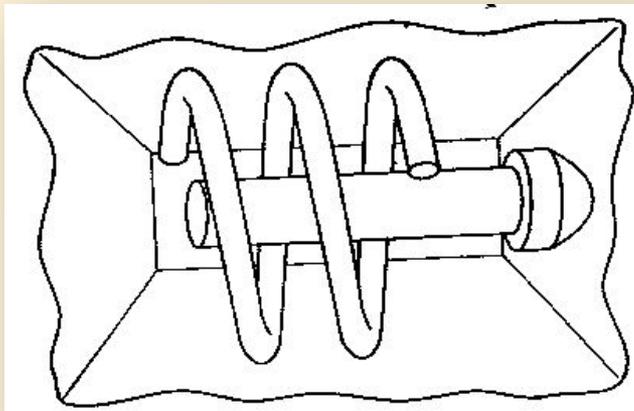
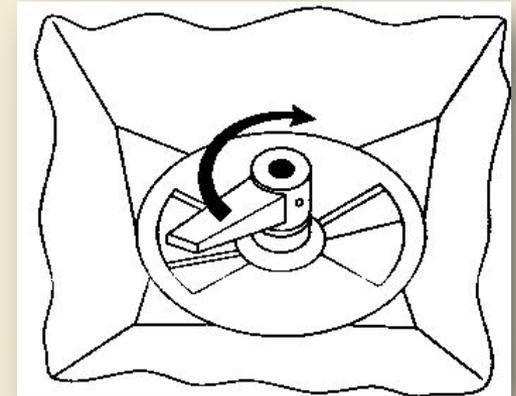
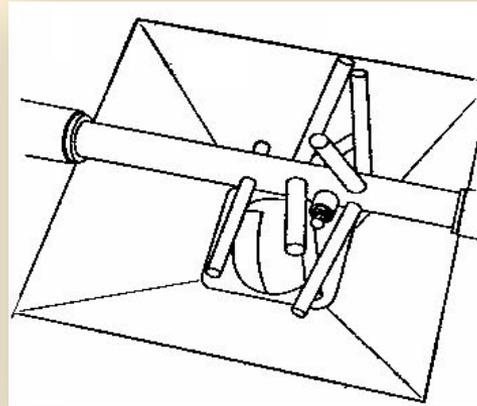
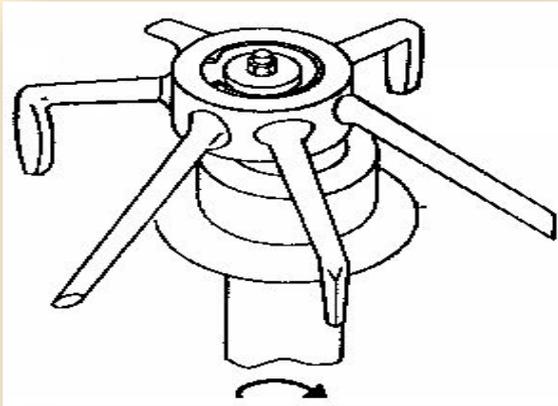


1,0 м³



1,5 м³

Мешалки – сводоразрушители разбрасывателей

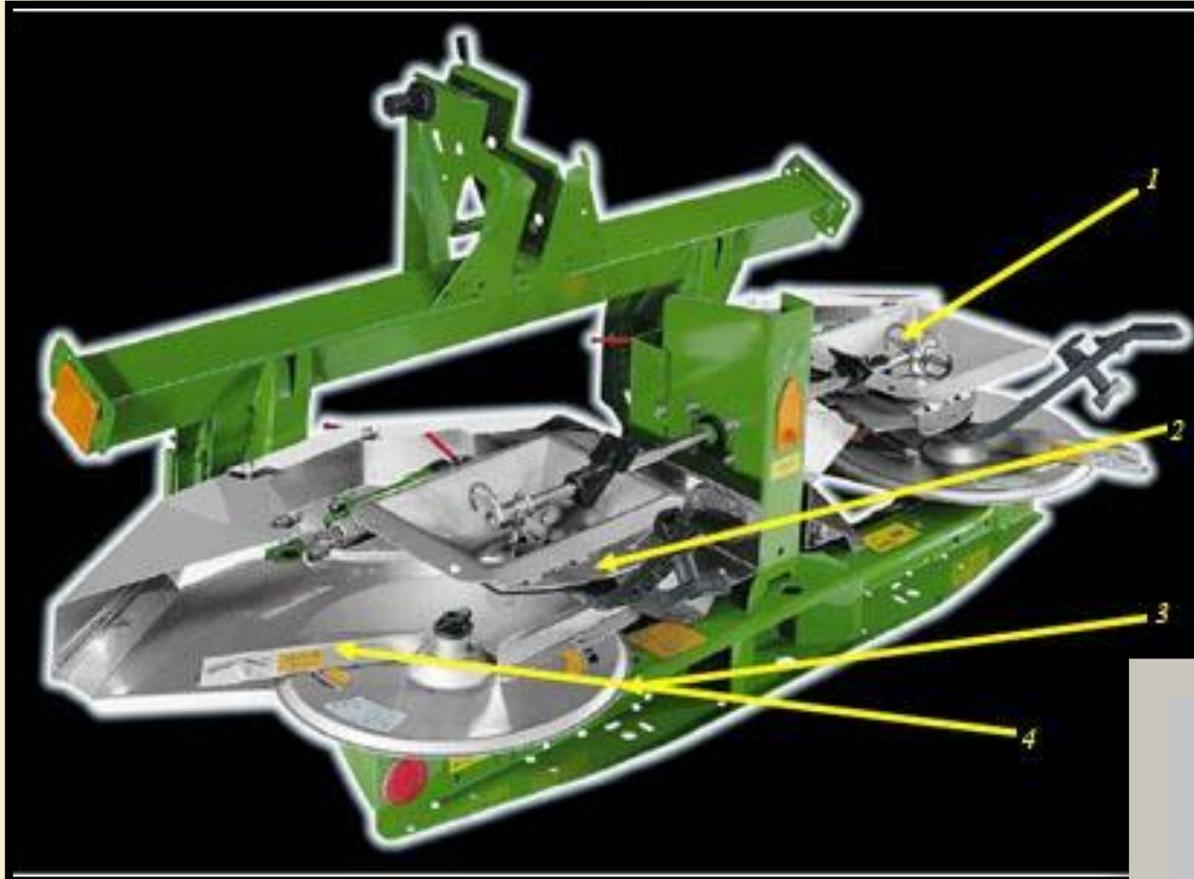


Спирально-шнековая

Колебательная

Пружинно-колебательная

Дисковый рассеивающий аппарат

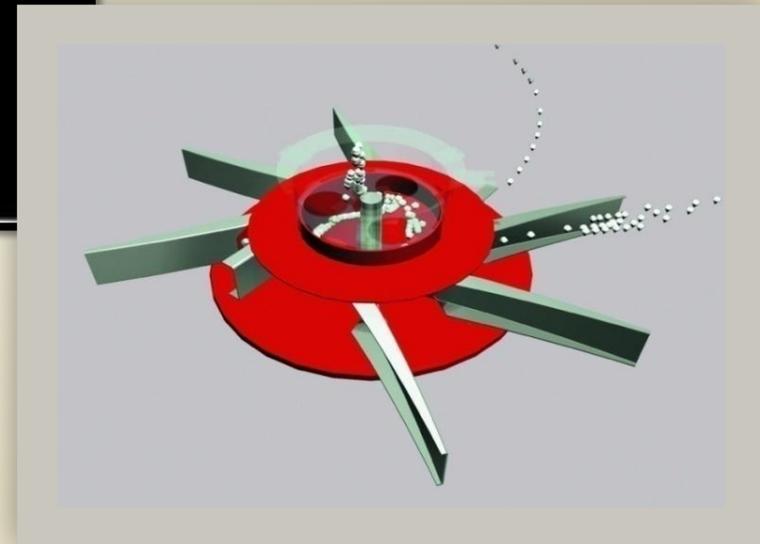


1 - мешалка-сводоразрушитель;

2 - туконаправитель;

3 - разбрасывающий диск;

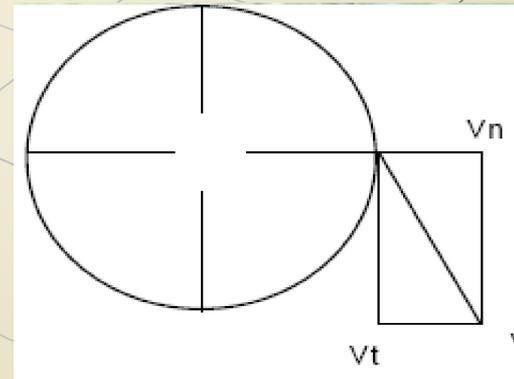
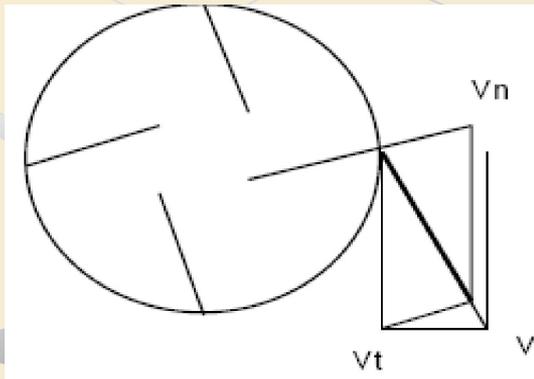
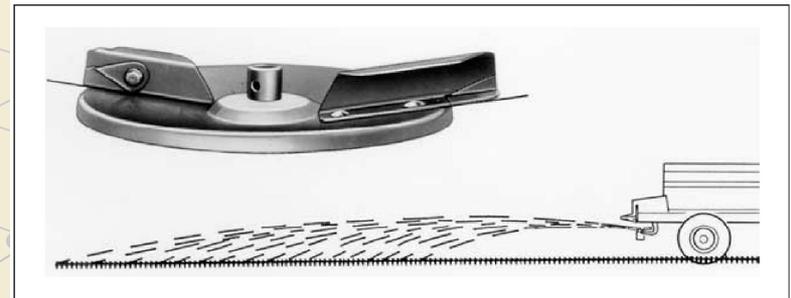
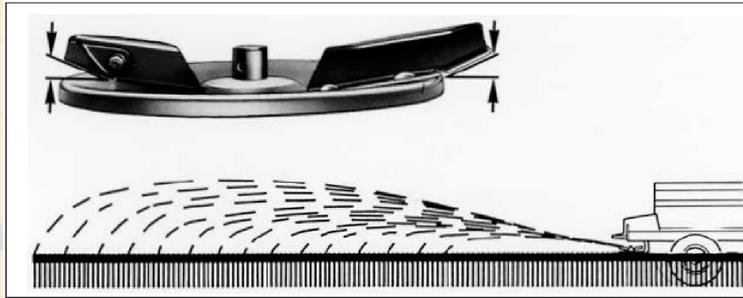
4 - лопатки



Дисковый рассеивающий аппарат Kverneland

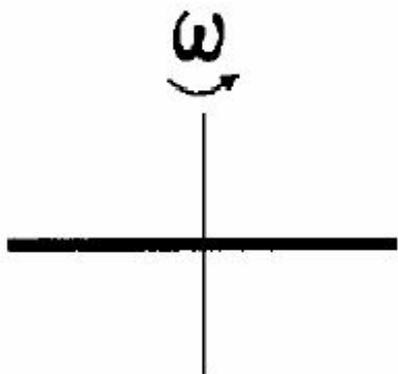


Разбрасывающие диски

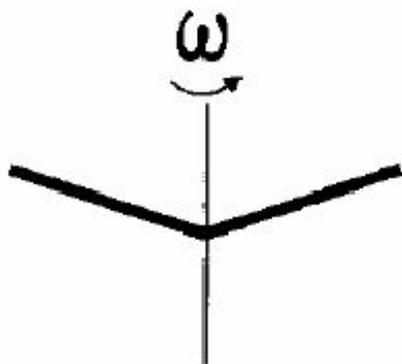


Различные формы лопаток и дисков

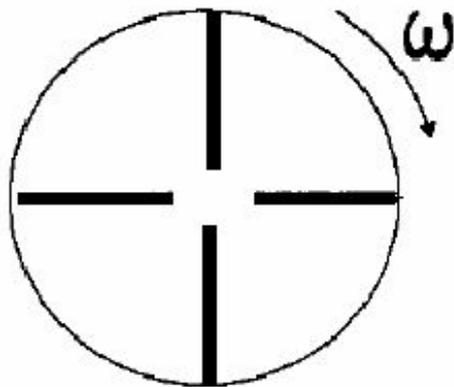
плоский диск



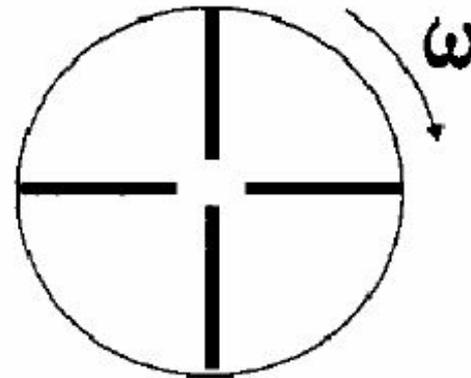
конусный диск



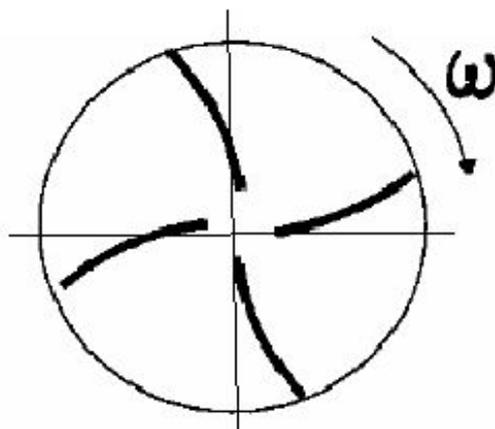
с прямыми лопатками



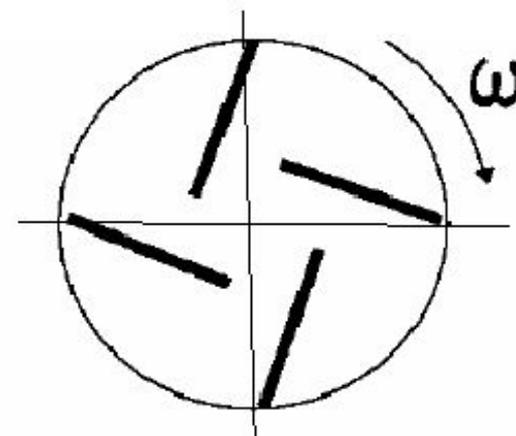
лопатки установлены радиально



с лопатками,
выполненными по спирали



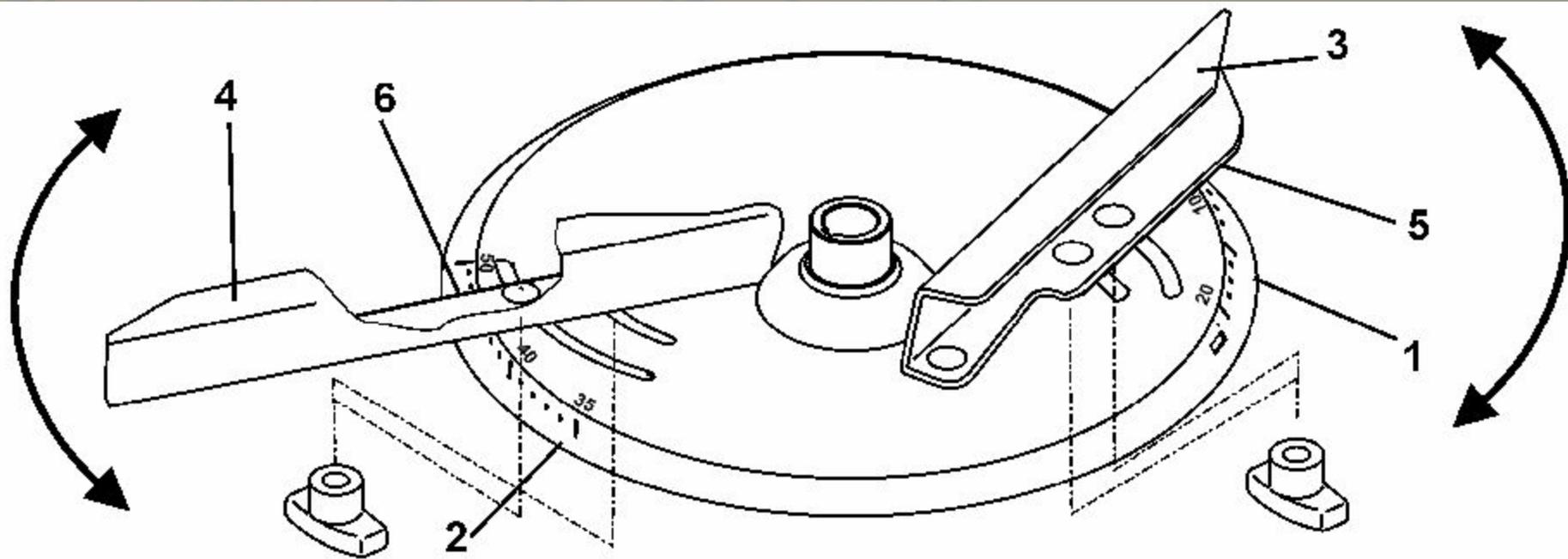
лопатки установлены
под углом



Расположение лопаток на диске



Регулировка положения лопаток на дисках фирмы **Amazone**



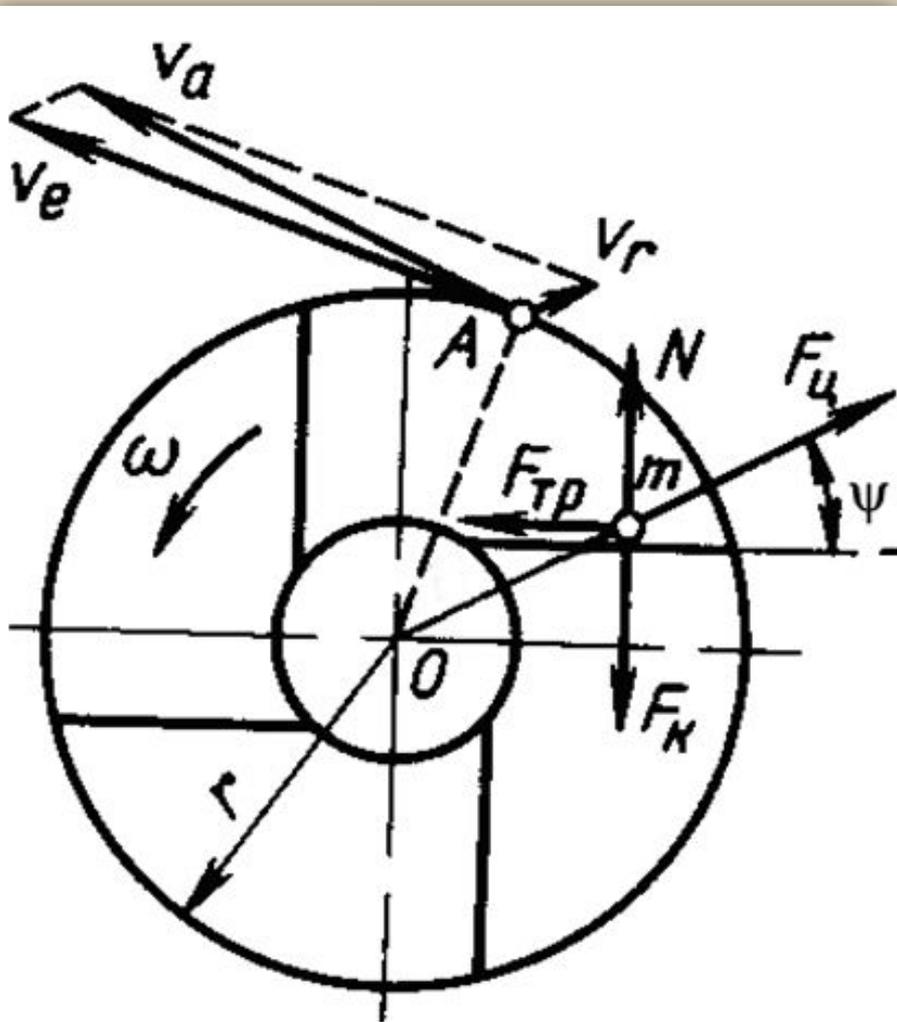
Машины для внесения твердых минеральных удобрений



Машины для внесения твердых минеральных удобрений



Расчет дискового разбрасывателя минеральных удобрений



Относительное перемещение гранулы по диску включает два периода:

- 1) движение до встречи с лопастью;
- 2) движение по лопасти.

Условие движения гранулы до встречи с лопастью:

$$m\omega^2 r > fmg \text{ или } \omega > \sqrt{\frac{fg}{r}}$$

Необходимая частота вращения диска из условия скольжения гранул по диску:

$$n > \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{fg}{r}}$$

Расчет дискового разбрасывателя минеральных удобрений

Центробежное ускорение $\omega^2 r = 200 \dots 400 \text{ м/с}^2$, что в 20...40 раз больше $g=9,81 \text{ м/с}^2$. Согласно экспериментальным данным упавшая на вращающийся диск гранула движется по некоторой кривой, близкой к логарифмической спирали, пока не встретится с лопастью.

При движении вдоль лопасти, на гранулу массой m действуют:

центробежная сила инерции: $F_{ц} = m\omega^2 r_i$,

кориолисова сила: $F_{к} = 2m\omega v_e$,

сила трения о диск: $F_1 = fmg$,

сила трения о лопасть: $F_2 = f(2m\omega v_e - m\omega^2 r_i \sin\psi)$,

где ω - угловая скорость диска; r_i - расстояние гранул от оси вращения диска;

v_e - относительная скорость скольжения гранулы вдоль лопасти; f - коэффициент трения гранулы о диск и лопасть; ψ - угол отклонения лопасти от радиуса.

Расчет дискового разбрасывателя минеральных удобрений

Кориолисово ускорение $2\omega v_e$ перпендикулярно к v_r , и направлено в сторону ω , а сила $F_K = 2m\omega v_e$ - в обратную сторону.

Условие скольжения гранулы вдоль лопасти:

$$\omega^2 r_i \cos \psi_i > fg + f(2\omega v_e - \omega^2 r_i \sin \psi_i)$$

Из данной формулы можно определить v_r в момент схода гранулы с диска, т. е. при $r_i = r$.

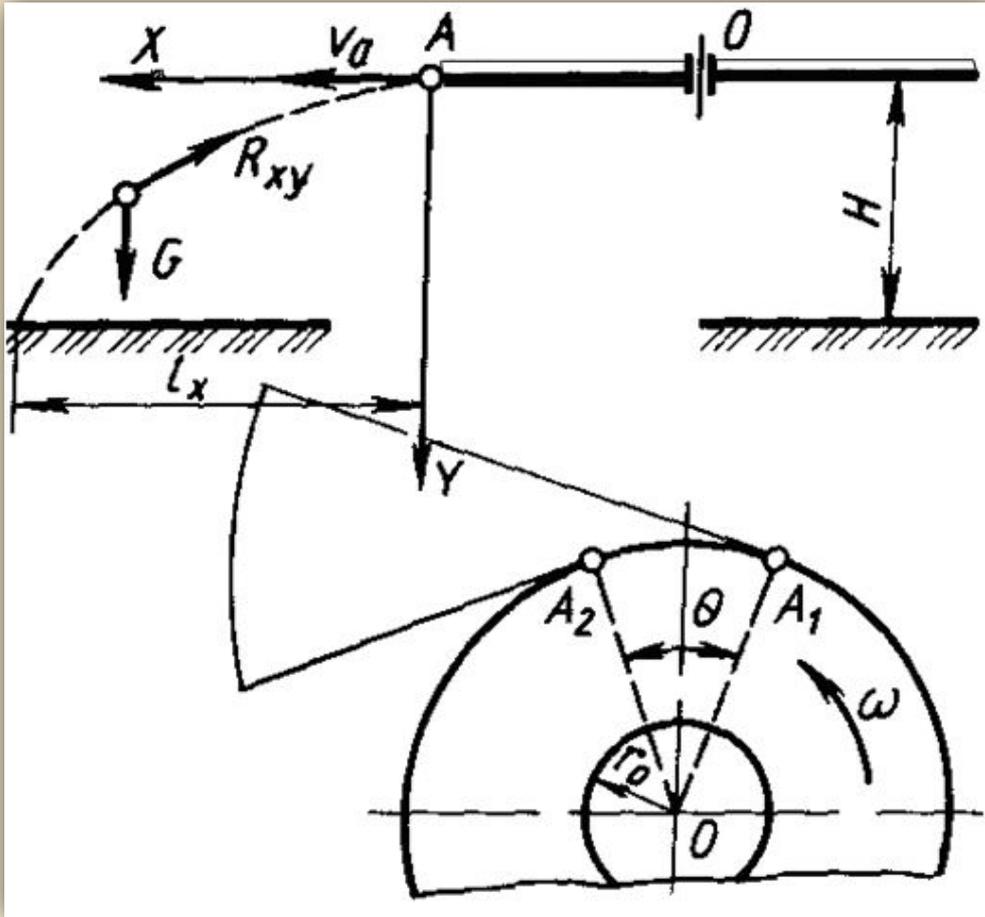
Абсолютная скорость в момент схода гранулы с лопасти

$$v_a = \sqrt{(v_e \pm v_r \sin \psi)^2 + (v \cos \psi)^2}$$

При радиальном расположении лопастей $\psi_k = 0$ и $v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}$.

Однако $v_e \gg v_r$, поэтому влияние v_r на v_a относительно невелико и при практических расчетах им можно пренебречь, приняв $v_a = v_e$.

Определение дальности полёта частиц



После схода с диска гранула движется как тело, брошенное со скоростью $v_a = v_e$, направленной по горизонтали. При этом на гранулу будут действовать сила тяжести $G = mg$ и сопротивление воздуха $R_{xy} = mk_n v_a^2$, где k_n - коэффициент парусности.

Для малых гранул сопротивление воздуха можно не учитывать и для расчета дальности полета пользоваться уравнениями:

$$\begin{cases} x = v_a t; \\ y = \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Определение дальности полёта частиц

Решив второе уравнение относительно времени t полета гранулы, будем иметь

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

Подставив значение t в это уравнение, получим уравнение траектории гранулы

$$x = v_a \sqrt{\frac{2y}{g}} \approx \omega r \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

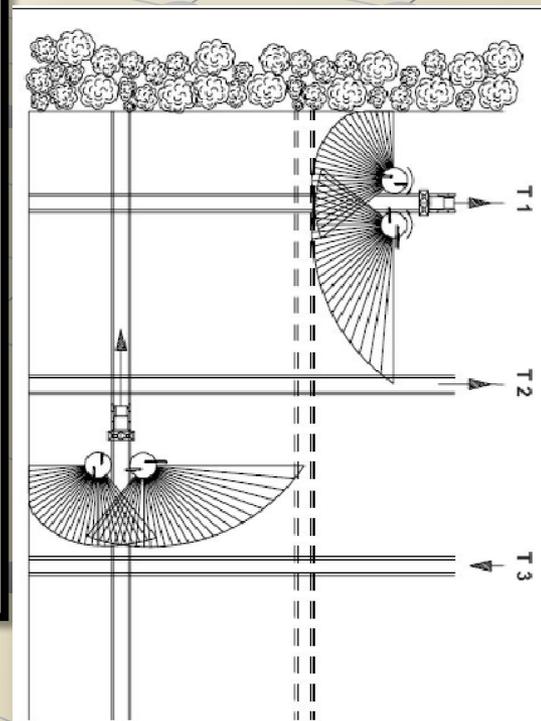
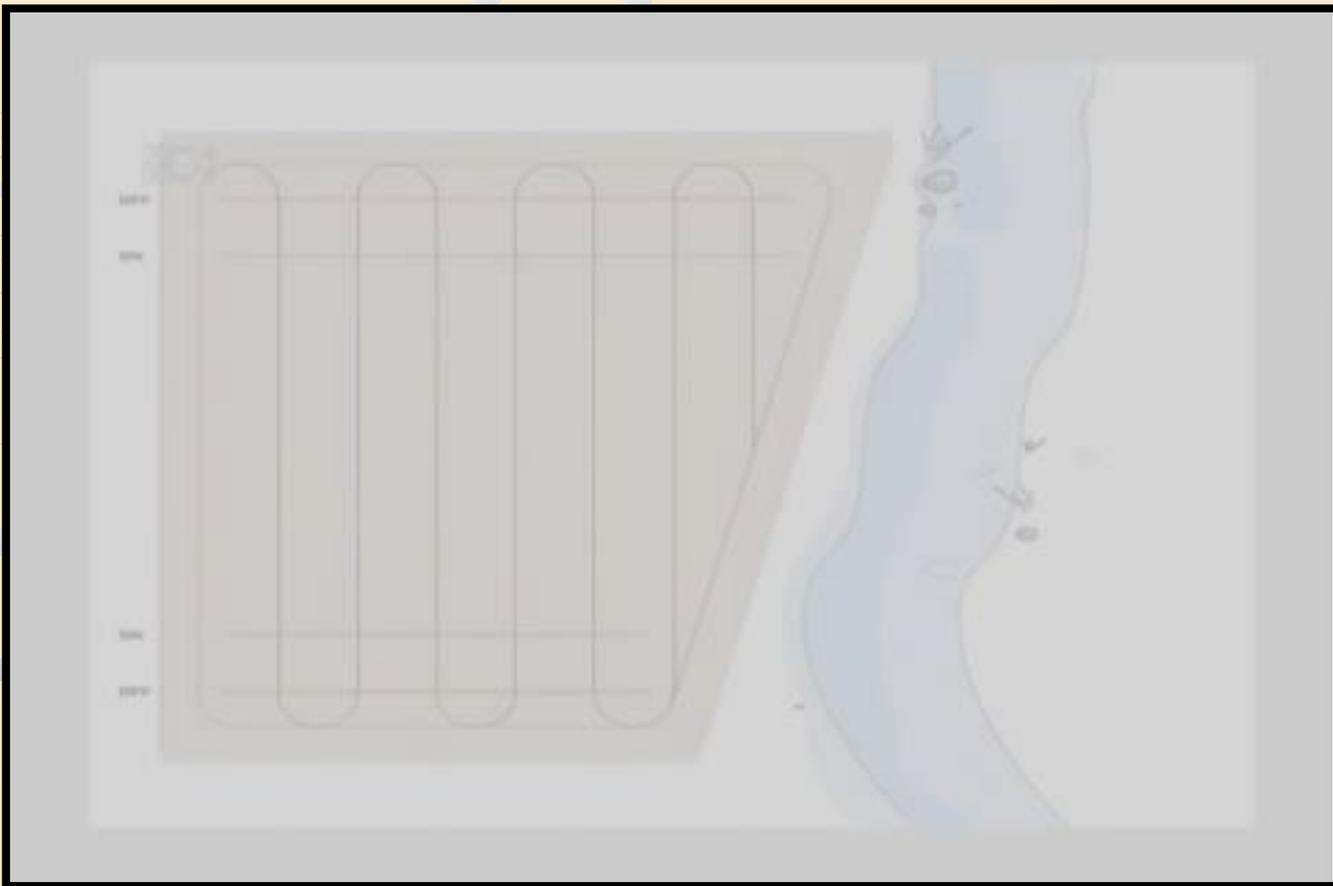
Дальность полета гранулы

$$x = l_x = \omega r \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Гранулы поступают на диск потоком определенной ширины, поэтому r_0 для разных гранул будет неодинаковым. Из-за разброса значений, гранулы сходят с диска на некоторой дуге A_1A_2 , а их распределение по поверхности поля определяется пучком траекторий. Соответствующий этой дуге центральный угол $\theta = 60 \dots 150^\circ$.

В современных машинах $2r = 0,35 \dots 0,70$ м, $\psi = 0 \dots \pm 15^\circ$, $n = 400 \dots 600$ мин⁻¹, $v_e = 6 \dots 14$ м/с, $H = 0,45 \dots 0,65$ м, $l_x = 2 \dots 4$ м.

Движение агрегата с разбрасывателем по полю



Устройство для разбрасывания удобрений вдоль края поля

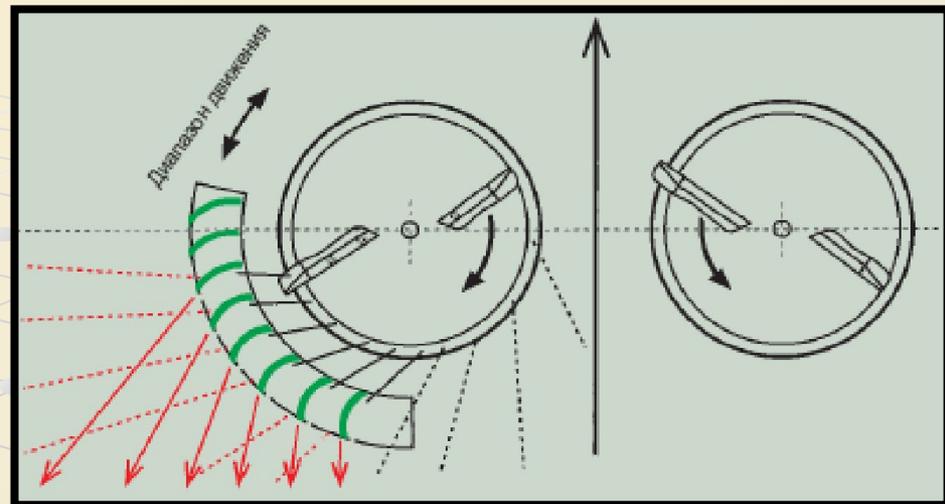
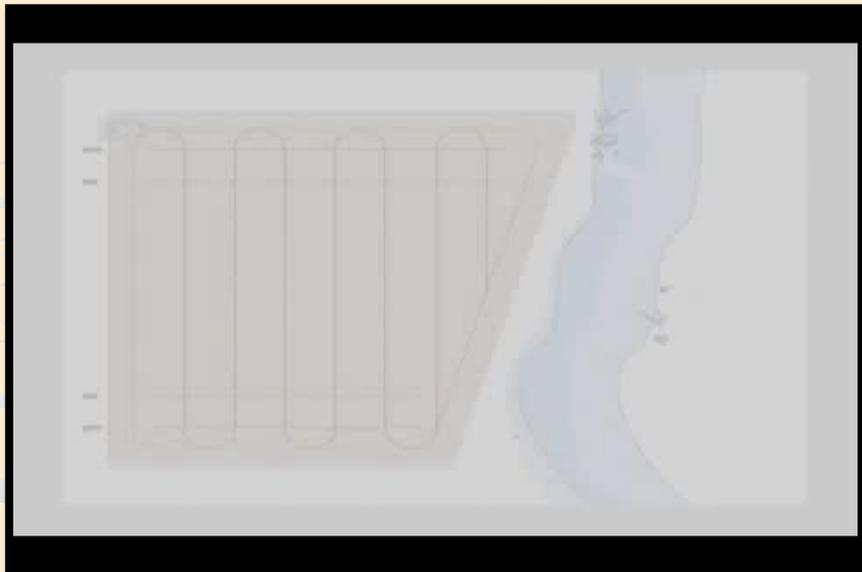


Схема разбрасывателя твердых минеральных удобрений МВУ-6

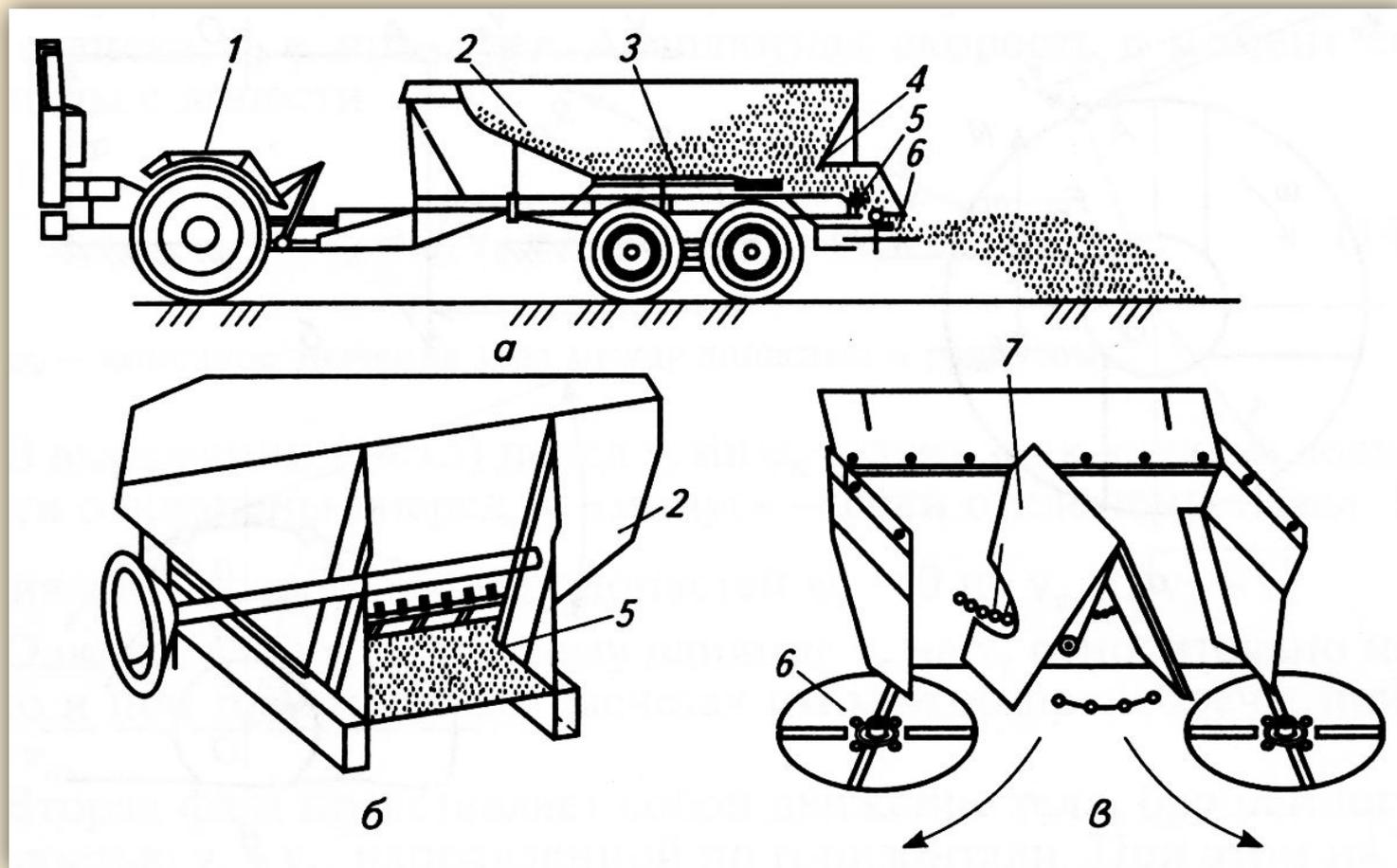
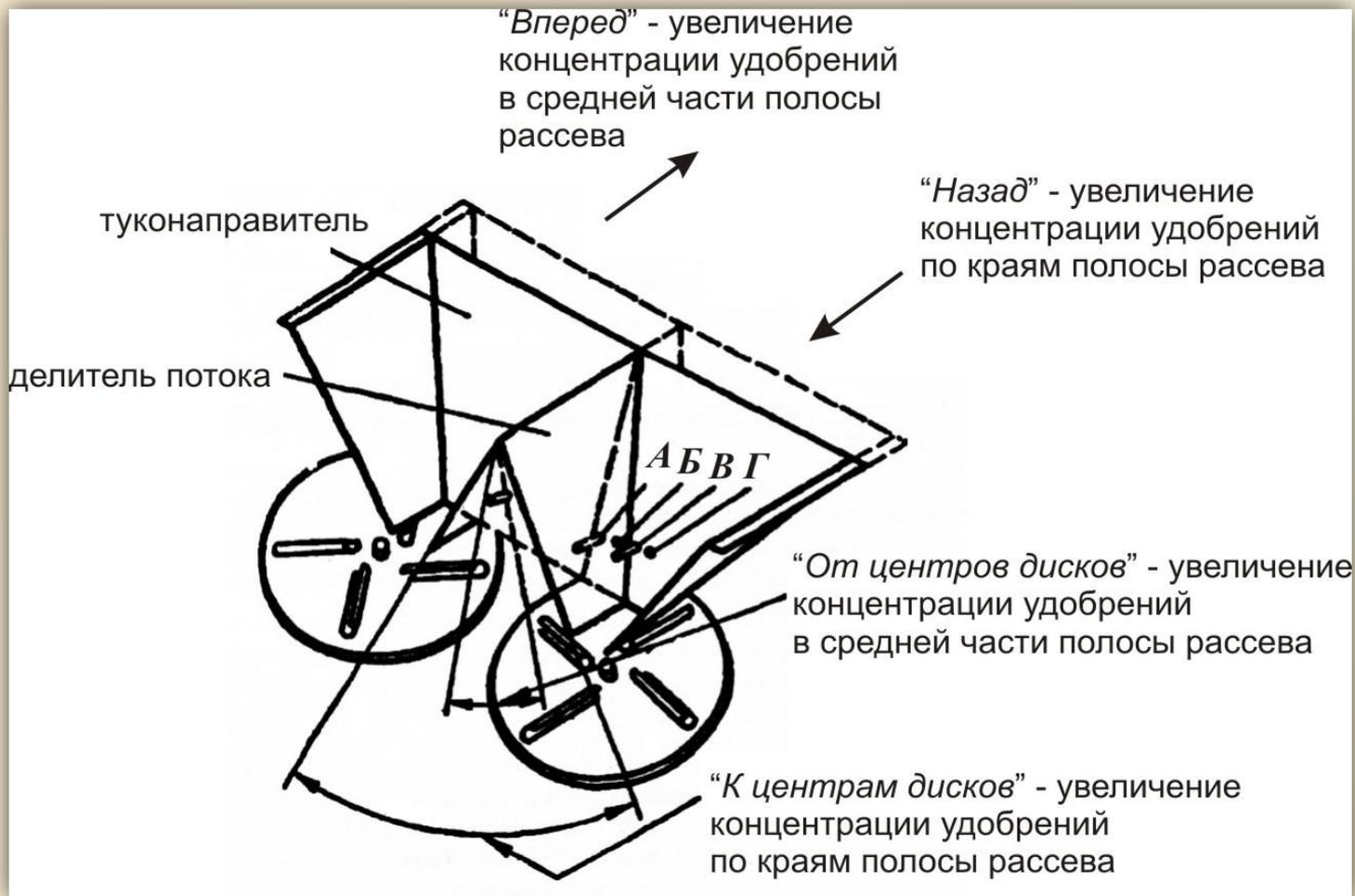


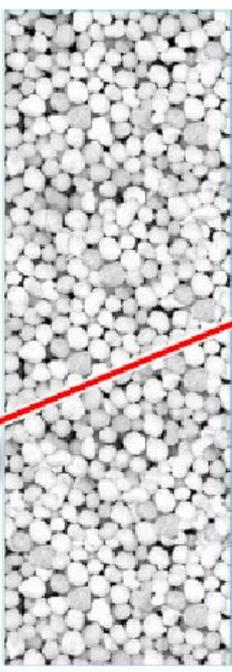
Схема машины кузовного типа (а), туконаправителя (б) и делителя потока с разбрасывающими дисками (в): 1-энергосредство; 2-кузов; 3-прутковый транспортер; 4-заслонка; 5-туконаправитель; 6-разбрасывающие диски; 7-делитель потока

Настройка разбрасывателя МВУ-6

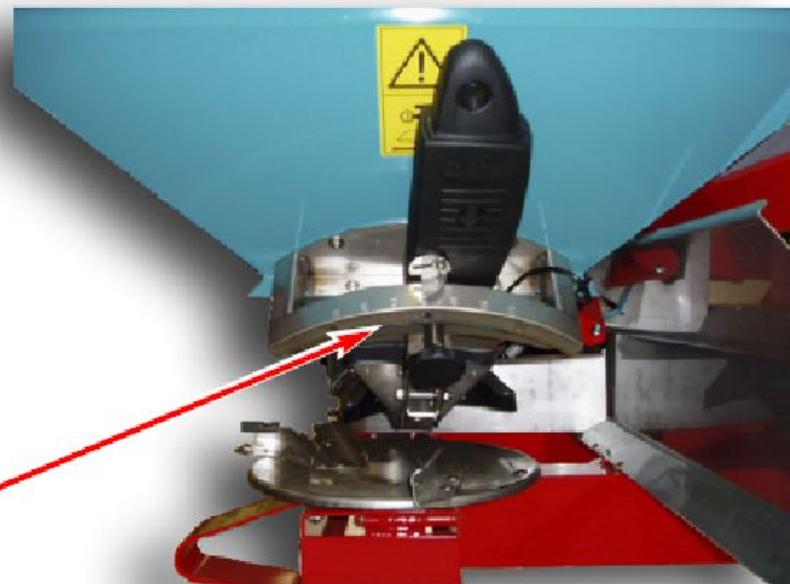


Отверстия для крепления подвижных стенок делителя потока при внесении удобрений различных видов: А - для мелкокристаллических и порошковидных (калийная соль, гипс, доломитовая мука); Б - для гранулированных (аммиачная селитра, суперфосфат); В и Г - для внесения доз более 5000 кг/га

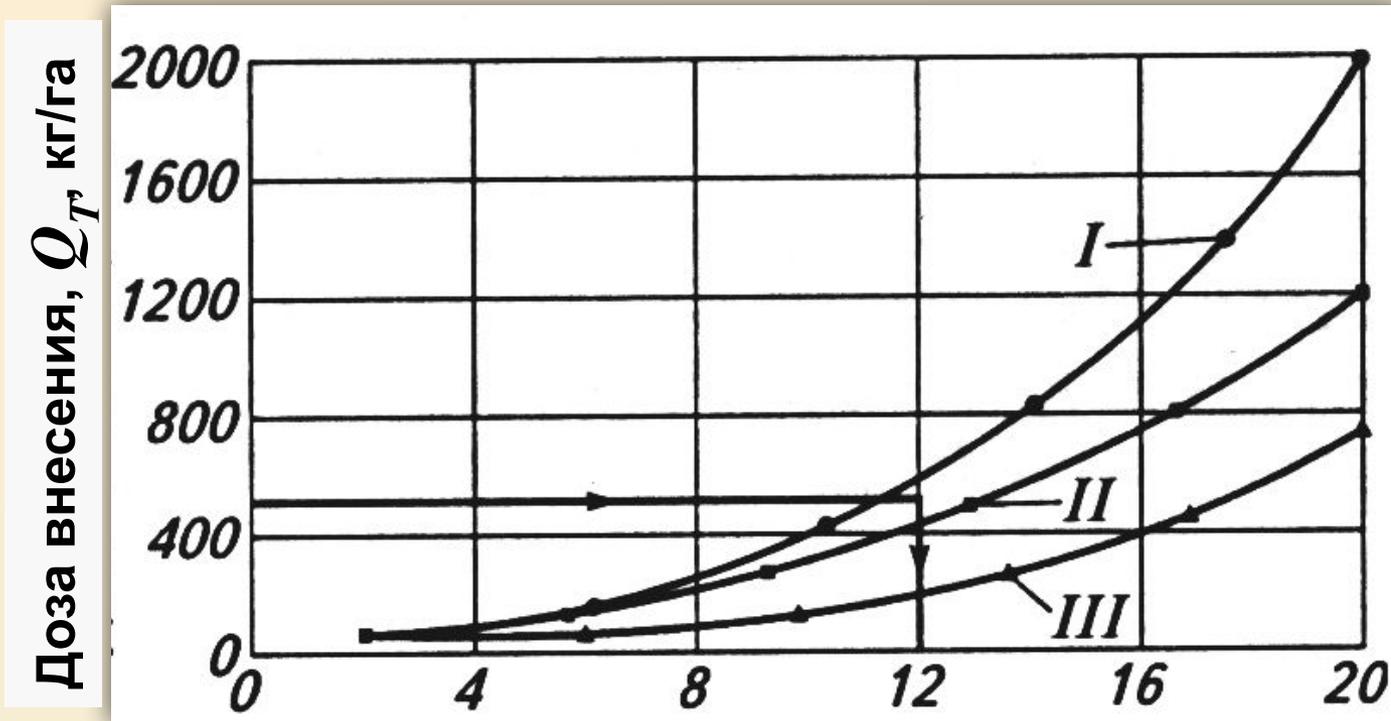
Настройка разбрасывателя Amazone

				DPX expert 12-36m KALKSALPETER 15,5% N
	12 18	18 28	28 36	<small>d 1,1</small> 
12	136	128		
15	138	130		
18	140	132		
21		134	128	
24		136	128	
28			131	
32			133	
36			135	

Rés: 7



Графики для регулировки дозы внесения удобрений



Деления шкалы дозатора

Для машины **МВУ-0,5А** (при скорости $v_T=7,5$ км/ч):
I - гранулированный суперфосфат; II - порошковидный суперфосфат; III - аммиачная селитра.

Контроль качества работы

Табличный показатель дозы внесения удобрений: $Q_T = Q \frac{v_P B_P \rho_T}{v_T B_T \rho_P}$, (1)

где Q_3 - заданная доза внесения, кг/га; индекс P - рабочая (действительная) величина; индекс T - табличная величина; v - скорость агрегата, км/ч; B - ширина захвата агрегата, м; ρ - объемная масса удобрений, кг/дм³.

Масса удобрений m (кг), которую нужно высеять за время t (мин):

$$m = Q_3 \frac{B_P v_P t}{600}. \quad (2)$$

Фактическая доза внесения, кг/га: $Q_\Phi = \frac{10000m}{S}$, (3)

где $S = B_P L$ - площадь разбрасывания; L - длина пройденного пути, м.

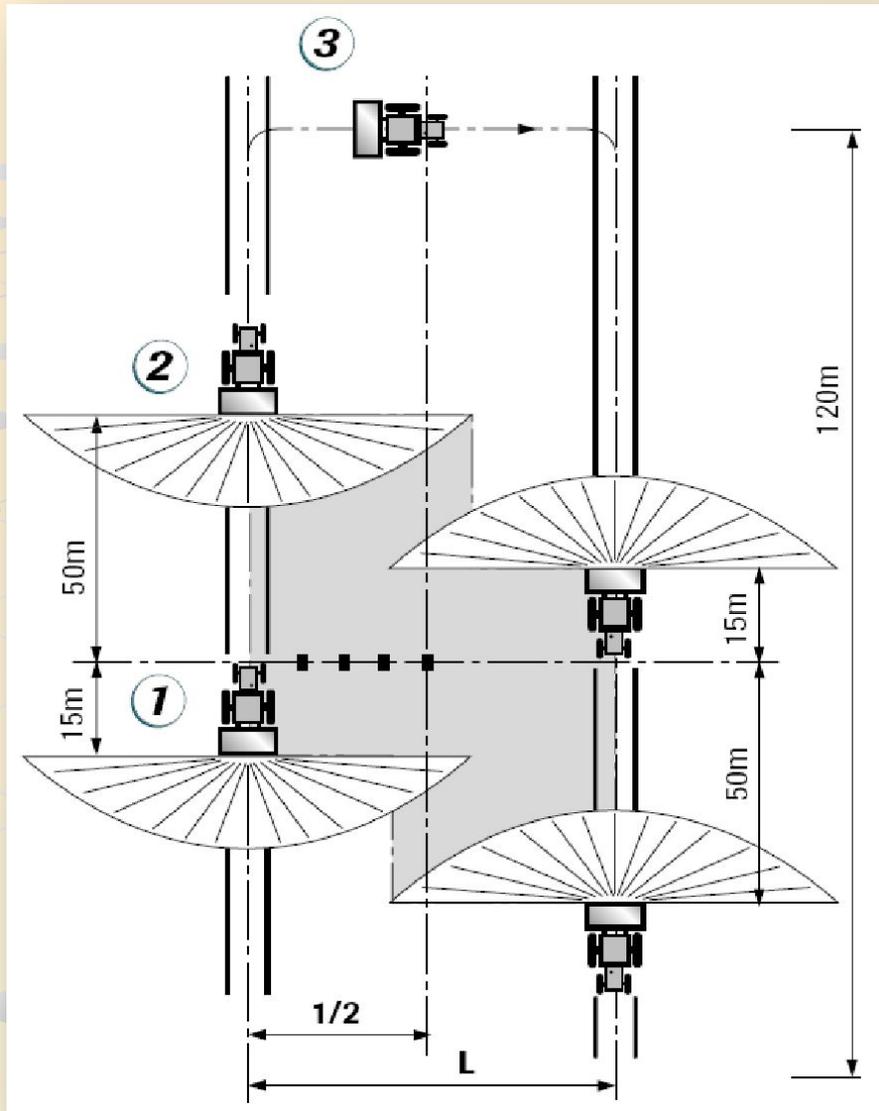
Отклонение фактической дозы внесения удобрений от заданной:

$$\frac{Q_\Phi - Q_3}{Q_3} 100\% \leq \pm 5\%. \quad (4)$$

Расчетная длина гона для разбрасывания удобрений массой m :

$$L_{расч} = \frac{10000m}{B_P Q}, \quad (5)$$

Проверка равномерности высева удобрений



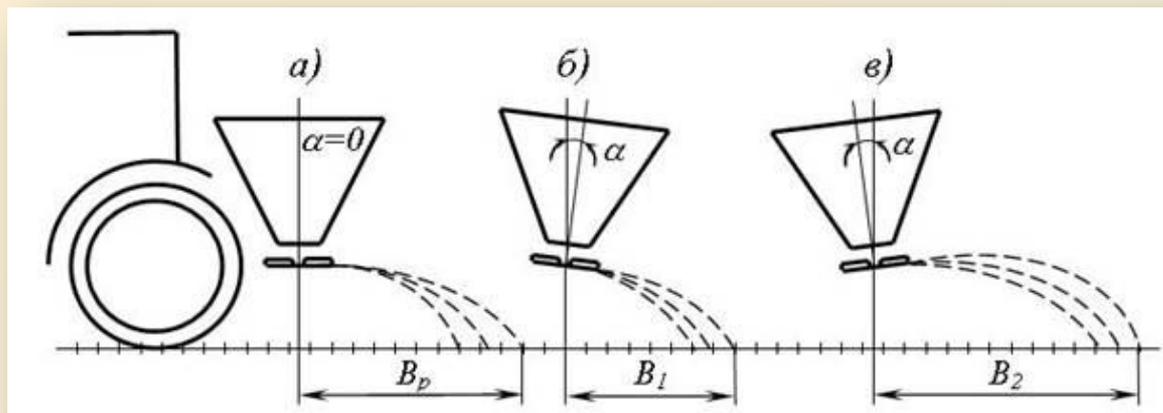
G

Diagram showing the calibration process of a fertilizer spreader using test tubes to measure the amount of fertilizer dispensed at different settings. The process is divided into four steps:

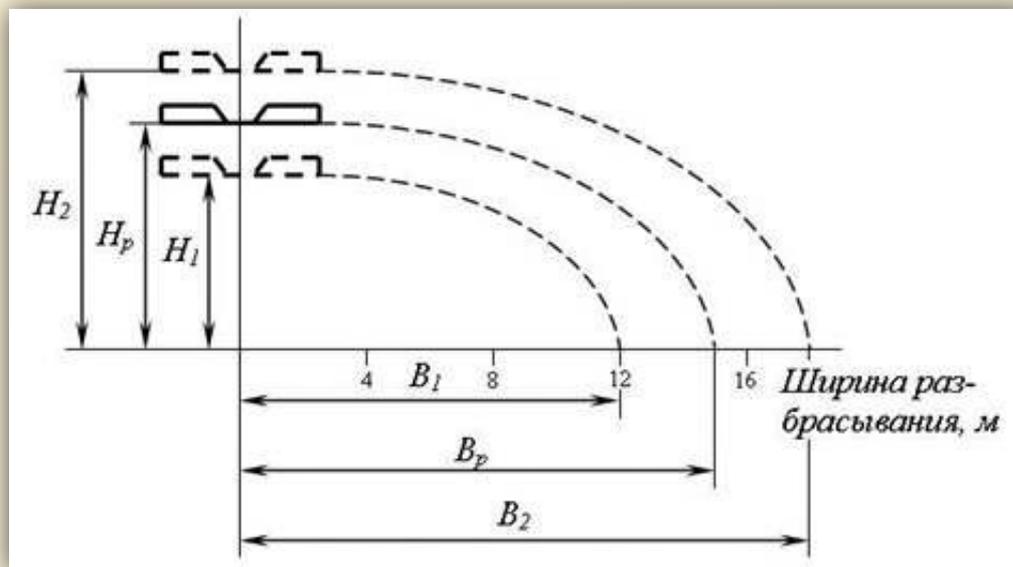
- 1** OK: Shows the spreader dispensing fertilizer into two test tubes labeled 'a' and 'b'. The result is marked as 'OK'.
- 2** +10%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as -2.
- 2** +25%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as -5.
- 2** +50%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as -10.
- 3** +10%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as +2.
- 3** +25%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as +5.
- 3** +50%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as +10.
- 4** OK: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as OK.
- 4** -30%: Shows the spreader dispensing fertilizer into four test tubes. The result is marked as -30%.

On the right side of the diagram, there are three illustrations of the spreader's control panel, showing the adjustment of the fertilizer rate. Red arrows indicate the direction of adjustment.

Неравномерность внесения удобрений:

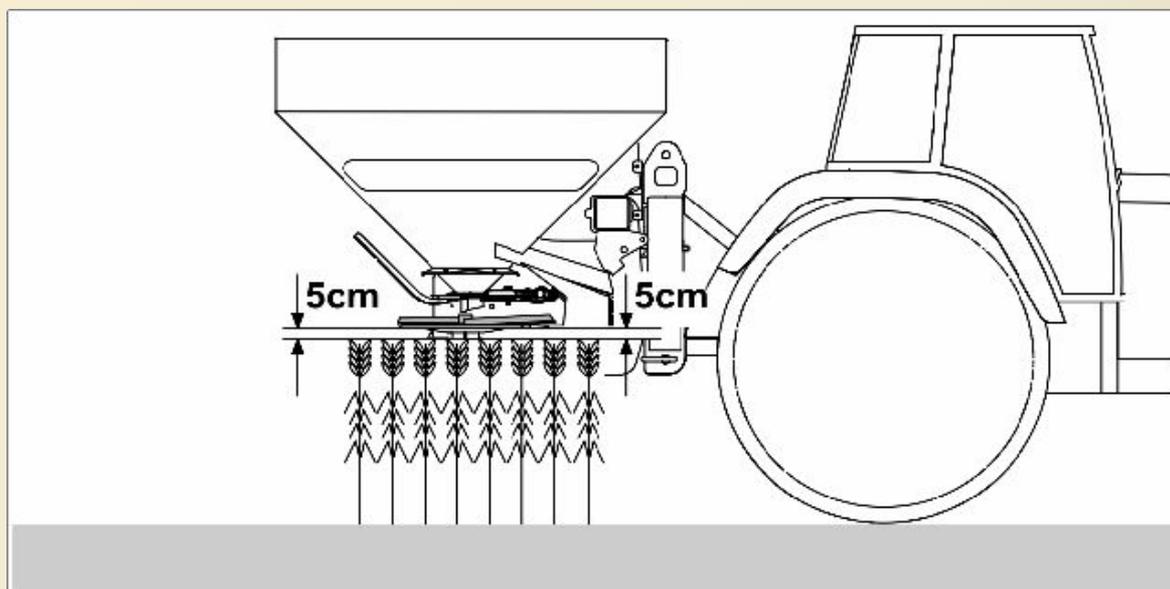
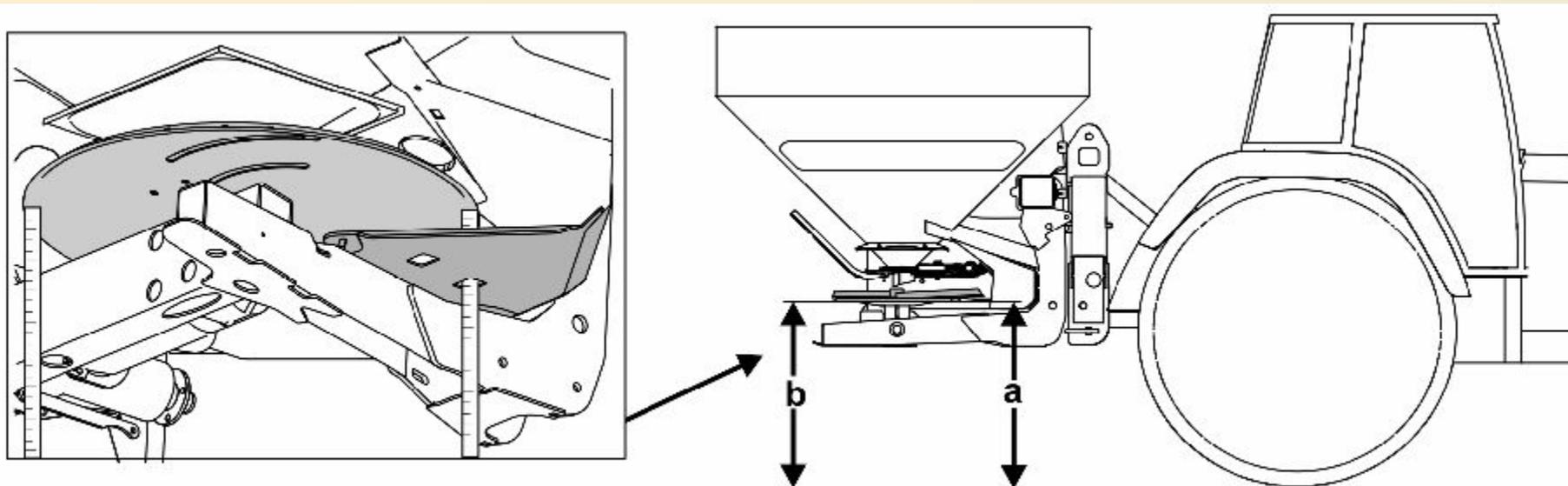


1. При отклонениях оси разбрасывателя от вертикали



2. При разной высоте диска разбрасывателя над поверхностью поля

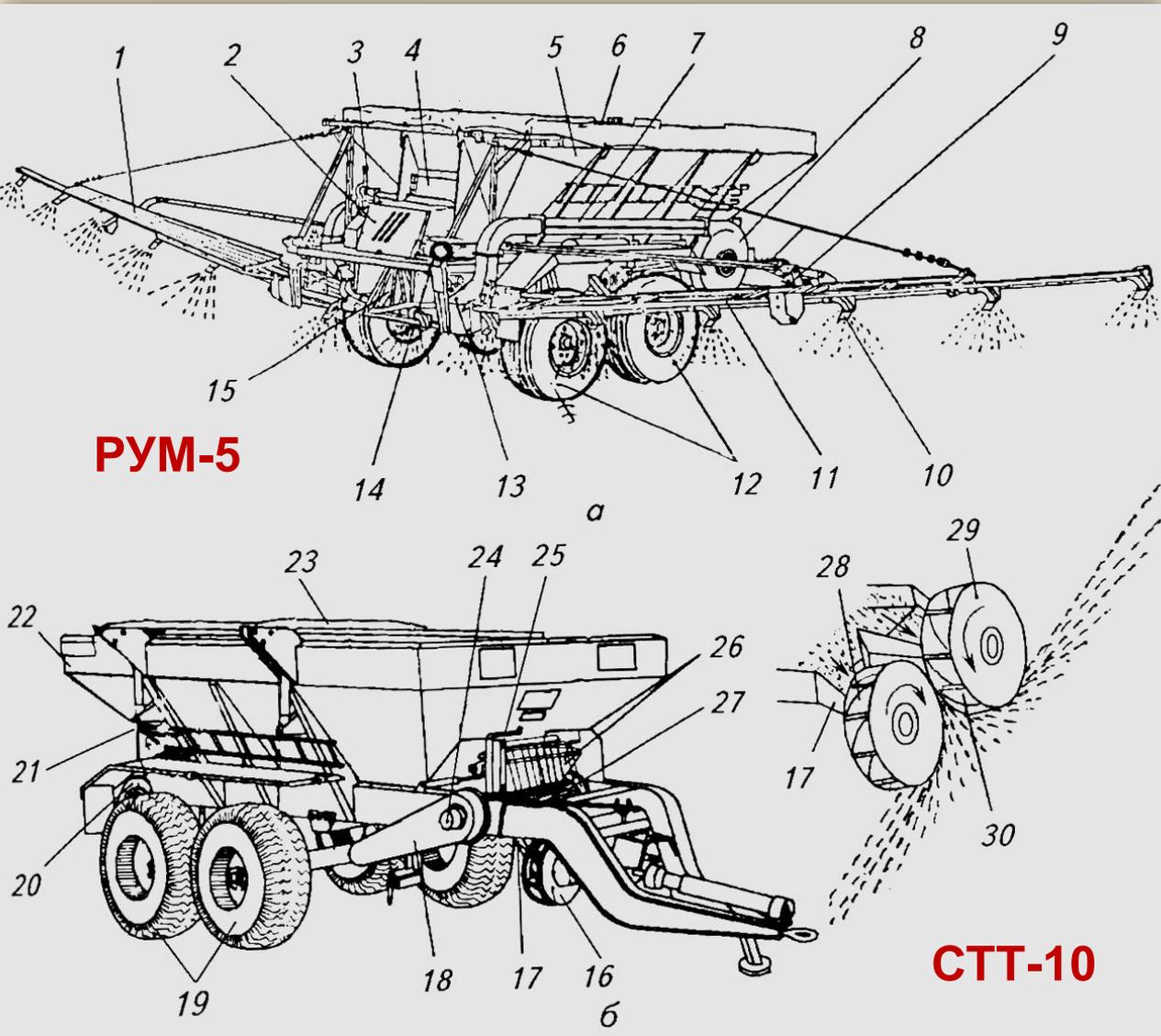
Настройка высоты дисков над поверхностью поля



Испытания разбрасывателей



Машины для внесения твердых минеральных удобрений с повышенной равномерностью РУМ-5 и СТТ-10



РУМ-5

СТТ-10

1,9,35,40 - штанги; 2 - питатель-делитель; 3,25 - механизмы перемещения заслонок; 4,21,26,33 - заслонки; 5,22-кузов; 6,23-сетки; 7-воздуховод; 8-вентилятор; 10 - распыливающие наконечники; 11 - труба; 12,19 - колеса; 13 - воздухораспределитель; 14,27-транспортеры; 15,17-туконаправители; 16 - распределяющее устройство; 18 - цепная передача; 20, 24 - валы; 28,29-роторы; 30-лопатки

Машины для внесения пылевидных удобрений



Машина МШХ-9 предназначена для поверхностного внесения известковых удобрений (доломитовая мука и т. п.). Машина имеет привод от ВОМ трактора и оборудована двумя распределяющими штангами с дозирующим механизмом и питающим транспортером.

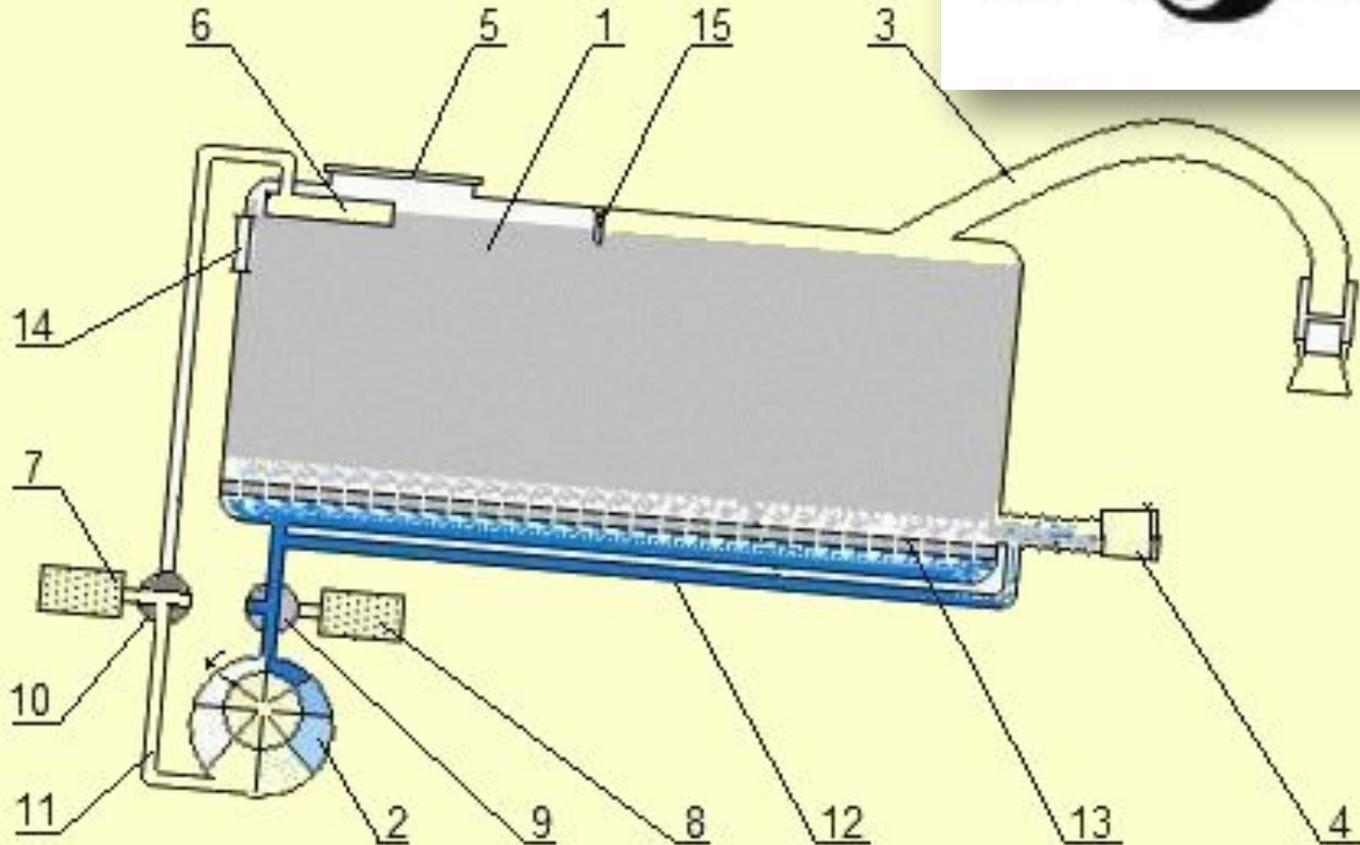
Регулировка доз внесения производится изменением скорости движения агрегата, а также изменением высоты подъема заслонки шибберного дозатора. Неравномерность распределения удобрений по ширине захвата не превышает 15%.

Грузоподъемность, т	12
Производительность за час сменного времени, га/ч/т/ч	9/36
Ширина распределения, м	9,5
Диапазон доз внесения удобрений, т/га	3...60
Ширина захвата, м	12
Масса, т	4,5
Рабочая скорость, км/ч	6...12
Транспортная скорость, км/ч	до 25
Трактор класса	2,0...3,0

Машины для внесения пылевидных удобрений

АРУП-8 и РУП-8

1-емкость; 2-роторный насос; 3-заправочная штанга; 4-сопло; 5-загрузочный люк; 6,7,8- фильтры; 9,10-краны;



11-вакуумный трубопровод;
12-напорный трубопровод;
13 - аэроднище;
14-смотровое окно;
15-датчик заполнения бункера

Машина химизации МХС-10 на шасси автомобиля МАЗ



Разбрасыватель монтируемый на шасси грузового автомобиля



Разбрасыватель монтируемый на шасси грузового автомобиля



Машины для внесения жидких минеральных удобрений



Поверхностное внесение жидких минеральных удобрений

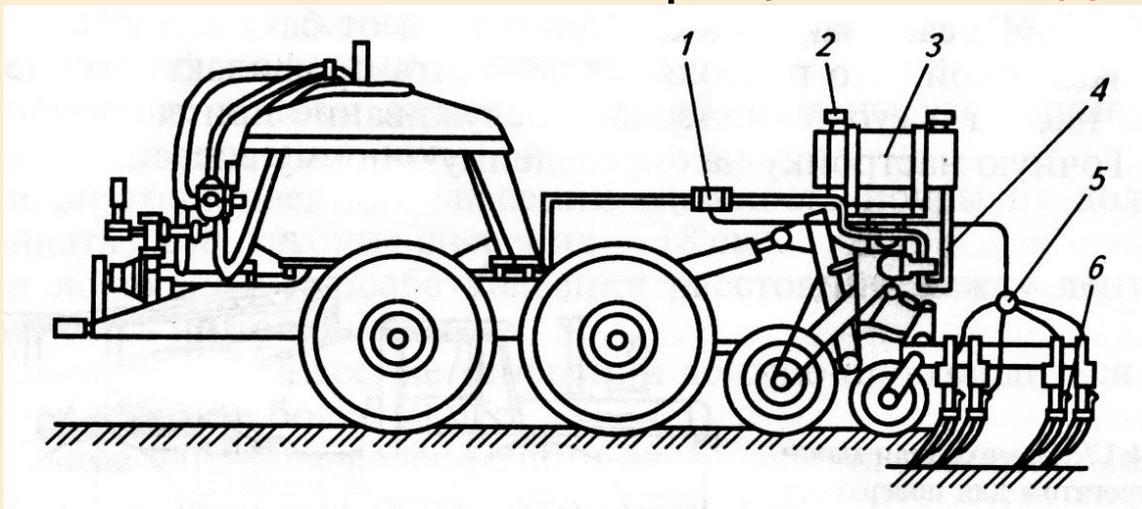


Агрегат для подкормки и внесения жидких минеральных удобрений **АПЖ-12**

Грузоподъемность, т	4,5
Рабочая ширина внесения, м	12,0
Расход рабочей жидкости, л/га	80-300
Рабочая скорость, км/ч	6...12
Транспортная скорость, км/ч	до 25
Масса, т	6,0
Трактор, класс тяги	1,4
Производительность, га/ч	до 14
Тип тягово-сцепного устройства трактора	ТСУ-2/ТСУ-2В

Внутрипочвенное внесение жидких минеральных удобрений

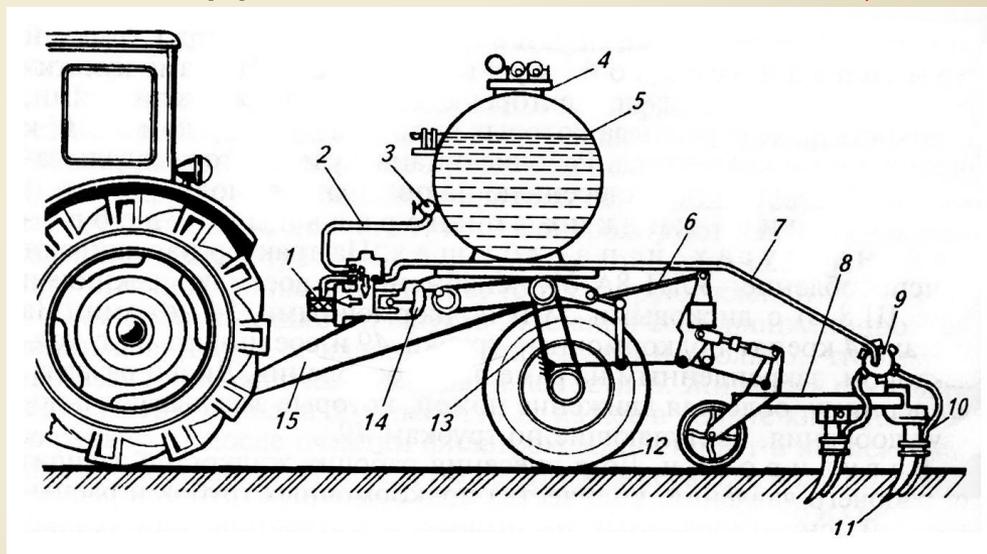
Схема прицепного подкормщика



1 - смеситель; 2 - уровнемер;
3 - бак; 4 - насос; 5 -
распределитель; 6 - рабочие
органы

Схема агрегата для внесения жидкого аммиака АБА-0,5М

1 - насос-дозатор; 2 - всасывающий трубопровод; 3 - вентиль; 4 - горловина; 5 - резервуар; 6 - навеска; 7 - нагнетательная магистраль; 8 - культиватор; 9 - распределитель; 10 - подкормочная трубка; 11 - рыхлительная лапа; 12 - колеса; 13 - передаточный механизм; 14 - кулиса; 15 - шасси



Внесение жидких минеральных удобрений



Агрегат для внесения аммиачной воды

АВА-8



Прицепной подкормщик жидкими минеральными удобрениями



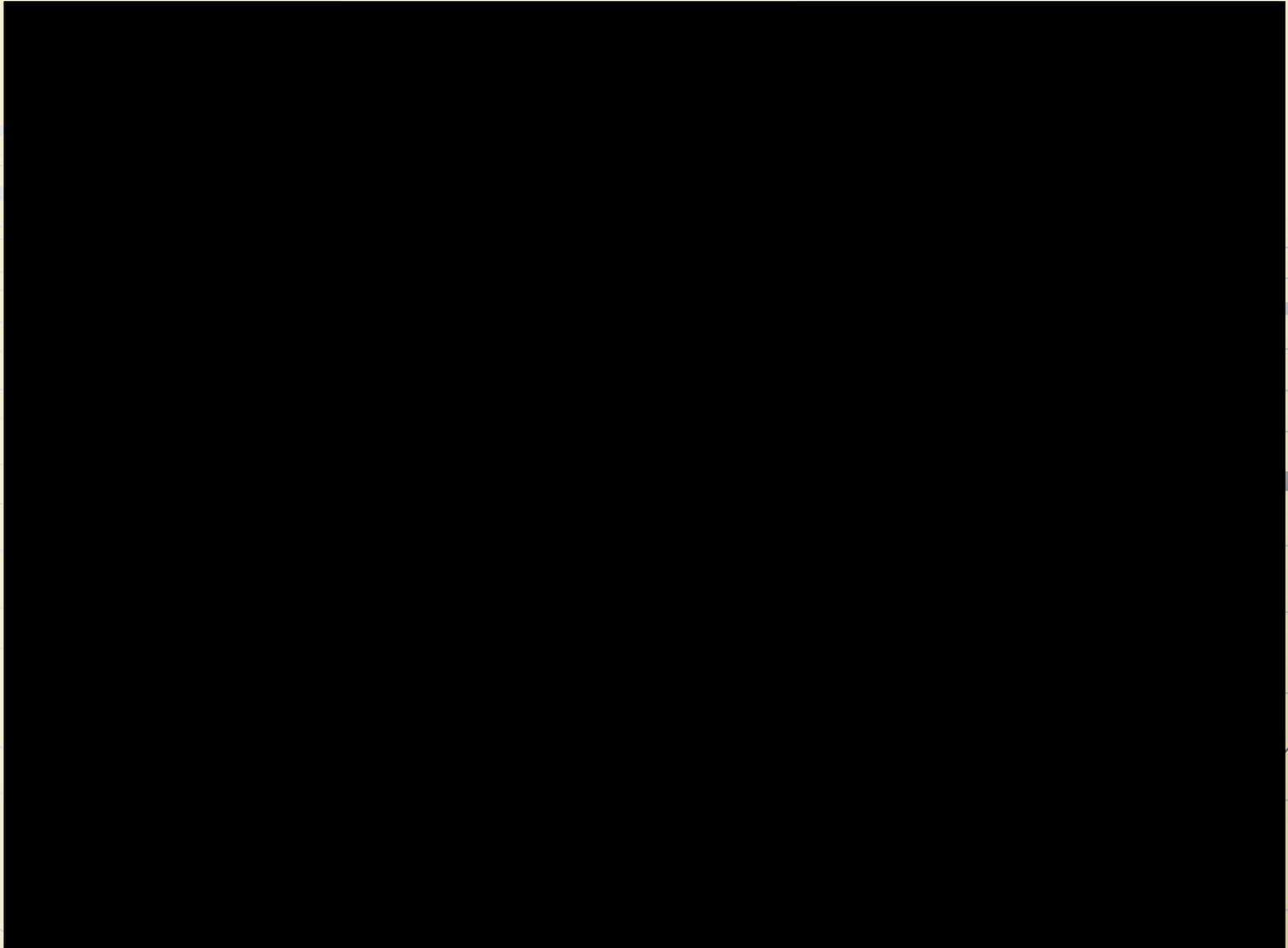
Культиватор с инжекторами и ёмкостью для внесения безводного аммиака



Внесение безводного аммиака



Внесение безводного аммиака



Внесение безводного аммиака



Схема переработки навоза в удобрения



Машины для внесения твёрдых органических удобрений



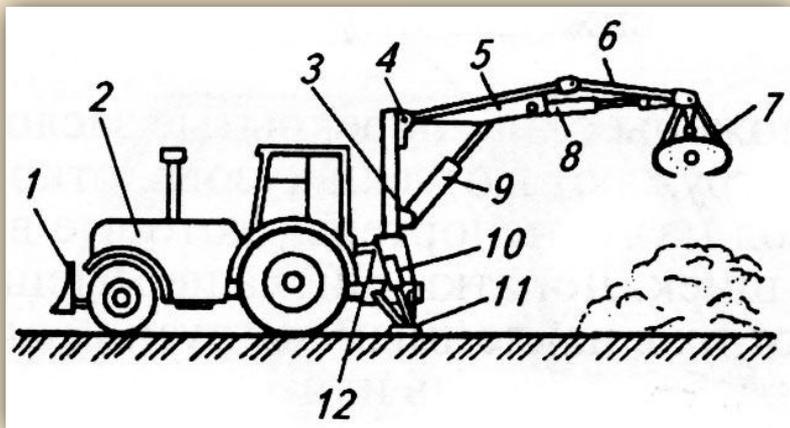
POY-6



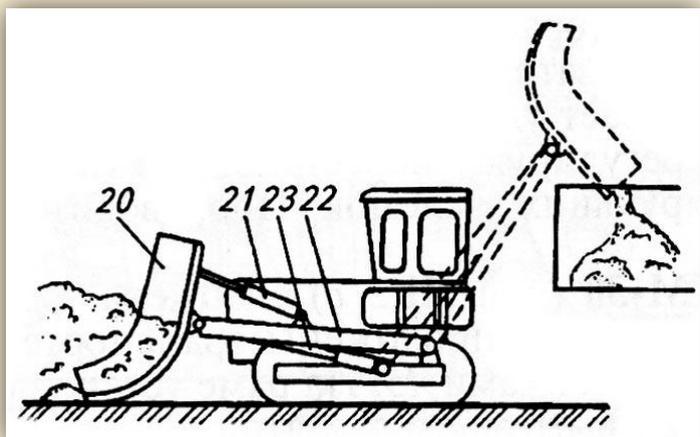
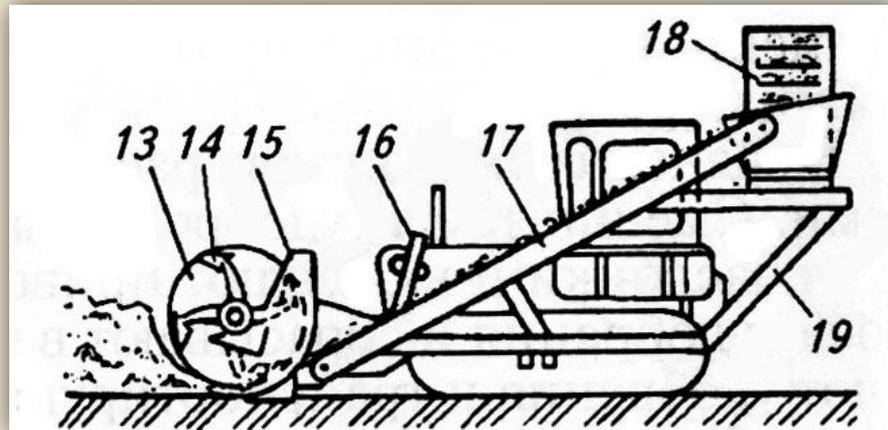
Машины для подготовки и погрузки органических удобрений



Машины для погрузки органических удобрений



Погрузчик-экскаватор **ПЭ-0,8Б**



Погрузчик фронтально-перекидной **ПФП-1,2**



Погрузчик непрерывного действия **ПНД-250**

1 - лопата; 2 - трактор; 3 - поворотная труба; 4 - кронштейн; 5 - стрела; 6 - надставка; 7 - грейфер; 8, 9, 16, 21, 23, 24, 26 - гидроцилиндры; 10 - колонка; 11 - домкрат; 12, 19 - рамы; 13 - шнековая часть фрезы; 14 - зубчатая часть фрезы; 15 - корпус; 17, 18 - транспортеры; 20 - ковш; 22 - рама; 25 - платформа; 27 - кузов; 28 - разбрасыватель

Машины для внесения твёрдых органических удобрений

с горизонтальным барабаном



Машины для внесения твёрдых органических удобрений

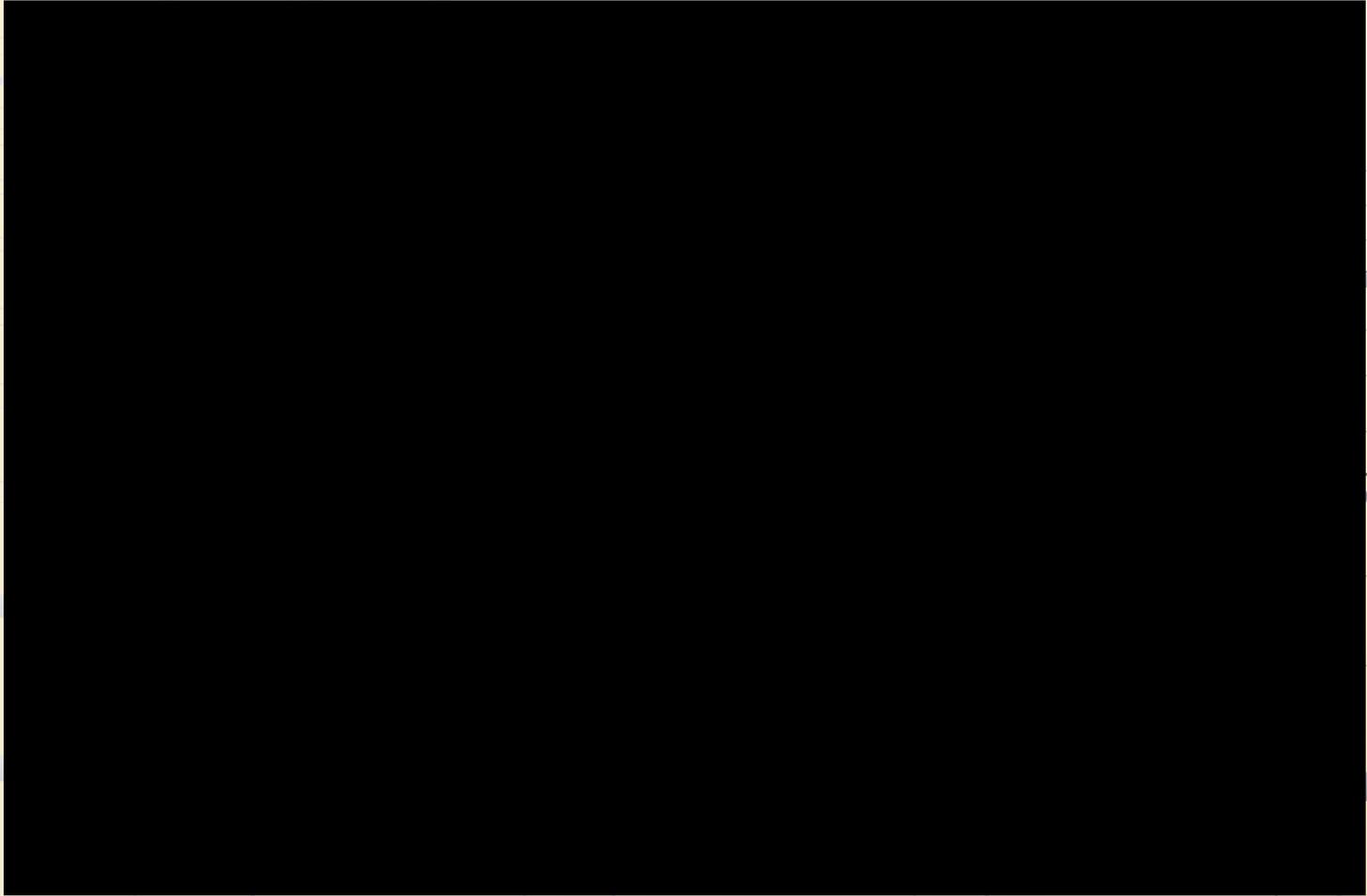
с вертикальным барабаном



Машины для внесения твёрдых органических удобрений



Разбрасыватель с вертикальными барабанами

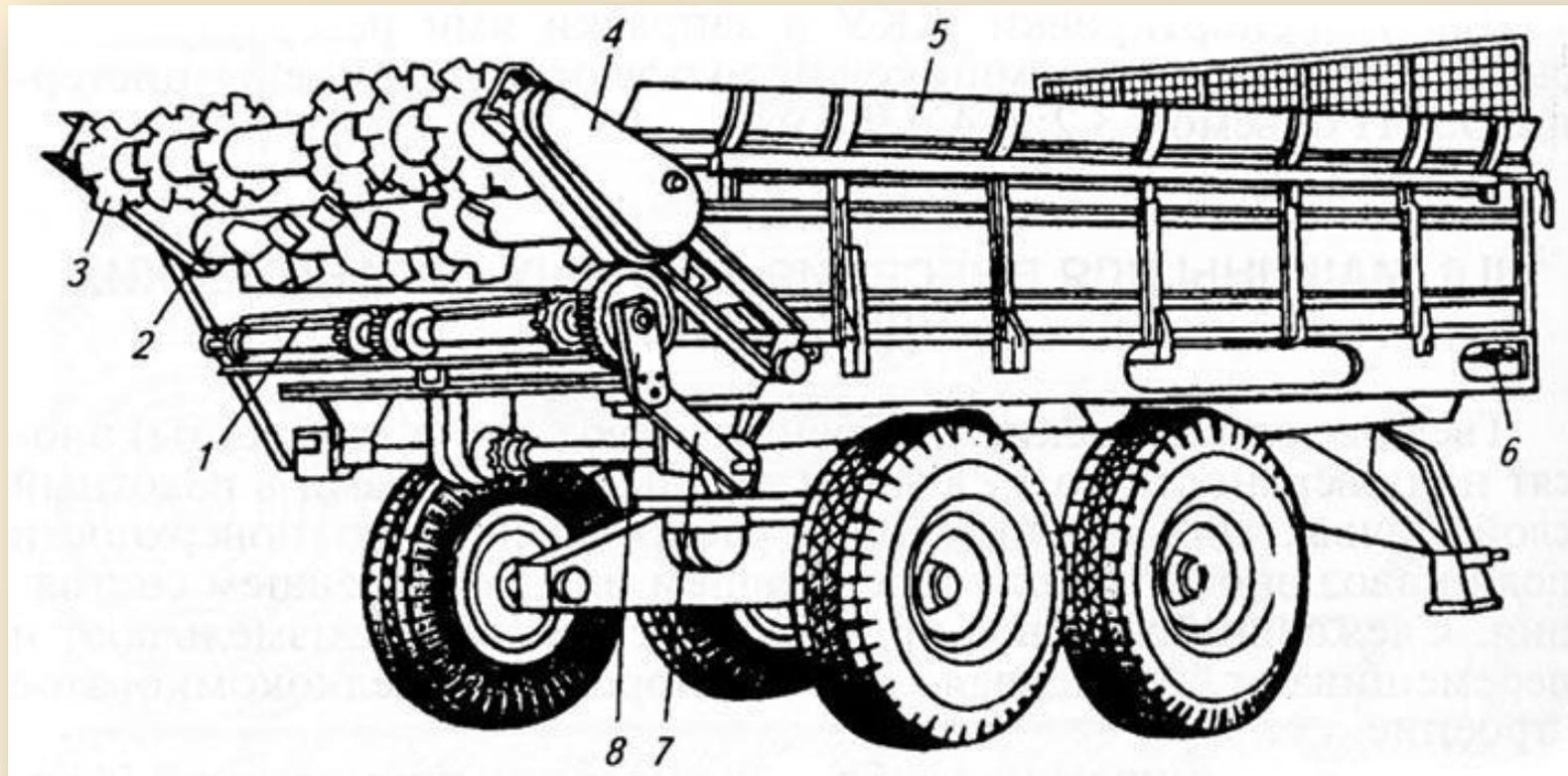


Разбрасыватель с вертикальными барабанами



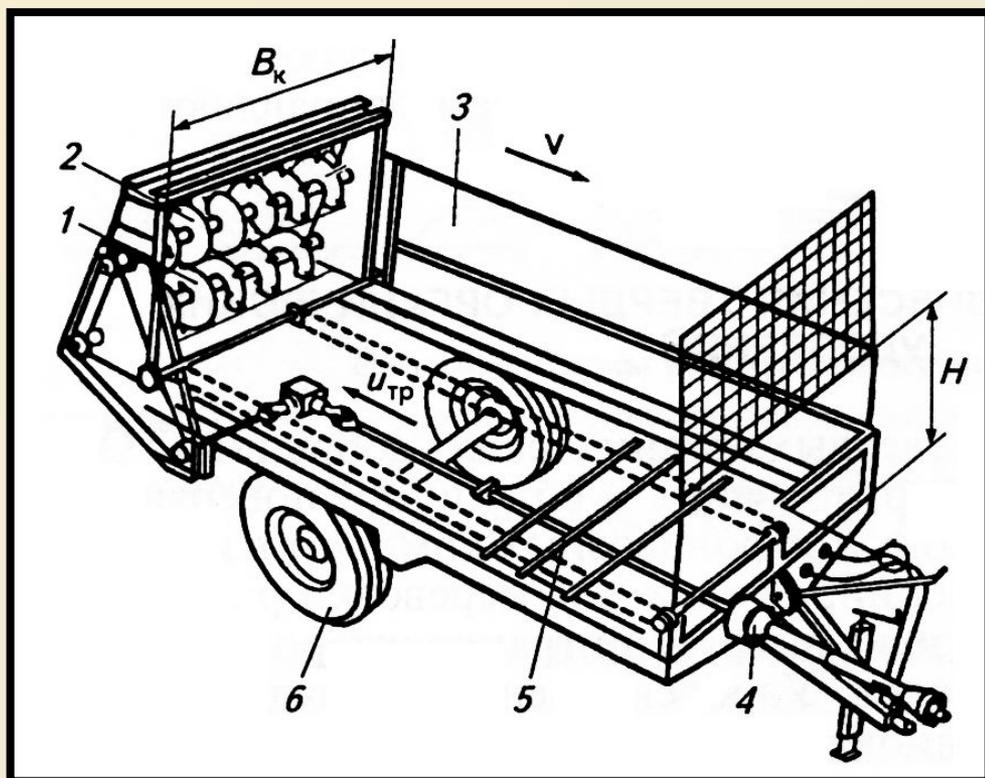
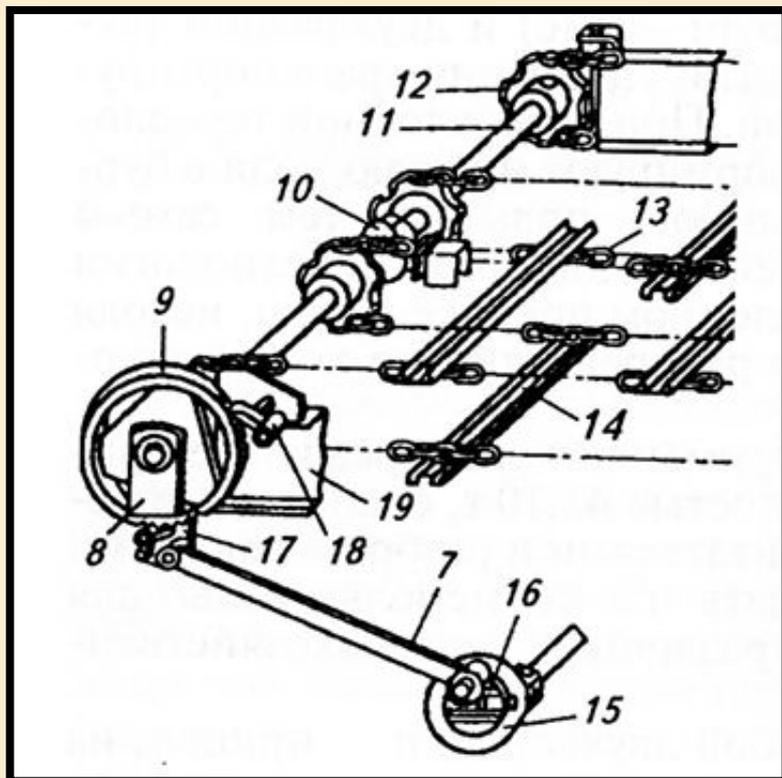
Машины для внесения твёрдых органических удобрений

Разбрасыватель **РОУ-6**



- 1 - цепочно-планчатый транспортер; 2 - измельчающий барабан;
3 - разбрасывающий барабан; 4 - защитный кожух передачи;
5 - надставной борт кузова; 6 - натяжное устройство; 7 - шатун;
8 - коромысло

Дозирующий транспортер разбрасывателя твёрдых органических удобрений



Устройство и основные параметры разбрасывателя **РОУ-6**:

1 - измельчающий ротор; 2 - разбрасывающий ротор; 3 - кузов; 4 - привод; 5 - дозирующий транспортер; 6 - ходовая система; 7 - шатун; 8 - коромысло; 9 - храповое колесо; 10 - опорный подшипник; 11 - ведущий вал; 12 - звездочка; 13 - цепь; 14 - скребок; 15 - корпус кривошипа; 16 - диск кривошипа; 17 - ведущая собачка; 18 - предохранительная собачка; 19 - брус рамы

Расчет скорости транспортера разбрасывателя твердых органических удобрений

Секундная подача q (кг/с) удобрений транспортером зависит от его скорости u_{TP} ширины B_K , толщины H слоя удобрений и плотности ρ :

$$q = \rho u_{TP} B_K H.$$

Секундная подача удобрений с учетом заданной дозы внесения Q_3 :

$$q = Q_3 B v.$$

Тогда скорость транспортера равна:

$$u_{TP} = \frac{Q_3 B v}{\rho B_K H}.$$

Величины H и B для конкретного разбрасывателя постоянны, поэтому, чтобы настроить его на заданную дозу Q_3 при определенном значении ρ , нужно изменить скорость u_{TP} или v .

Диапазон изменения скорости транспортёра **РОУ-6**: $u_{TP} = 0,006...0,06$ м/с .

Разбрасывающие рабочие органы

В разбрасывателях органических удобрений используются роторные устройства с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

Рабочий процесс их состоит из двух фаз:

1. Относительное перемещение частиц удобрений по лопасти барабана.
2. Свободный полет частиц под действием сообщенной им кинетической энергии (скорости) и силы тяжести.

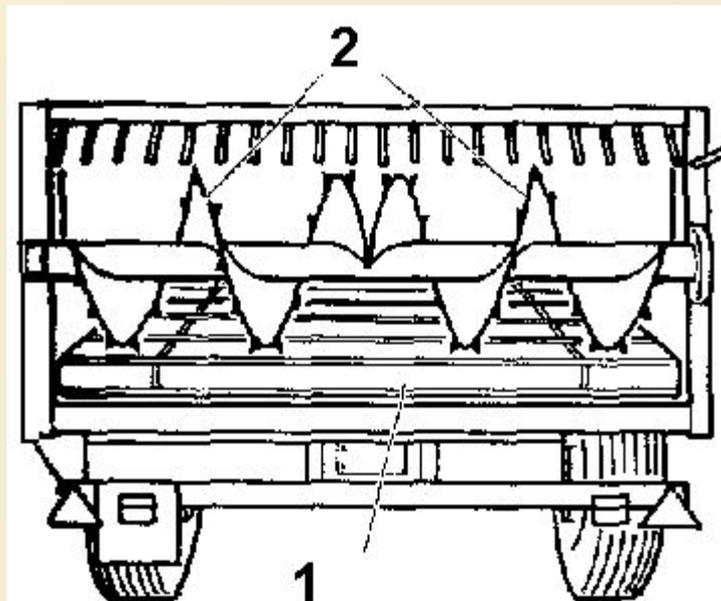
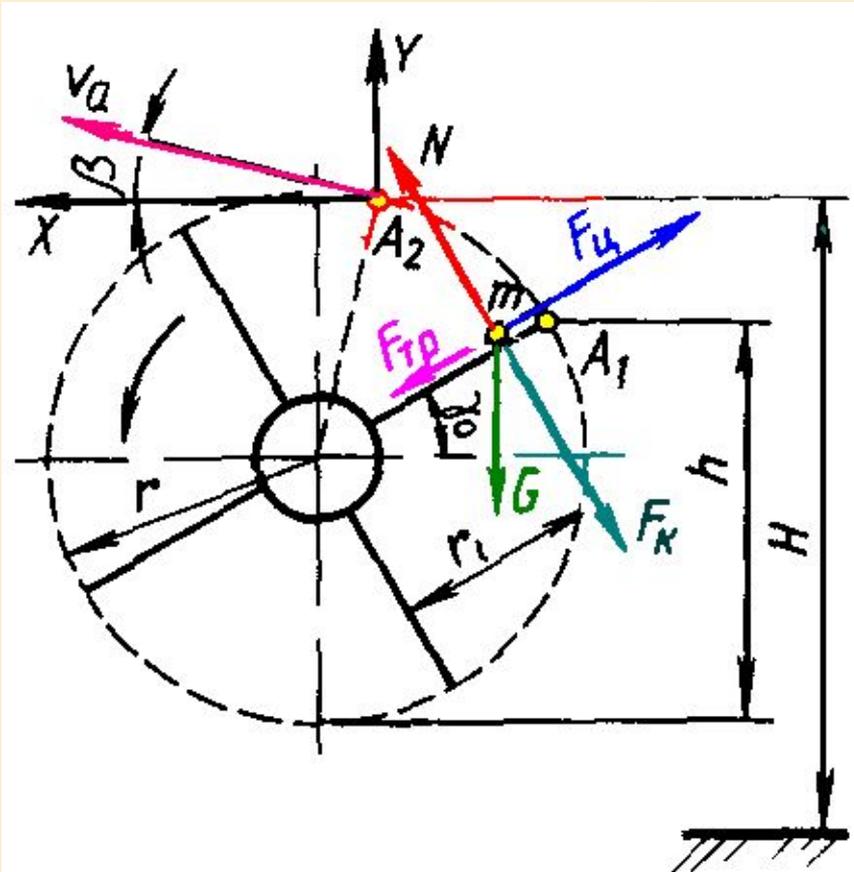


Схема к расчету процесса разбрасывания органических удобрений роторным аппаратом



Сила тяжести: $G = mg$

Сила трения о лопасть:

$$F_{TP} = f(mg \cos \omega t + 2m\omega v_e)$$

Кориолисова сила

$$F_k = 2m\omega v_e$$

Центробежная сила инерции

$$F_{ц} = m\omega^2 r_i$$

Условие движения частицы по лопасти

$$m\omega^2 r_i - mg \sin \omega t \geq f(mg \cos \omega t + 2m\omega v_e)$$

Расчет траектории полета удобрений

Дальность разбрасывания удобрений зависит от абсолютной скорости их в момент схода с лопасти.

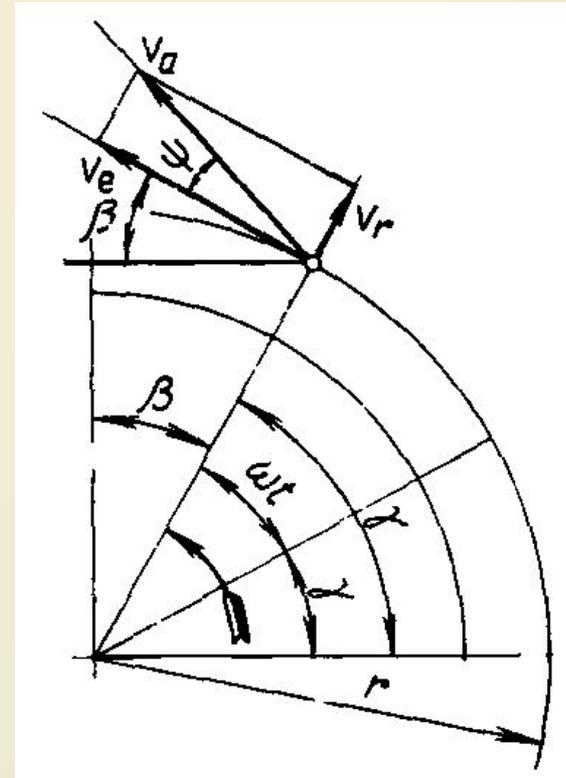
Скорость $\overline{v_a} = \overline{\omega r} + \overline{v_e}$ равна геометрической сумме переносной скорости и относительной скорости вдоль лопасти. У навозоразбрасывателей $v_r = 4,0...4,2$ м/с,

$$v_e = 12...12,5 \text{ м/с}; \quad v_a = 12,8...13,2 \text{ м/с}.$$

Угол $\psi \approx \arctg \frac{v_r}{v_e} = 16...19^\circ$. Как видим, значительно меньше и существенно не влияет на скорость поэтому для упрощения расчетов можно принять $v_a = v_e$.

Чтобы частицы навоза отбрасывались дальше, они должны сходиться с лопасти при $\gamma_0 + \omega t < 90^\circ$, что зависит от толщины h слоя удобрений: чем он больше, тем больше угол, при котором удобрения начинают сходиться с лопасти.

У навозоразбрасывателей угол 30° . Из-за различного расположения частиц удобрений по длине лопасти они будут сходиться с нее в процессе поворота на угол $30...35^\circ$, которому соответствует дуга A_1A_2 (см. рис. на предыдущем слайде).



Расчет дальности полета удобрений

Вторая фаза представляет собой движение тела, брошенного со скоростью под углом β к горизонту.

Уравнения движения частицы без учета сопротивления воздуха в параметрической форме с началом координат в точке A_2 имеют вид:

$$\begin{cases} x = v_a t \cos \beta, \\ y = v_a t \sin \beta - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Так как начало координат расположено на высоте H над поверхностью поля, то в момент падения частицы удобрений на поле ее координата $y = -H$.

Следовательно, время t полета определится из условия:

$$\begin{aligned} -H &= v_a t \sin \beta - \frac{gt^2}{2} \\ t &= \frac{v_a \sin \beta + \sqrt{v_a^2 \sin^2 \beta + 2gH}}{g} \end{aligned}$$

Подставив значение t , в первое параметрическое уравнение, определим дальность полета частицы:

$$l = \frac{v_a^2 \sin 2\beta}{2g} + \frac{v_a \cos \beta \sqrt{v_a^2 \sin^2 \beta + 2gH}}{g}$$

Разбрасывающие рабочие органы

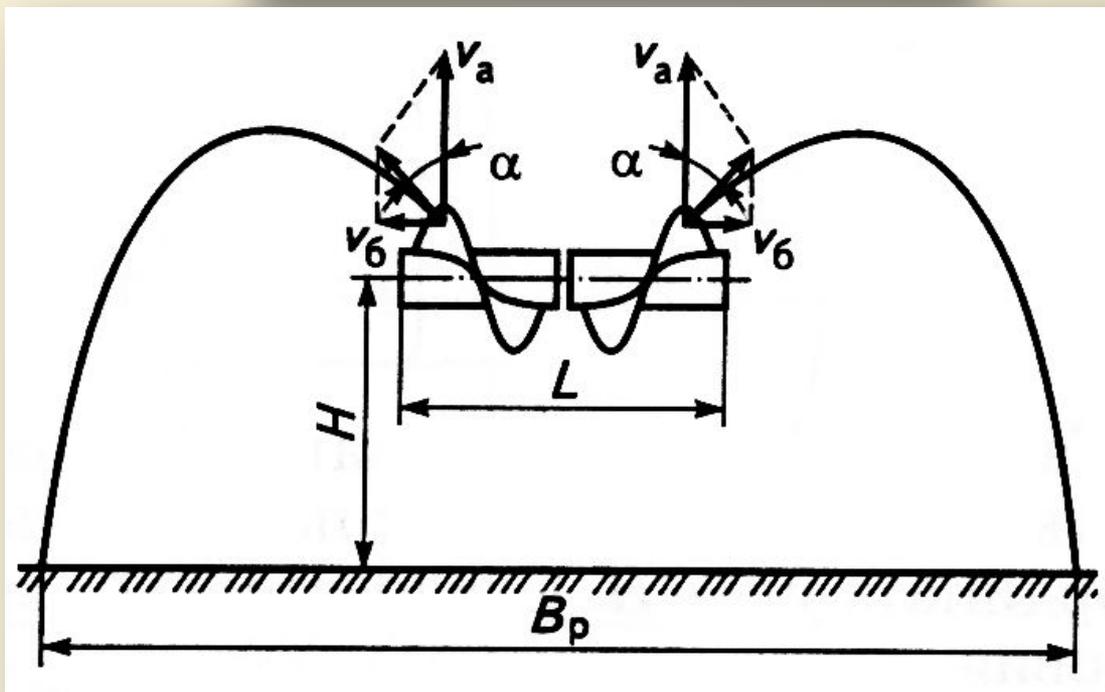
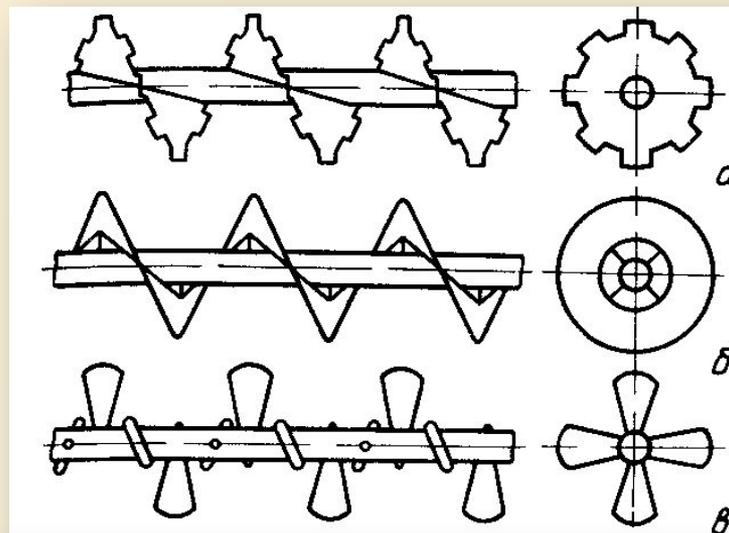
Рабочим органом является барабан в виде полый трубы, на которой рабочие элементы (*a* - шнек, *б* - лента, *в* - лопатки) размещены влево и вправо от центра по винтовой линии с левой и правой навивками.

Диаметр барабана 280...320 мм, длина 1,6...1,8 м.

Рабочие поверхности лопаток, лент или шнеков расположены

под углом α к оси вращения барабана, поэтому возникает боковая составляющая

скорости v_b .





Ширина зоны разбрасывания

Благодаря боковой составляющей скорости v_{σ} ширина полосы разбрасывания удобрений превышает конструктивную ширину захвата машины ($B_p > B$). Для повышения производительности стремятся увеличить значение B_p .

Максимальная величина B_p получается при $\alpha = 45^\circ$.

Ширина разбрасывания зависит от дальности l полета удобрений:

$$B_p = 2l + B,$$

где $l = v_{\sigma} t$.

У существующих разбрасывателей при $H = 1,6 \dots 1,7$ м, $t = 0,16 \dots 0,17$ с;
 $l = 1,6 \dots 1,7$ м; $B_p = 5,0 \dots 6,2$ м.

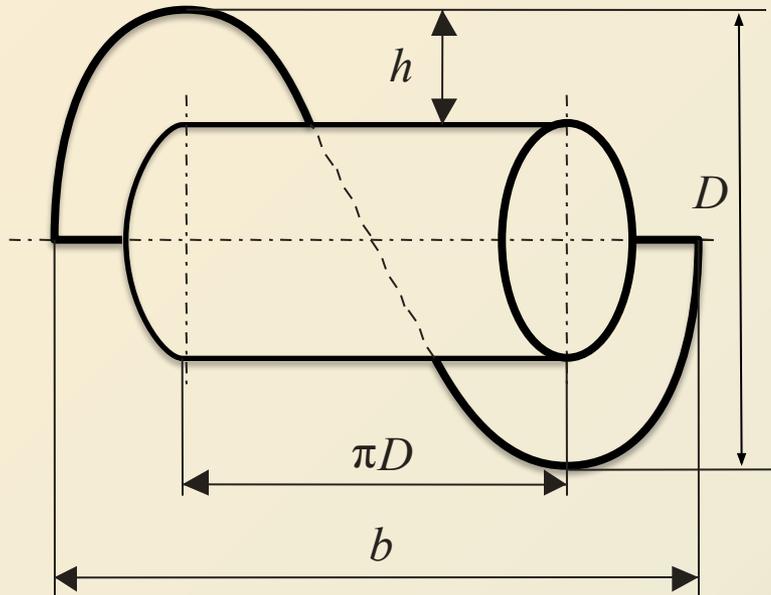
Таким образом, ширина разбрасывания B_p примерно в 3 раза больше, чем ширина кузова B .

Производительность разбрасывающего устройства

Разбрасыватель твердых органических удобрений работает надежно, если производительность разбрасывающего устройства q превышает секундную подачу транспортера q_{TP} , т. е.

$$q \geq q_{TP} \quad \text{или} \quad zbh\pi Dn \geq HVu_{TP},$$

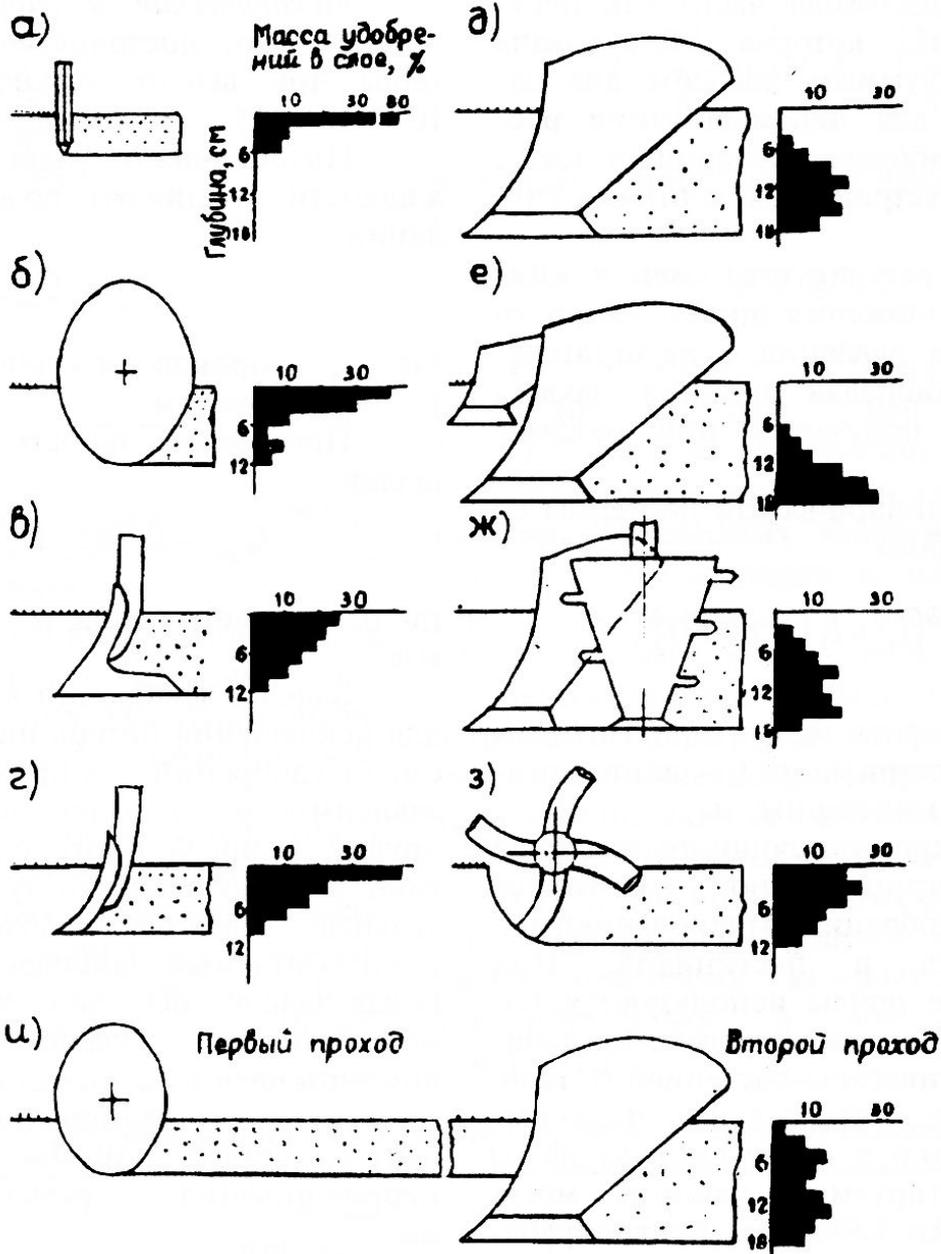
где z - число разбрасывающих лопаток; b - ширина полосы удобрений, захватываемой лопаткой, м; h - высота захвата массы (высота лопатки), м; D - диаметр барабана, м; n - частота вращения барабана, с^{-1} ; H - толщина слоя удобрений на транспортере, м; u_{TP} - скорость транспортера, м/с.



Частота вращения разбрасывающего барабана для надежной работы:

$$n \geq \frac{HVu_{TP}}{zbh\pi D}.$$

Заделка удобрений разными рабочими органами



Схемы заделки и распределение удобрений в почве по глубине:

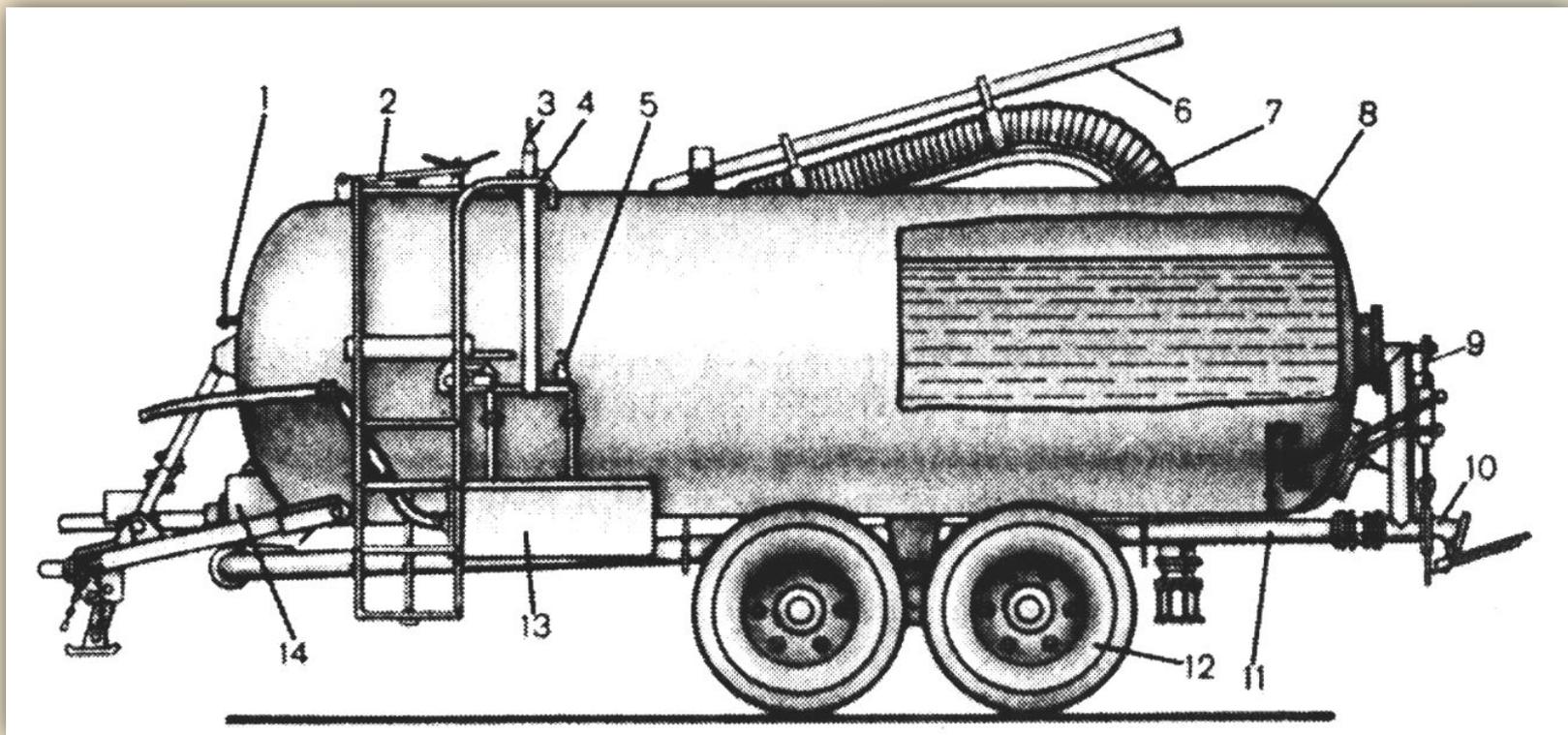
- а* - зубовая борона;
- б* - дисковая борона;
- в* - культиватор - растениепитатель;
- г* - паровой культиватор;
- д* - плуг без предплужников;
- е* - плуг с предплужниками;
- ж* - плуг с вращающимися отвалами;
- з* - фреза;
- и* - при послойной заделке 1/2 дозы удобрений дисковой бороной и 1/2 дозы - плугом

Машины для внесения жидких органических удобрений



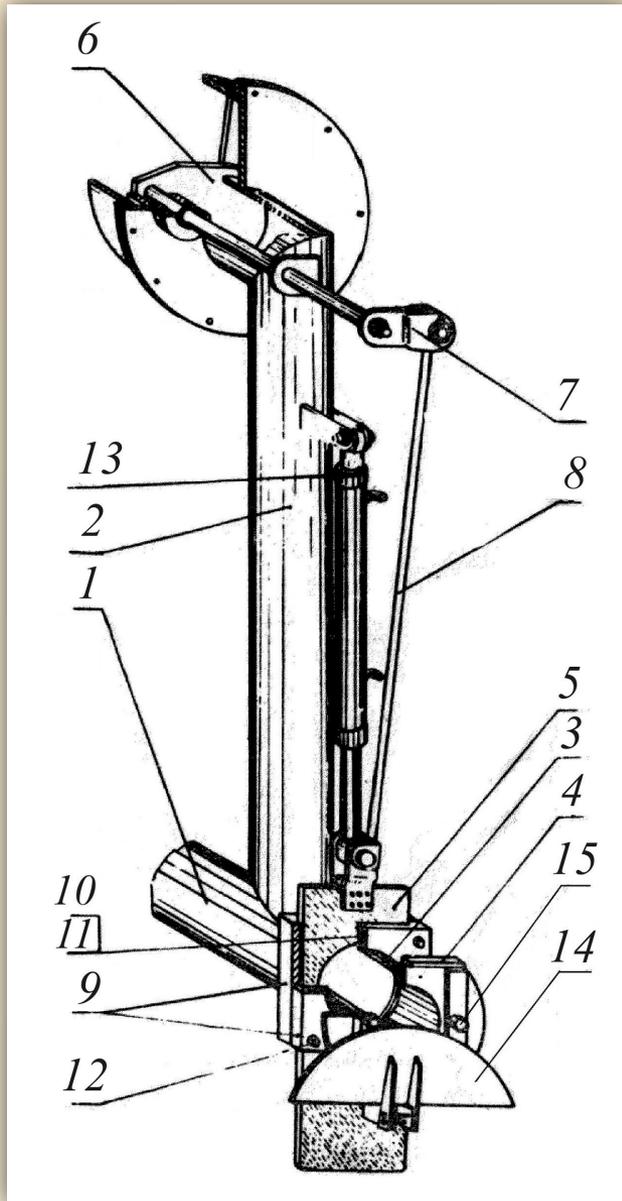
Поверхностное внесение жидких органических удобрений

Схема машины **МЖТ-10**

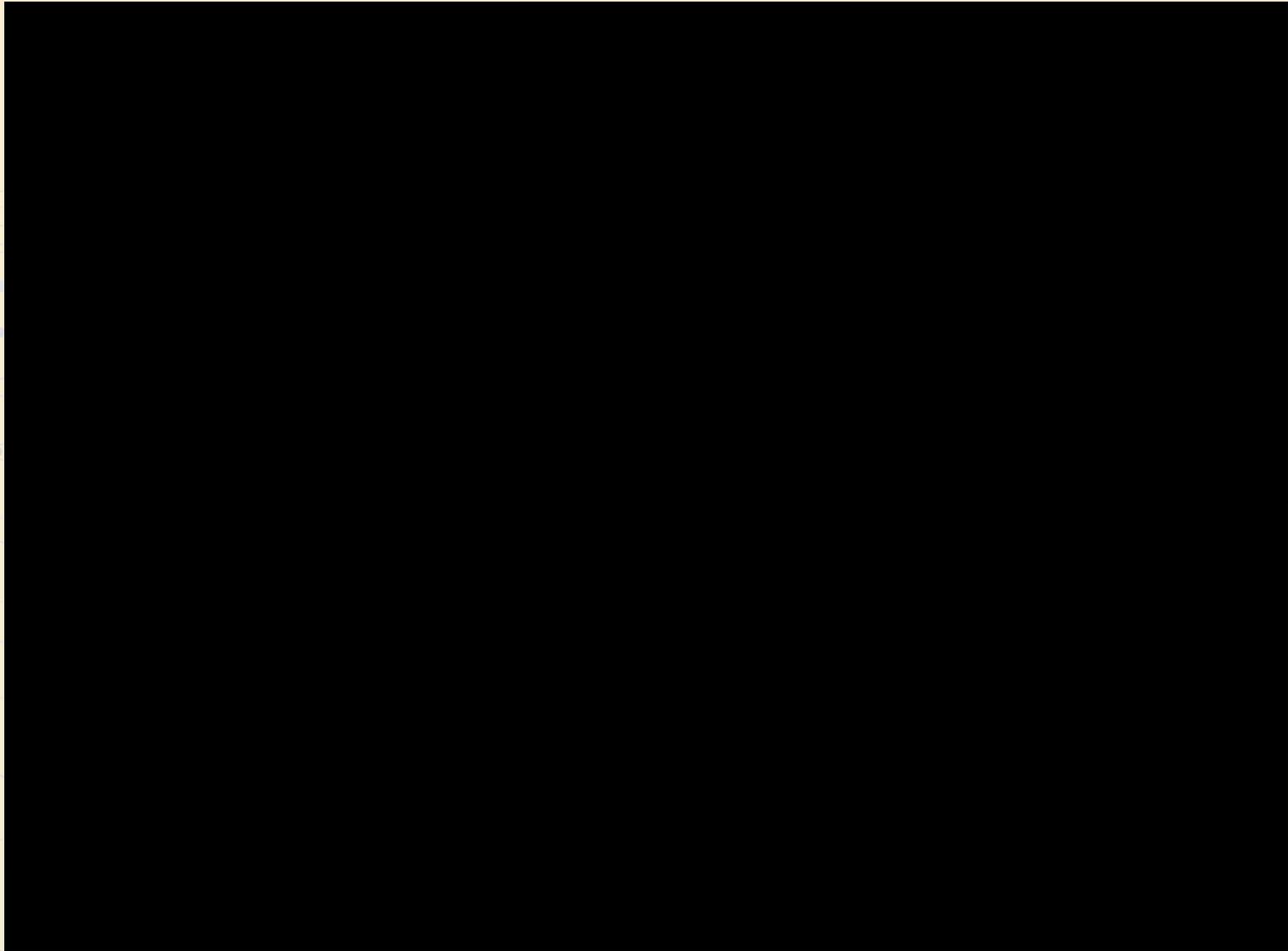


1 - уровнемер; 2 - верхний люк; 3 - вакуумметр; 4 и 5 - предохранительные жидкостный и вакуумный клапаны; 6 - штанга; 7 - заправочный рукав; 8 - цистерна; 9 - переключатель режима (заправки, перемешивания, разлива); 10 - разливочное устройство; 11 - напорный трубопровод; 12 - ходовые колеса; 13 - вакуумная установка; 14 - центробежный насос

Схема переключающего и разливочного устройств машины **МЖТ-10**



1 – напорный трубопровод; 2 – патрубок перемешивания; 3 – патрубок распределения; 4 – сменная задвижка; 5, 6 – заслонки; 7 – рычаг; 8 – тяга; 9 – направляющие; 10 – уплотнительное кольцо; 11 – прокладка; 12 – болт; 13 – гидроцилиндр; 14 – щиток отражательный; 15 – болт



Поверхностное внесение жидких органических удобрений



Загрузка машины жидкими органическими удобрениями



Загрузка машины жидкими органическими удобрениями



Загрузка машины и внесение жидких органических удобрений



Регулировки жижеразбрасывателя

Доза внесения Q регулируется установкой жиклеров с различным диаметром d :

Q , т/га	До 3	До 5	5...11
d , мм	20	30	38

$$Q_{\phi} = 10^4 \frac{V}{Bvt},$$

где V - объем вылитой жидкости, м³, (емкость цистерны); B - ширина захвата, м; v - рабочая скорость агрегата, м/с; t - время опорожнения цистерны, с.

Дозу внесения Q можно регулировать также скоростью движения v и положением щитка разливочного устройства:

Параметр	Доза внесения, т/га		
	20	40	60
Скорость, v , км/ч	12	10	7
Положение щитка	I	II	III

Адаптер для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений **АВУ-6**



АВУ-6 применяется в агрегате с машиной для несения жидких органических удобрений **МЖУ-20**. Предназначен для внесения в почву жидких органических удобрений по стерневым фонам .

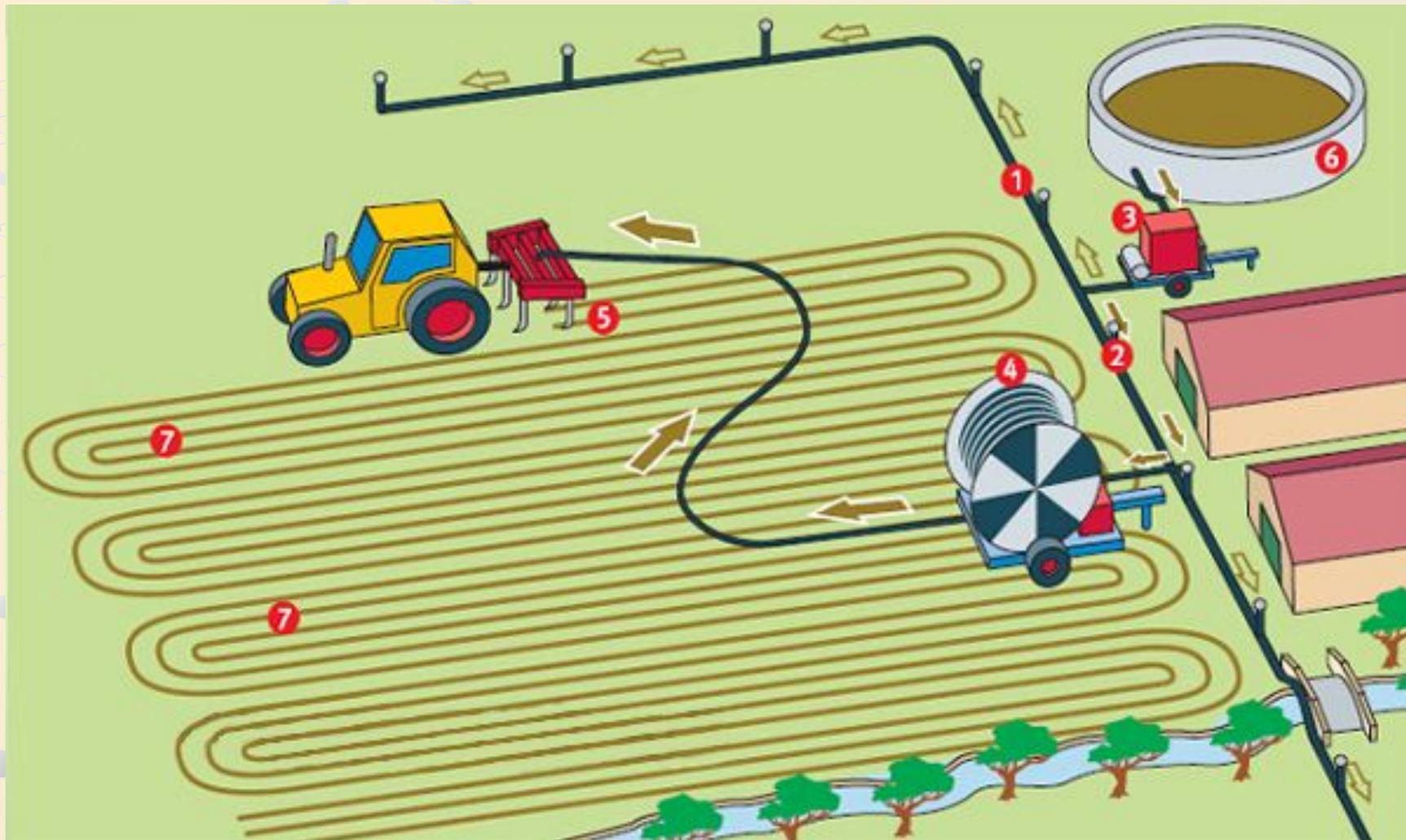
Адаптер для внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений **АВУ-6**



Поверхностное внесение жидких органических удобрений



Внесение жидких органических удобрений шланговой системой



Внесение жидких органических удобрений шланговой системой

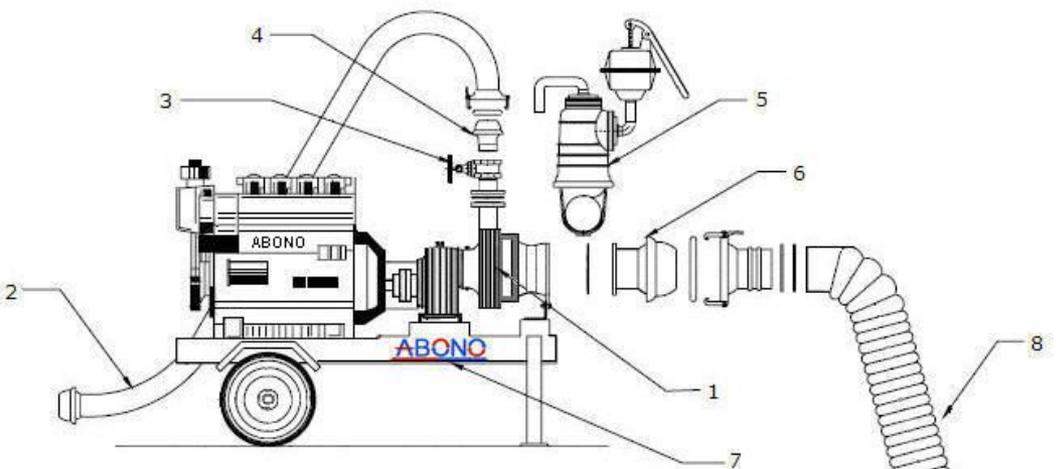


Схема передвижной насосной станции "ABONO":

- 1) Насос
- 2) S-образное колено трубы
- 3) Запорный клапан
- 4) Соединительная муфта
- 5) Устройство заливки насоса перед пуском
- 6) Соединительная муфта с фланцем
- 7) Встроенный в раму топливный бак
- 8) Всасывающий резиновый трубопровод
- 9) Оцинкованная стальная труба
- 10) Заборное устройство



