

Н. Е. Руденко, Е. В. Кулаев, В. Н. Руденко



МЕХАНИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА



Монография

**ФГБОУ ВПО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Н. Е. Руденко, Е. В. Кулаев, В. Н. Руденко

МЕХАНИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Монография

Под общей редакцией Н. Е. Руденко

**Ставрополь
«АГРУС»
2014**

УДК 631.171
ББК 40.7
Р83

Рецензенты:

кандидат технических наук, профессор
А. В. Орлянский;
кандидат технических наук, доцент
Б. В. Малюченко

Руденко, Н. Е.

Р83 Механизация растениеводства : монография / Н. Е. Руденко, Е. В. Кулаев, В. Н. Руденко ; под общ. ред. Н. Е. Руденко. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 236 с.

ISBN 978-5-9596-0982-5

Рассматриваются технологические процессы возделывания сельскохозяйственных культур и технические средства, их реализующие. Представлены параметры машин и орудий, а также необходимые их регулировки. Приводятся качественные показатели, характеризующие каждый процесс, и методы их определения.

Для специалистов сельского хозяйства, студентов и преподавателей аграрных учебных заведений.

УДК 631.171
ББК 40.7

ISBN 978-5-9596-0982-5

© ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, 2014

Оглавление

Введение	5
I. Обработка почвы	6
1.1. Технологии обработки почвы	6
1.2. Отвальная обработка	8
1.2.1. Плуги.	11
1.2.2. Качественные показатели работы плуга.	21
1.3. Безотвальная обработка	26
1.3.1. Чизельные орудия.	26
1.3.2. Чизельные плуги	28
1.3.3. Культиваторы-плоскорезы	29
1.4. Поверхностная обработка	33
1.4.1. зубовые бороны.	33
1.4.1.1. Плоские зубовые бороны	33
1.4.1.2. Ротационные зубовые бороны	41
1.4.2. Дисковые орудия	43
1.4.2.1. Луцильники	44
1.4.2.2. Дисковые бороны	51
1.4.3. Дискатор	58
1.5. Культиваторы	61
1.5.1. Культиваторы для сплошной обработки почвы.	61
1.5.2. Культиваторы для междурядной обработки почвы.	79
1.6. Катки.	99
1.7. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты.	109
II. Сеялки	118
2.1. Общее устройство и классификация сеялок	118
2.2. Сеялки для посева семян зерновых культур	121
2.2.1. Подготовка сеялок к работе	140
2.2.2. Зерновые сеялки с централизованным дозированием семян	143
2.3. Сеялки для посева семян пропашных культур	151
2.3.1. Сеялка СУПН-8А	153
2.3.2. Пневматические высевальные аппараты	156
2.3.3. Определение качественных показателей посева	160
III. Механизация внесения удобрений.	167
IV. Механизация защиты растений от вредителей, болезней и сорняков	180

4.1. Протравливатели	180
4.2. Опрыскиватели	182
V. Механизация уборки зерновых колосовых культур	193
VI. Механизация уборки кукурузы на зерно и подсолнечника	224
VII. Механизация уборки сахарной свеклы	227
Заключение	233
Библиографический список	234

Введение

Растениеводство – одна из основных отраслей сельского хозяйства, занимающаяся выращиванием сельскохозяйственных культур для получения продуктов питания для населения, кормов для животноводства и сырья для перерабатывающей промышленности.

Растениеводство является механизированной отраслью, использующей индустриальные технологии возделывания растений. В растениеводстве применяется широкий спектр сельскохозяйственных машин и орудий, регулярно обновляемый и расширяемый.

Это многообразие машин необходимо в связи с разнообразием почвенно-климатических условий, многовариантностью технологий.

Каждая машина выполняет одну или несколько технологических операций, изменяя форму, размеры, состояние и свойства обрабатываемого материала: почвы, семян, растений.

Основная задача механизации технологических процессов – создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, обеспечение их максимальной продуктивности. При этом должны соблюдаться агротехнические требования, предъявляемые к данному технологическому процессу, выполнение каждого из них с минимальными затратами энергии и средств.

I. Обработка почвы

Обработка почвы необходима для оптимизации технологических и физико-механических свойств, влагосбережения, повышения биологической активности, уничтожения сорняков, вредителей и возбудителей болезней возделываемых культур, заделки удобрений и растительных остатков, защиты от ветровой и водной эрозии, повышения плодородия, создания условий для получения высоких и стабильных урожаев при минимальных издержках.

1.1. Технологии обработки почвы

Технологии обработки зависят от конкретных почвенно-климатических условий, биологических особенностей возделываемых культур, их размещения в севообороте, влагообеспеченности, возделываемых культур, засоренности и эродированности почвы, ее плодородия.

Технологии обработки почвы весьма разнообразны: отвальная (вспашка), безотвальная, поверхностная, мульчирующая, минимальная, нулевая.

Нулевая «No-Till». Обработка почвы не ведется. Механическому воздействию подвергается до 25 % посевной площади сошниками сеялок прямого посева, не считая воздействия движителей тракторов и сельскохозяйственных машин. Экономится до 40...50 % топлива и энергозатрат. Однако имеются и недостатки: в два-три раза требуется больше гербицидов; из-за азотной недостаточности в первые годы перехода на нулевую обработку требуется повышенное количество азотных удобрений; необходима специальная посевная техника.

Мульчирующая. Это механическая обработка почвы на глубину 80...100 мм с насыщением этого слоя измельченными растительными остатками. Осуществляется путем дискования стерни, разбрасывания измельченной соломы при уборке комбайном или зеленой массы сидеральных культур.

Минимальная «Mini-Till». При этой технологии существенно уменьшается число и глубина обработок. Часто она осуществляется одним комбинированным почвообрабатывающим агрегатом.

Биологизированная. Она предусматривает исключение применения гербицидов и синтетических минеральных удобрений. Рассчитана на производство экологически чистой продукции. Баланс питания веществ поддерживается за счет органических удобрений в виде сидератов, пожнивных остатков, перепревшего и полуперепревшего навоза.

Поверхностная. Это обработка почвы различными орудиями на глубину не более 60...90 мм. К поверхностной относятся такие виды обработок, как боронование, дискование, лушение, культивация, прикатывание, выравнивание, профилирование поверхности (рис. 1).



Рисунок 1 – Виды обработок

Безотвальная. Она выполняется с целью сохранения на поверхности поля большей части пожнивных остатков. Видями

безотвальной обработки является плоскорезная и чизельная, а также щелевание.

Применяется на почвах, подверженных ветровой и водной эрозии.

Отвальная (вспашка). Отвальная обработка или вспашка ведется с полным или частичным оборотом ее слоев (пластов).

1.2. Отвальная обработка

Отвальная обработка почвы имеет несколько разновидностей (рис. 2).



Рисунок 2 – Разновидности отвальной обработки

Вспашка с полным оборотом пласта применяется при обработке целинных и залежных земель. Оборачивание пласта до 180° (рис. 3, а) применяют для прекращения жизнедеятельности растительного покрова. Для полного оборота пласта используют рабочие органы с винтовыми поверхностями. При этом должно соблюдаться условие: толщина пласта a должна быть меньше половины его ширины b , т. е. $a \leq b/2$.

Взмет пласта – вспашка с оборачиванием пласта до 135° . Пласт укладывается по углом, близким к 45° , к горизонтальной плоскости (рис. 3б). Это делают с целью ускорения процесса минерализации, так как обеспечивается максимальное воздействие на почву воздуха, тепла и света. Но получаемая наибольшая поверхность способствует испарению почвенной влаги. Пашня получается гребнистой, не полностью заделывается растительный покров.

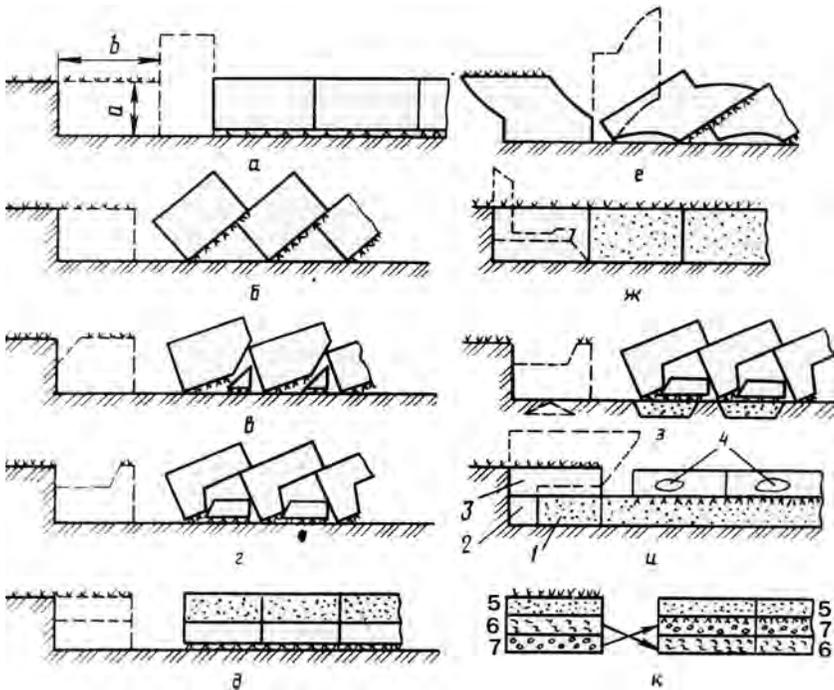


Рисунок 3 – Виды вспашки:

- а* – с полным оборотом пласта; *б* – со взметом пласта;
- в* – с использованием углоснима; *г* – с использованием предплужника;
- д* – двухъярусная; *е* – ромбическая; *ж* – безотвальная;
- з* – культурная с почвоуглубителем; *и* – плугом с вырезными корпусами;
- к* – трехъярусная;
- 1* – часть подзолистого слоя; *2* – то же, смешиваемая с окультуренным;
- 3* – окультуренный слой до вспашки; *4* – включения подзолистого слоя;
- 5* – верхний окультуренный слой; *6* – средний оподзоленный слой;
- 7* – нижний иллювиальный слой

Культурная вспашка. Угловым (рис. 3в) или предплужником (рис. 3з) отрезают угловую часть почвенного пласта и сбрасывают ее на дно борозды. Основной пласт, освобожденный от дернины, интенсивнее крошится, заполняет пустоты, полнее заделывая растительные остатки. Это затрудняет отрастание ее и прорастание сброшенных с поверхности семян сорняков. Поверхность пашни более выровнена.

Ромбическая вспашка. Она получила название благодаря ромбовидному сечению пласта (рис. 3е), который образуется в результате подрезания его двумя лемехами как со стороны дна, так и со стороны стенки борозды. Последний выполнен в виде части сферического диска. Получается широкая открытая борозда, обеспечивающая свободное перекачивание в ней правых колес трактора. Плужные корпуса при этом можно сблизить до 500 мм вместо 800 мм, уменьшив габариты плуга, что весьма важно для навесных плугов.

Если начинают обработку с краев загона, то получается вспашка *вразвал*, а если с середины загона – *всвал*. И в том и в другом случае получаются свальные гребни и развальные борозды. Для уменьшения их числа на поле чередуют вспашку всвал и вразвал и применяют гладкую вспашку.

Гладкая вспашка осуществляется при отвале пласта в одну сторону. Для этого применяют специальные оборотные и поворотные плуги, обеспечивающие движение пахотного агрегата челночным способом. Однако и при этой вспашке гребнистость поверхности сохраняется.

Двухъярусная, трехъярусная вспашки. Это послойная обработка почвы с перемещением слоев в вертикальной плоскости.

Двухъярусная вспашка может выполняться в двух вариантах: обрачивание верхнего слоя с одновременным рыхлением нижнего и взаимное перемещение верхнего и нижнего слоев (рис. 3д). Ее применяют для обработки солонцовых почв и с целью более глубокой обработки под такие культуры, как сахарная свекла, хлопчатник.

В солонцовых и подзолистых почвах нередко выделяются три горизонта, среди которых средний слой солонцовый или оподзоленный. При трехъярусной обработке верхний плодородный слой 5 (рис. 3ж) оборачивается и рыхлится, оставаясь на месте, средний 6 бесплодный перемещается вниз, а его место занимает нижний 7 карбонатный или иллювиальный слой.

Плантажная вспашка ведется на глубину до 500...700 мм специальными плугами. Ее применяют при улучшении солонцовых почв, а также под лесопосадки.

1.2.1. Плуги

Классификация:

1.1. По способу агрегатирования – прицепные, навесные, полунавесные, секционные.

1.2. По типу рабочих органов – с отвальными, безотвальными, вырезными, дисковыми корпусами.

1.3. По принципу работы корпусов – безоборотные, оборотные, поворотные.

1.4. По количеству корпусов – трех-, четырех-, пятикорпусные и более.

Взаимодействие клина с почвой

Действие рабочих органов плуга можно представить как действие клиньев.

Простой клин имеет две рабочие грани, расположенные под углом друг к другу. В зависимости от расположения и направления движения двухгранный клин может поднимать пласт (рис. 4а), сдвигать его в сторону (рис. 4б) и оборачивать (рис. 4в).

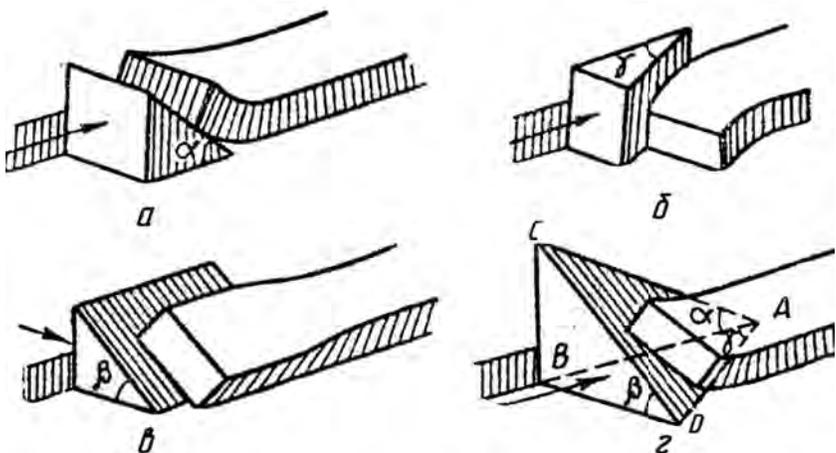


Рисунок 4 – Действие двухгранного и трехгранного клина на почву:

а – с углом крошения α ; б – с углом сдвига γ ; в – с углом оборота β ;
г – трехгранный клин

Чем больше угол α , тем выше крошащая способность клина, поэтому этот угол, расположенный в продольно-вертикальной плоскости, называется **угол крошения**. С уменьшением угла α снижается подбрасывание, фонтанирование почвы. Поэтому если у обычных корпусов угол $\alpha = 30...32^\circ$, то у скоростных он составляет $23...25^\circ$.

Клин с углом γ сдвигает пласт в сторону, поэтому он получил название **угол сдвига**.

Воздействие двух клиньев с углами α и γ обеспечивает рыхление пласта в двух разных плоскостях – вертикальной и горизонтальной.

Чем больше угол β , тем сильнее поворот пласта в поперечно-вертикальной плоскости. Угол β , расположенный в поперечно-вертикальной плоскости, характеризует оборачивающую способность клина, поэтому он получил название **угол оборота пласта**.

Для полного оборота пласта должен быть набор последовательно расположенных клиньев с постепенно возрастающим углом β .

Клин, который одновременно выполняет три технологические функции, называется **трёхгранным клином**.

Устройство и рабочие органы плуга

Корпус

Лемешно-отвальный корпус – основной рабочий орган плуга (рис. 5). Он состоит из рабочих элементов (лемех, отвал); вспомогательных (полевая доска, углосним, перо отвала); несущих (стойка, башмак).

Лемех подрезает пласт и подает его на отвал. Виды лемехов: трапециевидные, долотовидные, зубчатые и с выдвигаемым или сменным долотом.

Отвал – это основной рабочий элемент лемешно-отвального корпуса. Отвал осуществляет крошение и оборот пласта. Его изготавливают из марганцовистой стали толщиной до 8 мм, подвергают термообработке, что повышает его износостойкость. Грудь отвала (рис. 5) изнашивается быстрее, чем крыло, поэтому ее делают сменной. Отвал может быть как в виде сплошной поверхности (рис. 6а), так и пластинчатой (рис. 6б).

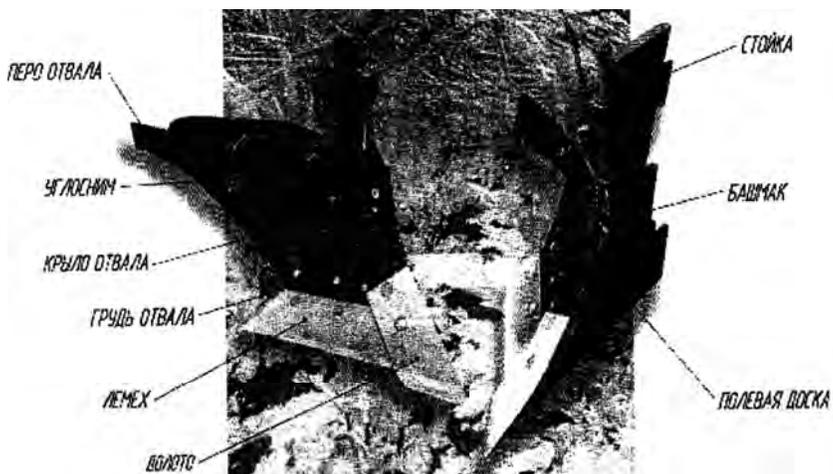


Рисунок 5 – Лемешно-отвальный корпус плуга



а



б

Рисунок 6 – Корпуса с различными рабочими поверхностями:
а – сплошная поверхность; *б* – пластинчатая поверхность

Корпуса плуга по форме рабочей поверхности подразделяют на цилиндрический (рис. 7а), культурный (рис. 7б), полувинтовой (рис. 7в) и винтовой (рис. 7г).

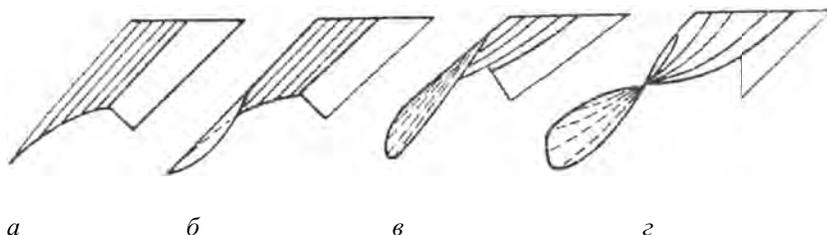


Рисунок 7 – Виды рабочих поверхностей корпусов плуга:

а – цилиндрическая; б – культурная; в – полувинтовая; г – винтовая

Цилиндрический отвал крошит, но не оборачивает пласт; культурный – крошит и оборачивает; полувинтовой – хуже крошит, но лучше оборачивает; винтовой – оборачивает, но не крошит.

Полевая доска препятствует смещению плуга в горизонтальной плоскости. Реакция почвы от стенки борозды уравнивает боковое давление корпуса, вызванное его несимметричностью. Полевую доску крепят под углом $2...3^\circ$ к дну и стенке борозды. При износе ее оборачивают на $180 \pm 3^\circ$.

Перо отвала улучшает оборот пласта, особенно при работе плуга на высоких скоростях, повышает устойчивость плуга.

Предплужник, углосним

Предплужник устанавливают перед корпусом. Он срезает верхнюю часть пласта толщиной 80...120 мм, шириной, равной $2/3$ ширины захвата основного корпуса. Это приводит к полному обороту пласта почвы. Аналогичный результат получают и при использовании углоснима. По качеству оборота пласта полувинтовые корпуса с углоснимами приближаются к культурным с предплужниками.

Углосним – небольшой отвал, прикрепленный к груди отвала в ее верхней части или к стойке. Передняя часть плотно прилегает к груди отвала. Он срезает угол пласта, обеспечивает увеличение угла оборота пласта и улучшение заделки дерни-

ны. Применение углоснимов вместо предплужников позволяет уменьшить расстояние между корпусами, а значит, и металлоемкость плуга.

Размещение рабочих органов

Расстояние между корпусами на раме плуга в продольном направлении l должно обеспечивать установку предплужника, дискового ножа и быть достаточным для прохождения пластов, подрезаемых предплужником и основным корпусом.

Устанавливают $l = (2,0 \dots 2,2)b$. При $b = 350$ мм $l = 800$ мм; при $b = 400$ мм $l = 850$ мм. На зарубежных плугах с предплужниками l достигает 900...1100 мм.

Расстояние от носка предплужника до носка корпуса $l_n = (0,9 \dots 1,0)b$.

Дисковый нож устанавливают перед последним корпусом. Центр диска располагают над носком предплужника так, чтобы нижняя кромка ступицы была выше поверхности поля на 10...20 мм. На такое же расстояние диск смещают в сторону поля от полевого обреза предплужника.

Дисковый нож обеспечивает ровную стенку борозды за последним корпусом, исключает осыпание почвы и засыпание борозды, по которой передвигается бороздное колесо.

На почвах, засоренных камнями, вместо дисковых ножей устанавливают черенковые ножи. Их устанавливают под углом 70...75° к дну борозды, располагают параллельно стенке борозды на расстоянии до 10 мм от полевого обреза корпуса плуга.

Навесные плуги оборудованы одним полевым колесом, полунавесные – одним или двумя, прицепные – тремя: два колеса бороздные и одно полевое.

Бороздные колеса: переднее перемещается в борозде от предыдущего прохода плуга, заднее – в борозде за последним корпусом.

Особенности оборотных плугов

Оборотные плуги бывают навесные, полунавесные и секционные.

Плуг состоит из рамы 1 (рис. 8), на которой размещены правоборачивающие 2 и левооборачивающие 3 корпуса. Перед ними устанавливают предплужники 4.

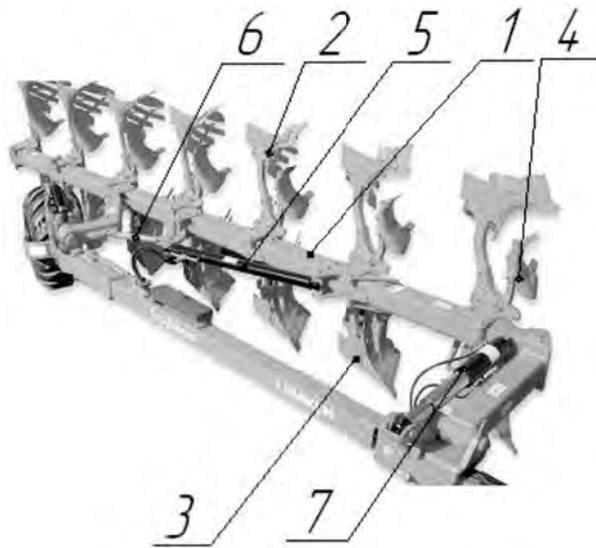


Рисунок 8 – Плуг оборотный:

1 – рама; 2 – корпуса правооборачивающие; 3 – корпуса левооборачивающие;
 4 – предплужники; 5 – гидроцилиндр; 6 – талреп;
 7 – гидроцилиндр оборотный

Технологический процесс

При работе плуга правооборачивающие и левооборачивающие корпуса попеременно вступают в работу на прямом и обратном ходу агрегата, благодаря чему оборот пласта всегда производится в одну сторону и агрегат работает челночным способом. При этом при вспашке как правооборачивающими, так и левооборачивающими корпусами долота и лемеха корпусов подрезают пласты почвы и подают их на отвал. Отвалы поднимают пласты почвы, частично крошат и оборачивают их. Отвал углоснима срезает угол оборачиваемого пласта и бросает его на дно борозды, образованной предыдущим корпусом.

Рама шарнирно соединена с механизмом оборота. Механизм оборота служит для поворота рамы плуга при вспашке правооборачивающими и левооборачивающими корпусами. Под действием гидроцилиндра 7 механизма оборота плуг поворачивается на 180°, обеспечивая установку корпусов и опорного колеса в рабочее положение.

Механизм оборота оснащен гидроцилиндрами двойного действия (рис. 9).



Рисунок 9 – Гидроцилиндры механизма поворота

Взаимодействие оборотного механизма и шарнирной подвески позволяет быстро разворачивать плуг на поворотной полосе (рис. 10).

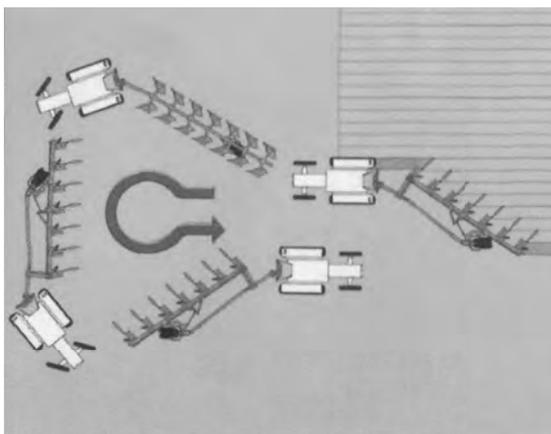


Рисунок 10 – Схема разворота агрегата

Ширина захвата каждого корпуса и плуга в целом могут регулироваться ступенчато от 30 до 50 см талрепом 6 или бесступенчато гидроцилиндром 5 (см. рис. 8).

При изменении ширины захвата линия тяги Z всегда пересекает середину задней оси трактора M (рис. 11) и центр тяжести плуга PZ .

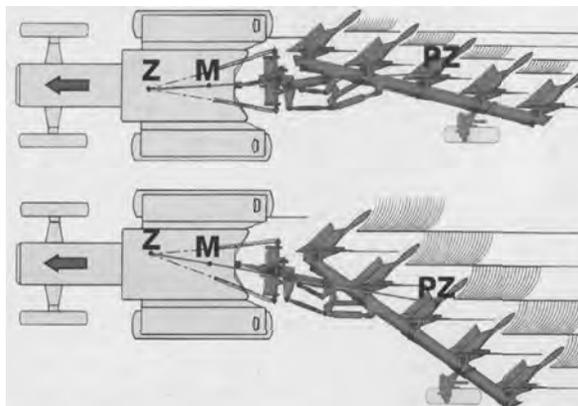


Рисунок 11 – Схема регулировки ширины захвата

Центр тяжести плуга находится посередине линии, соединяющей центры тяжести переднего и заднего корпусов.

Наличие секционных оборотных плугов позволяет использовать в работе сразу обе секции (рис. 12) или корпуса передней секции могут работать, а задней нет – они находятся в поднятом положении. Это зависит от типа почвы, глубины обработки, мощности энергетического средства. Задняя секция индивидуально копирует почву благодаря шарнирному соединению.



Рисунок 12 – Секционный плуг

Определение ширины захвата плуга в зависимости от класса тяги энергетического средства

Для этого используют формулу

$$B_n \leq \frac{\lambda R}{ka_{\max}},$$

- где B_n – ширина захвата плуга, м;
 R – номинальное тяговое усилие трактора, кН;
 λ – коэффициент использования тягового усилия,
 $\lambda = 0,80 \dots 0,85$;
 k – удельное сопротивление почвы, кПа;
 a_{\max} – максимальная глубина вспашки, м.

Например $R = 70$ кН (тяговый класс 7); $k = 60$ кПа; $\lambda = 0,85$;
 $a_{\max} = 0,3$ м.
Следовательно $B_n = \frac{0,85 \cdot 70}{60 \cdot 0,3} = 3,3$ м. Это 8- или 9-корпусный плуг.

Тяговое сопротивление плуга. КПД плуга

В соответствии с рациональной формулой В. П. Горячкина тяговое сопротивление плуга при вспашке можно представить как сумму трех слагаемых:

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3,$$

- где F_1 – сопротивление, связанное с преодолением сил трения почвы по поверхности корпусов, и сопротивление перекатыванию колес. Это вредное сопротивление.

$$F_1 = fG = fmg,$$

- где f – коэффициент пропорциональности (сопротивление протаскиванию плуга в борозде), аналогичен коэффициенту трения;
 G – вес плуга, Н;
 m – масса плуга, кг;
 g – ускорение свободного падения, м/с².
 F_2 – сопротивление, связанное с деформацией и крошением пласта почвы, определяется по формуле

$$F_2 = kavn,$$

где k – удельное сопротивление почвы, кПа;
 a, v – толщина (глубина вспашки) и ширина пласта (ширина захвата корпуса), м;
 n – число корпусов в плуге (число одновременно обрабатываемых пластов).

F_3 – сопротивление связанное с отбрасыванием пласта в соседнюю борозду, сообщением ему кинетической энергии. Поэтому это сопротивление зависит от скорости движения агрегата.

$$F_3 = \xi avnV^2,$$

где ξ – коэффициент скоростного сопротивления, кПа·с²/м²;
 V – рабочая скорость движения плуга, м/с.

Тогда полное тяговое сопротивление:

$$F_T = fmg + kavn + \xi avnV^2$$

По экспериментальным данным, $f = 0,5 \dots 0,9$, данный коэффициент зависит от технологических свойств почвы, состояния рабочих поверхностей плуга; $k = 20 \dots 90$ кПа, оно зависит от типа почвы, для легких почв он меньше, для тяжелых – больше.

$$\xi = 1,5 \dots 9,0 \frac{\text{кПа} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^2},$$

ξ зависит от геометрической формы рабочих поверхностей и состояния почвы.

Коэффициент полезного действия плуга представляет собой отношение сопротивлений, связанных непосредственно с выполнением технологических операций, а именно с деформацией и крошением пласта, к полному тяговому сопротивлению

$$\eta = \frac{F_2}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{kabn}{fmg + kabn + \xi avnV^2}.$$

Как видно из этой формулы, коэффициент полезного действия снижается при увеличении массы плуга m , рабочей скорости пахотного агрегата V , сил трения, состояния рабочих поверхностей (острота лезвий лемеха и т. д.).

Для навесных плугов $\eta = 0,6 \dots 0,8$, прицепных, из-за большей их массы $\eta = 0,55 \dots 0,75$. Для расчетов принимают $\eta = 0,7$.

Для уменьшения сил трения:

- рабочие поверхности покрывают антифрикционными (антиадгезионными) материалами: фторопластом, капроном, полиэтиленом;
- применяют гидросмазку, подавая на рабочую поверхность воду;
- создают воздушную подушку или газовую смазку;
- используют вибрацию рабочих органов;
- заменяют трение скольжения трением качения, вместо плоского отвала ставят роликовый.

1.2.2. Качественные показатели работы плуга

На четвертом-пятом проходах агрегата и после окончания работы проводят определение качественных показателей: глубина обработки, выравненность поверхности, глыбистость, слитность пашни, отклонение фактической ширины захвата плуга от конструктивной, степень заделки растительных остатков.

Глубина обработки

В процессе работы ее определяют по высоте стенки борозды, оставленной задним корпусом плуга. Это делают с помощью специального бороздомера или линейками (рис. 13а), предварительно очистив дно борозды от осыпавшейся почвы и разравняв верхний край стенки борозды. Проводят до 20 замеров: 10 в прямом и 10 в обратном направлениях движения пахотного агрегата.

На вспаханном поле измерение глубины осуществляют по диагонали участка. Линейку (стержень) опускают до уплотненного дна, разровняв предварительно поверхность пашни.



Рисунок 13 – Схемы определения глубины вспашки:

а – при вспашке; б – после вспашки

Глубину обработки a определяют с учетом вспушенности почвы после пахоты $a = h - \kappa_{\text{в}} a$, то есть уменьшают полученное значение h на величину вспушенности. Коэффициент вспушенности $\kappa_{\text{в}}$ вычисляют по формуле

$$\kappa_{\text{в}} = \frac{h}{a} - 1,$$

где a – глубина пахоты замеряется по открытой стенке борозды, м;
 h – высота вспаханного слоя почвы, м.

Например, после замеров получили средние значения: $a = 0,25$ м; $h = 0,30$ м.

$$\text{Тогда } \kappa_{\text{в}} = \frac{h}{a} - 1 = \frac{0,30}{0,25} - 1 = 0,2.$$

Следовательно, при определении глубины пахоты по вспаханному полю, зная коэффициент вспушенности, получим

$$a = h - \kappa_{\text{в}} a; \quad a + \kappa_{\text{в}} a = h;$$

$$a = \frac{h}{1 + \kappa_{\text{в}}}; \quad a = \frac{0,30}{1 + 0,2} = \frac{0,30}{1,2} = 0,25 \text{ м.}$$

Допускается отклонение фактической глубины вспашки от заданной $\pm 0,02$ м, или ± 8 %.

Важным является также **показатель стабильности** глубины вспашки, который определяется по формуле

$$\Pi_{\Gamma} = 100 - \frac{S}{a_{\text{ср}}} \cdot 100, \%,$$

где S – среднеквадратическое отклонение, м;
 $a_{\text{ср}}$ – среднее значение глубины вспашки, м.

Например, после десяти замеров получили следующие значения глубины вспашки, м: 0,25; 0,20; 0,23; 0,21; 0,24; 0,26; 0,28; 0,19; 0,21; 0,23.

$$a_{\text{ср}} = \frac{\sum a_i}{n} = \frac{2,3}{10} = 0,23 \text{ м.}$$

Фактическая глубина вспашки 0,23 м отличается от заданной 0,25 м на $0,25 - 0,23 = 0,02$ м, что удовлетворяет агротехническим требованиям.

Среднеквадратическое отклонение находим по упрощенной формуле

$$S = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{k},$$

где a_{\max} , a_{\min} – максимальное и минимальное значения глубины вспашки, м;

k – коэффициент, изменяющийся в зависимости от количества проведенных замеров n .

При $n = 5; k = 2; n = 6 \dots 10; k = 3; n = 11 \dots 25; k = 4; n = 26 \dots 50; k = 5; n > 50; k = 6$.

Тогда
$$S = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{k} = \frac{0,28 - 0,19}{3} = 0,03.$$

$$P_r = 100 - \frac{0,03}{0,23} \cdot 100 = 87,0\%, \text{ что в пределах допустимого.}$$

Показатель стабильности глубины должен быть более 80 %.

Выровненность поверхности поля, гребнистость

Выровненность определяют с помощью простого приспособления, состоящего из двух колышков, соединенных между собой гибким шнуром длиной 10 м. К концу шнура крепят мерную ленту длиной 3 м. На пашне устанавливают один колышек и поперек направления вспашки натягивают шнур и устанавливают на расстоянии 10 м второй колышек (рис. 14). Затем от него отсоединяют шнур и укладывают его на поверхность поля так, чтобы он копировал все неровности его. Определяют с помощью закрепленной к шнуру мерной ленты, также уложенной на поверхность, расстояние от конца шнура до второго колышка $AO = l_r$.

По полученным усредненным данным пяти замеров определяют степень выровненности поверхности поля $C_r = 100 - 10 \cdot l_r$ %.

Например, при замерах получили среднее значение $l_r = 1,62$ м. Тогда $C_r = 100 - 10 \cdot 1,62 = 83,8$ %.

Степень выровненности поверхности вспаханного поля должна быть более 80 %.

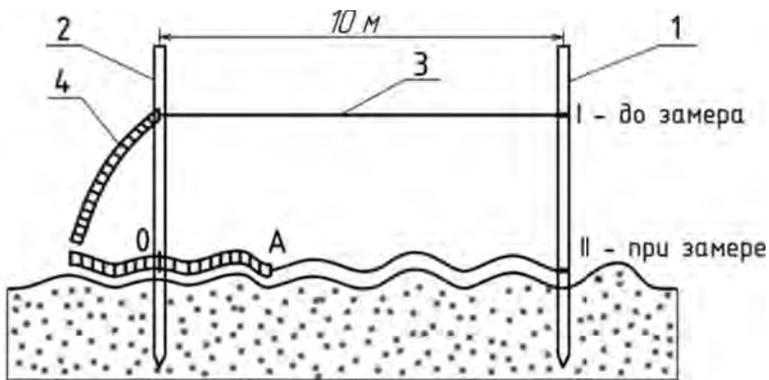


Рисунок 14 – Схема определения гребнистости почвы:
1, 2 – колышки; 3 – шнур; 4 – мерная лента

Глыбистость

Определяют путем выделения площадок в 1 м^2 или с помощью рамки размером в 1 м^2 и линейки. На этих площадках в пяти местах вспаханного поля подсчитывают площадь глыб крупнее $0,1 \text{ м}$. Показатель глыбистости определяют по формуле

$$\Gamma = 100 \cdot P_{\Gamma}, \%$$

где P_{Γ} – среднее значение площади глыб более $0,1 \text{ м}$ по пяти площадкам, м^2 .

Например, на площадке 1 м^2 находится 12 глыб с размерами в среднем $0,12 \cdot 0,12 \text{ м}$. Площадь одной глыбы $0,12 \cdot 0,12 = 0,0144 \text{ м}^2$, а 12 глыб: $12 \cdot 0,0144 = 0,17 \text{ м}^2$. Тогда $\Gamma = 100 \cdot 0,17 = 17 \%$.

Показатель глыбистости не должен превышать 20% .

Отклонение фактической ширины захвата плуга от конструктивной

На невспаханной части поля устанавливают до 10 колышков через 2 м на расстоянии от края борозды предыдущего прохода, несколько больше ширины захвата плуга. Замеряют расстояние от колышков до стенки борозды предыдущего прохода A (рис.15).

После очередного рабочего прохода агрегата замеряют расстояние от этих же колышков до вновь образованной стенки борозды D . Разность $(A - D)$ и есть фактическая ширина захвата плуга B . По полученным данным находят среднее значение $B_{\text{ср}}$.

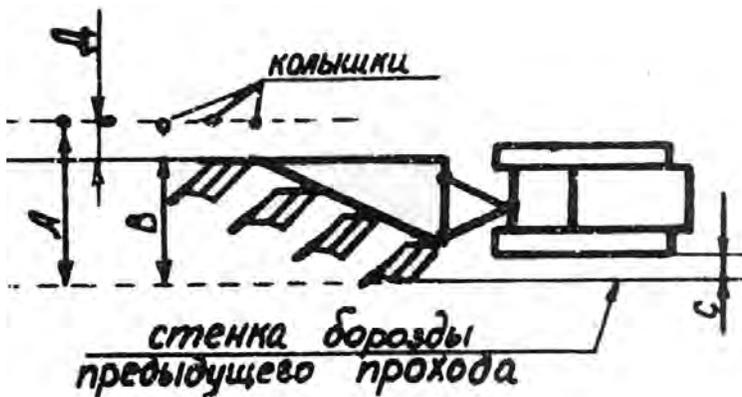


Рисунок 15 – Схема определения фактической ширины захвата плуга

Величину отклонения определяют по формуле

$$O_{\text{п}} = \frac{B_{\text{ср}} - B_{\text{к}}}{B_{\text{к}}} \cdot 100, \%$$

где $B_{\text{к}}$ – конструктивная ширина захвата плуга, м.

Например, замеры, проведенные после работы плуга ПЛН-4-35, имеющего $B_{\text{к}} = 1,4$ м, показали $B_{\text{ср}} = 1,54$ м.

$$\text{Тогда } O_{\text{п}} = \frac{B_{\text{ср}} - B_{\text{к}}}{B_{\text{к}}} \cdot 100 = \frac{1,54 - 1,4}{1,4} \cdot 100 = 10 \%$$

Отклонение $O_{\text{п}}$ не должно превышать 10 %.

Слитность пашни

Пашня считается слитной, если расстояние между гребнями и их высота одинаковы, причем как внутри каждого прохода, так и между смежными проходами. Определяют ее как измерением расстояния между гребнями, так и путем замера ширины захвата переднего корпуса плуга.

Ширину захвата определяют при остановленном на поле агрегате. Измеряют расстояние от стенки борозды предыдущего прохода до полевого обреза переднего корпуса плуга B_1 . Эта величина должна равняться конструктивной ширине захвата корпуса плуга: $B_1 = B_{\text{к}}$.

Например, для плуга ПЛН-4-35 ширина захвата корпуса $B_{\text{к}} = 0,35$ м.

В случае несоответствия фактического захвата конструктивному изменяют положение трактора в процессе работы относительно стенки борозды.

Степень заделки растительных остатков

В процессе пахоты основная масса растительных остатков, стерни, органических удобрений должна быть заделана полностью на глубину 120...150 мм. Степень заделки должна быть не менее 97 %. Допускаются единичные случаи неполной заделки. В противном случае проверяют установку предплужников и корректируют рабочую скорость движения пахотного агрегата.

1.3. Безотвальная обработка

1.3.1. Чизельные орудия

Чизельные орудия предназначены для безотвальной обработки почвы, рыхления плужной подошвы и уплотненных подпахотных слоев.

Они обеспечивают защиту почвы от дефляции, применяются на почвах всех типов, эффективны при обработке чистых паров.

Чизельные орудия подразделяют на три типа:

- чизельные культиваторы;
- чизельные плуги;
- щелеватели.

Чизельные культиваторы обрабатывают почву на глубину до 250 мм, плуги – до 450 мм, щелеватели – до 600 мм.

Рабочим органом чизельного орудия является стойка с наральником, долотом или стрелчатой лапой, лемехом (рис. 16). Стойка бывает как прямой, так и криволинейной, что облегчает заглубление ее в почву и очистку от растительности.

Для защиты стойки от изнашивания и снижения сопротивления в ее передней части устанавливают накладку-обтекатель или нож. Стойки чизельных культиваторов часто выполняют пружинными, упругими.

Благодаря их колебаниям в процессе работы повышается качество крошения, уменьшается тяговое сопротивление, снижается вероятность забивания растительными остатками.

При глубине обработки до 300 мм используют стрельчатые лапы с шириной захвата 270 мм; до 450 мм – долота шириной захвата 70 мм; до 600 мм – щелеватели.

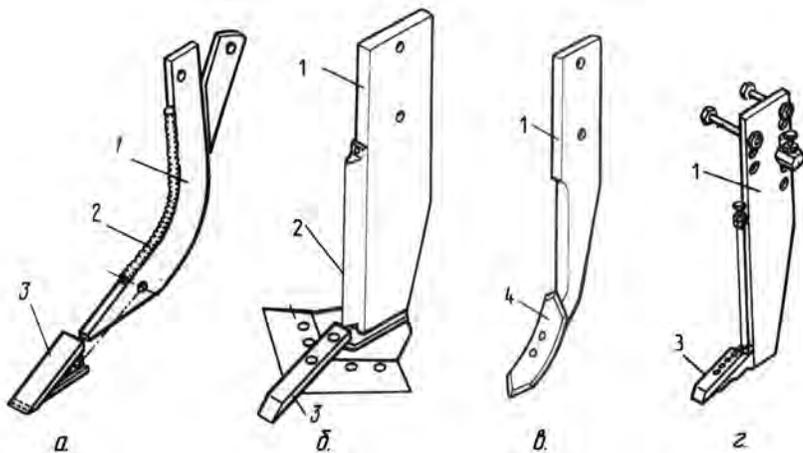


Рисунок 16 – Рабочие органы чизельных орудий:

- а* – криволинейный с долотом;
б, в – прямолинейные с лемехом и наральником;
г – щелеватель: 1 – стойка; 2 – накладка; 3 – долото; 4 – наральник

На склоновых землях с тяжелосуглинистыми черноземами Северного Кавказа чизельная обработка почвы существенно увеличивает накопление влаги, улучшает водно-воздушный режим, повышая микробиологическую деятельность, что способствует увеличению нитратного азота в подпахотном горизонте в 2...3 раза.

Обработка почвы чизельными рабочими органами является эффективным приемом для разрушения плужной подошвы и улучшения водопоглощающих свойств почвы (рис.17).

Для обработки с сохранением стерни служит щелевание. На стойках щелевателя имеются отверстия, позволяющие изменять глубину нарезания щелей до 600 мм. Одновременно с щелеванием при необходимости проводят и кротование, для чего в нижней части за долотом на гибкой подвеске крепят кротователь. Щелевание защищает почву от водной эрозии (дефляции).

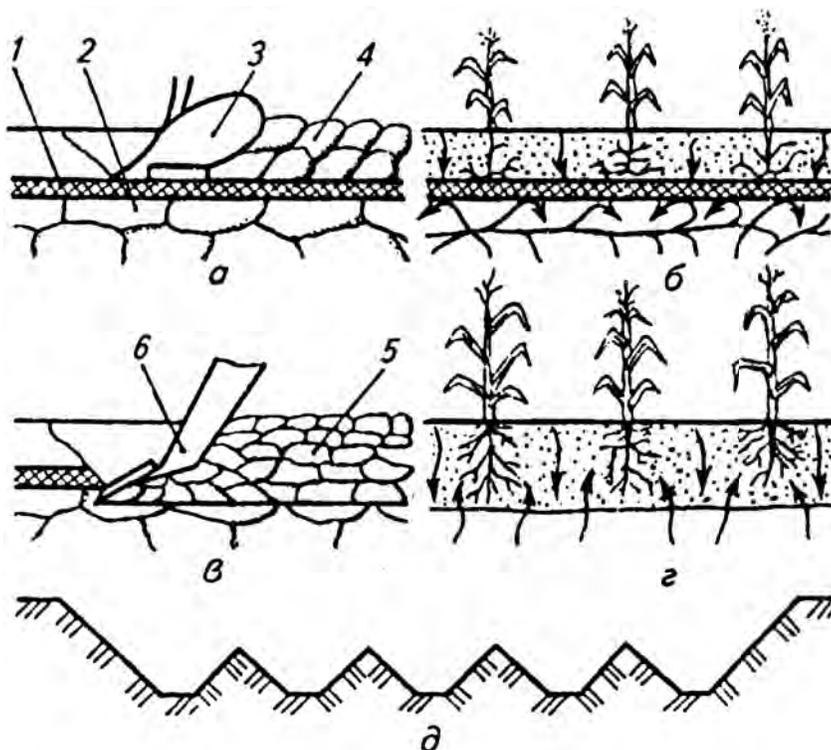


Рисунок 17 – Схема образования и разрушения плужной подошвы:
а – образование плужной подошвы при работе лемешного плуга; *б* – передвижение воды и поведение корней растений до разрушения плужной подошвы;
в – разрушение плужной подошвы при глубокой обработке почвы чизельным орудием; *г* – передвижение воды и поведение корней растений после разрушения плужной подошвы; *д* – профиль дна борозды после рыхления почвы чизельным орудием; 1 – плужная подошва; 2 – нижний слой; 3 – корпус плуга; 4 – пахотный слой; 5 – рыхленный слой; 6 – рыхлитель, рабочий орган

1.3.2. Чизельные плуги

У чизельного плуга ПРПВ-5-50 стойки наклонены в поперечно-вертикальной плоскости под углом 45° (рис.18).

Перед каждой стойкой установлен дисковый нож с рифленой режущей кромкой. Ширина захвата плуга 2,5 м; глубина рыхления – 250...400 мм; рабочая скорость – 2,0...2,5 м/с.

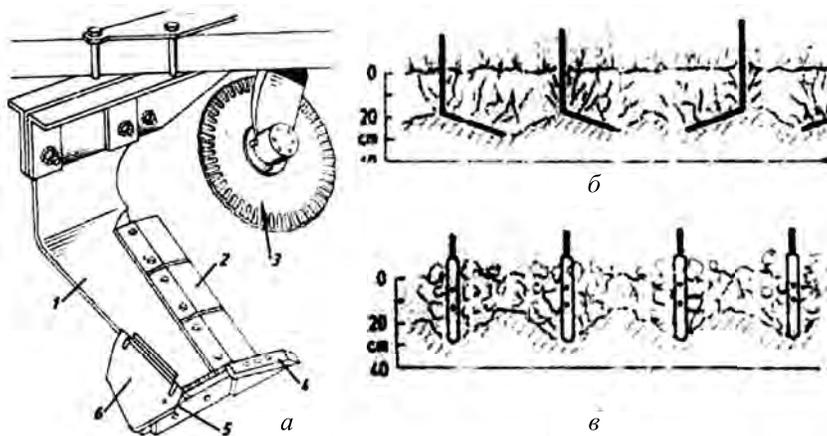


Рисунок 18 – Рабочий орган чизельного плуга ПРПВ-5-50:

а – общий вид; *б* – чизельная стойка «Paraplow»; *в* – прямая чизельная стойка;
 1 – стойка; 2 – нож-лемех; 3 – дисковый нож; 4 – долото;
 5 – полевая доска; 6 – рыхлительная пластина

В процессе работы дисковые ножи 3 перерезают пожнивные и растительные остатки, образуя наклонные щели. По ним передвигаются стойки 1, тем самым исключается их забивание, уменьшается вынос влажной почвы на поверхность. Почвенный пласт, подрезаемый долотом 4 и ножами-лемехами 2, приподнимается и изгибается как в продольном, так и в поперечном направлении.

В результате изгиба в двух плоскостях возникают напряжения растяжения и сжатия, обеспечивающие разрушение пласта и существенно снижающие энергозатраты. Степень рыхления почвы регулируется изменением положения рыхлительной пластины 6, которая устанавливается под углом от 5 до 15° относительно плоскости стойки с помощью специального эксцентрикового устройства. На поверхности почвы сохраняется до 90 % стерни, разрушается плужная подошва, что создает условия для предотвращения ветровой и водной эрозии почвы.

1.3.3. Культиваторы-плоскорезы

Культиваторы-плоскорезы применяют для основной безотвальной обработки почвы и рыхления паров. Наибольшее распространение они получили для обработки почв, подверженных ветро-

вой эрозии. Подрезанный плоскорежущим лемехом пласт почвы скользит по нему, разрыхляется и падает без оборота, сохраняя на поверхности стерню. Каждая лапа состоит из стрельчатого лемеха и стойки.

Эрозия почвы (*ersio* – разьедасть, выгрызать) – разрушение и снос ее под действием потока воздуха или воды.

Безотвальная обработка почвы культиваторами-плоскорежами уменьшает эрозионные процессы. Это объясняется сохранением на поверхности почвы стерни и пожнивных остатков.

Лемех культиватора-плоскорежа имеет стрельчатую форму (рис. 19) с углом крошения $\alpha = 24^\circ \dots 28^\circ$, ширина лемеха $l = 90 \dots 125$ мм. От этого угла и ширины лемеха зависит высота подъема пласта и степень его крошения.

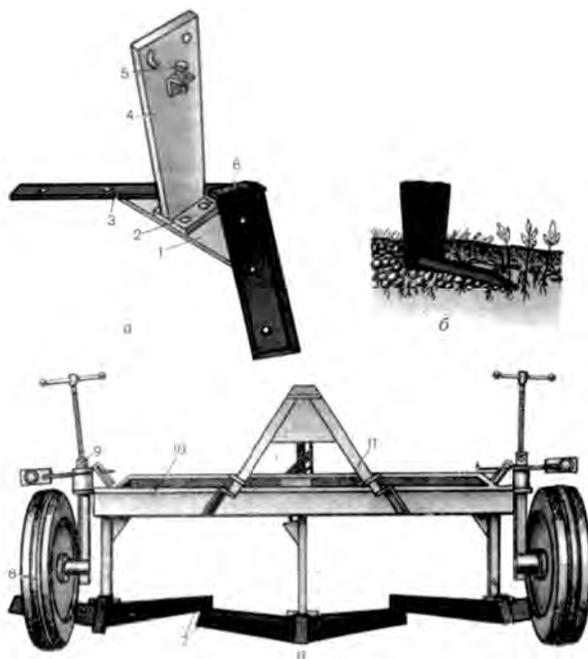


Рисунок 19 – Культиватор-плоскореж:

- а* – плоскорежущая лапа; *б* – схема рабочего процесса; *в* – общий вид;
1 – башмак; *2* – пятка; *3* – лемех; *4* – стойка; *5* – регулировочный винт;
б – долото; *7* – лапы; *8* – опорные колеса; *9* – механизм регулирования глубины обработки; *10* – рама; *11* – замок автосцепки

Разрушение стерни происходит в основном стойками. Поэтому, чем больше ширина захвата лемеха, тем меньшая степень повреждения стерни.

Для сравнительного анализа можно использовать следующую формулу:

$$C_{\text{п}} = \frac{n \cdot \text{ш}_6 \cdot \kappa_{\text{м}}}{\text{ш}_3} \cdot 100 \%,$$

где $C_{\text{п}}$ – степень повреждения стерни, %;
 n – число ла на культиваторе, шт;
 ш_6 – ширина борозды, образуемая стойкой лапы, м;
 ш_3 – ширина захвата культиватора-плоскореза, м;
 $\kappa_{\text{м}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий воздействие на стерню других элементов культиватора, тип и влажность почвы, скорость движения агрегата $\kappa_{\text{м}} = 1,3 \dots 1,5$.

При рабочей скорости движения культиватора свыше 2 м/с возрастает разбрасывание почвы, засыпание стерни в зоне прохода стоек, образуются борозды шириной свыше 0,2 м.

На уплотненной стерне для обеспечения заглубления плоскорежущие лапы устанавливаются с помощью регулировочного винта 5 (рис. 19а) под углом в продольно-вертикальной плоскости так, чтобы передняя часть лемехов лап была ниже задних концов на 15...20 мм. Этому же способствует долото, лезвие которого должно располагаться на 10...15 мм ниже опорной плоскости лемехов.

Культиваторы-плоскорезы выпускают с лапами шириной захвата 1,0; 1,1; 1,5; 2,2 и 2,5 м. Культиваторы с большей шириной захвата (1,5...2,5 м) используют для обработки почвы на глубину до 180 мм, с меньшей шириной захвата (1,0...1,5 м) – до 300 мм. Эти культиваторы называют культиваторы-глубокорыхлители.

Культиваторы-глубокорыхлители

Культиватор КПГ-250А комплектуют одной плоскорежущей лапой шириной захвата 2,5 м или двумя шириной захвата по 1,1 м. В первом варианте ведется обработка почвы на глубину до 160 мм, во втором – до 300 мм. Определим степень повреждения стерни:

Первый вариант: $n = 1$; $\text{ш}_6 = 0,2$ м; $\text{ш}_3 = 2,5$ м; $\kappa_{\text{м}} = 1,4$.

$$C_{\text{п}} = \frac{1 \cdot 0,2 \cdot 1,4}{2,5} \cdot 100 = 11,2 \, \%$$

Второй вариант: $n = 2$; $\text{ш}_6 = 0,2 \text{ м}$; $\text{ш}_3 = 2,0 \text{ м}$ (перекрытие $0,1 \text{ м}$); $\kappa_m = 1,4$

$$C_{\text{п}} = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 1,4}{2,0} \cdot 100 = 28,0 \text{ \%}.$$

Если в первом варианте степень сохранения стерни: $C_c = 100 - C_{\text{п}} = 100 - 11,2 = 88,8 \text{ \%}$, то во втором только $72,0 \text{ \%}$. C шириной захвата увязан угол раствора лезвий лемеха 2γ . С учетом необходимости скольжения корней растений вдоль лезвий должно соблюдаться следующее условие $\gamma < 90^\circ - \varphi$, где φ – угол трения корней о стальную поверхность.

Если принять $\varphi = 28^\circ$, то $\gamma < 90^\circ - 28^\circ < 62^\circ$; поэтому угол раствора должен быть $2\gamma < 124^\circ$.

Культиваторы плоскорезы-глубококорыхлители состоят из цельной рамы *1*, закрепленных на ней плоскорезующих лап *2*, опорных колес *3* (рис. 20).

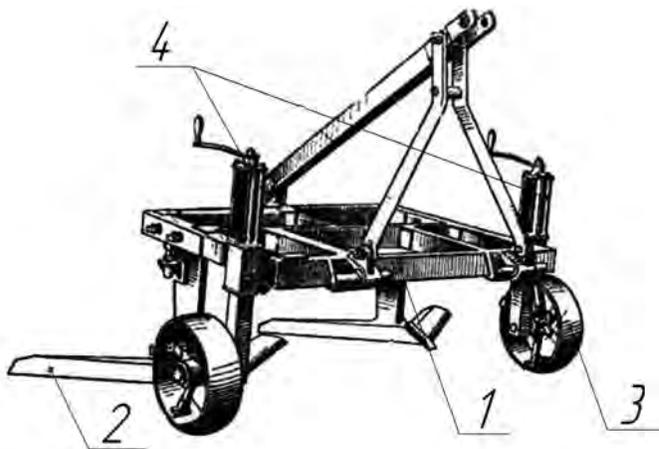


Рисунок 20 – Общий вид культиватора-глубококорыхлителя:

1 – рама культиватора; *2* – плоскорезующая лапа; *3* – опорные колеса;
4 – механизм регулировки глубины обработки

При взаимодействии плоскорезующей лапы с почвой на нее действуют горизонтальная реакция почвы R :

$$R = kav,$$

где k – удельное сопротивление почвы, Н/м²;
 a – глубина обработки почвы, м;
 v – ширина захвата лапы, м.

Определим тяговое сопротивление для культиватора КПП-250А при $v = 2,5$ м; $a = 0,18$ м; $k = 55000$ Н/м².

$$R = kav = 55000 \cdot 0,18 \cdot 2,5 = 22500 \text{ Н} = 22,5 \text{ кН};$$

Следовательно, агрегатировать этот культиватор должен трактор тягового класса 3.

Так как плоскорежущие лапы работают на большой глубине от 160 до 300 мм, в плотной почве создается дополнительный подпор, исключаяющий сгруживание и обволакивание лапы срезанными корнями. На применяемых культиваторах-глубокорыхлителях устанавливаются лапы с $2\gamma = 75^\circ, 100^\circ$ и 120° . Чем больше влажность почвы и меньше глубина обработки, тем меньше должен быть угол раствора лезвий лап 2γ . В противном случае при работе на глубине менее 100 мм наблюдается сгруживание почвы и не обеспечивается одинаковая глубина обработки по всей ширине захвата лапы.

Лапы расположены с перекрытием $\Delta v = 70 \dots 100$ мм.

Глубина обработки регулируется относительно опорных колес при помощи регулировочного механизма.

1.4. Поверхностная обработка

1.4.1. Зубовые бороны

Бороны применяют для рыхления верхнего слоя почвы, его перемешивания, разрушения почвенной корки и комков, вычесывания сорняков, частичного выравнивания поверхности поля.

Разновидности борон

По типу рабочих органов: зубовые и дисковые.

По типу размещения зубьев: плоские и ротационные.

1.4.1.1. Плоские зубовые бороны

Плоские зубовые бороны представляют собой раму с размещенными на ней зубьями (рис. 21).

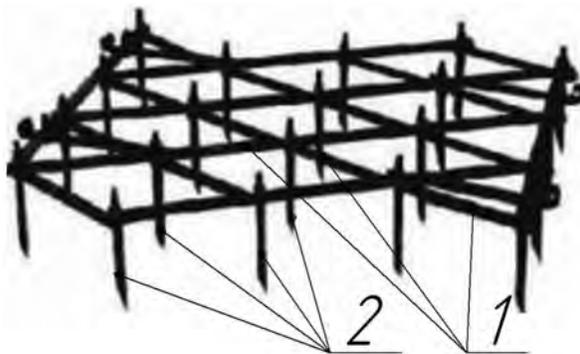


Рисунок 21 – Плоская зубовая борона:
1 – рама; 2 – зубья

Плоские бороны разделяют на легкие, средние и тяжелые. Это деление определяется силой давления P_3 зуба бороны на почву:

$$P_3 = \frac{mg}{k_3}, \text{ Н,}$$

где m – масса бороны (звена), кг;
 k_3 – количество зубьев в звене.

При $P_3 < 10$ Н – борона легкая; $P_3 = 10 \dots 20$ Н – средняя и $P_3 > 20$ Н – тяжелая.

Например, для бороны зубовой средней скоростной БЗСС-1,0: $m = 35$ кг; $k_3 = 20$.

$$P_3 = \frac{mg}{k_3} = \frac{35 \cdot 9,8}{20} = 17,15 \text{ Н.}$$

Устройство

Зубовая борона составлена из рамы 1 (рис. 21), на которой закреплены зубья 2.

Для равномерной обработки почвы и уменьшения вероятности забивания зубья размещают на звене (секции) по разверткам многоходового винта. Как правило, число ходов – три, количество поперечных планок в звене – пять. Это обеспечивает довольно большое удаление зубьев один от другого и в то же время выдерживается требуемое расстояние между соседними бороздками (междусле-

дие). Для плоских зубовых борон БЗСС-1,0 и БЗТС-1,0 величина междуследия равняется 40 мм. На этих боронах устанавливают зубья квадратного сечения 16×16 (рис. 22а).

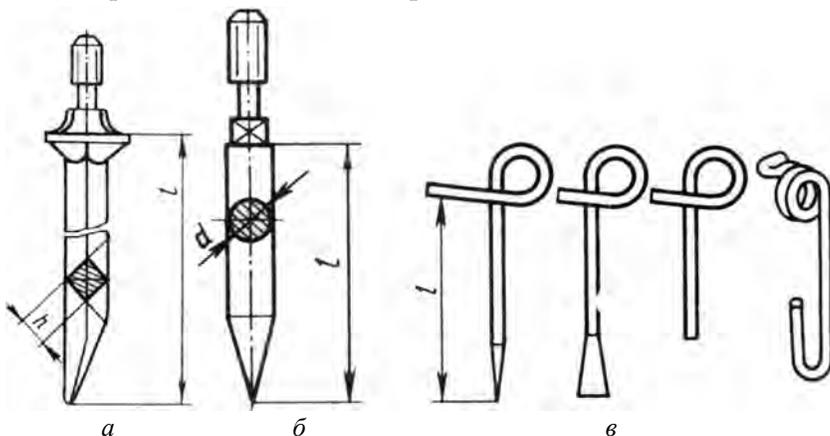


Рисунок 22 – Зубья плоской бороны:

а – квадратного сечения; б – круглого сечения; в – пружинные

Зубовые бороны БЗСС-1,0 и БЗТС-1,0 предназначены для рыхления почвы и выравнивания поверхности поля, уничтожения всходов сорняков, разбивания комков, а также для боронования всходов зерновых и технических культур.

Краткая техническая характеристика борон БЗСС-1,0 и БЗТС-1,0 приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика борон

Показатель	БЗСС-1,0Г	БЗТС-1,0Г
Производительность, га/ч	1,2	1,2
Рабочая скорость, км/ч	Не более 12	Не более 12
Ширина захвата, мм	950	950
Длина бороны (расстояние между крайними рядами зубьев), мм	1200	1200
Глубина обработки, см	5...6	6...8
Габаритные размеры, мм	1340 × 1115 × × 220	1340 × 1115 × × 220
Масса, кг	35,7	44,7

В нижней части зуб имеет скос.

Установлено, чтобы растительные остатки и сорняки не забивали борону, длина зубьев l должна более чем в два раза превышать глубину обработки почвы.

Тяжелые бороны служат для дробления глыб при вспашке; средние – для уничтожения всходов сорняков, разрушения комков почвы при бороновании перед посевом и по всходам зерновых и пропашных культур.

Помимо средних и тяжелых зубовых борон используют легкие посевные бороны ЗБП-0,6, сетчатые боронки БСО-4, шлейф – бороны ШБ-2,5 (рис. 23).

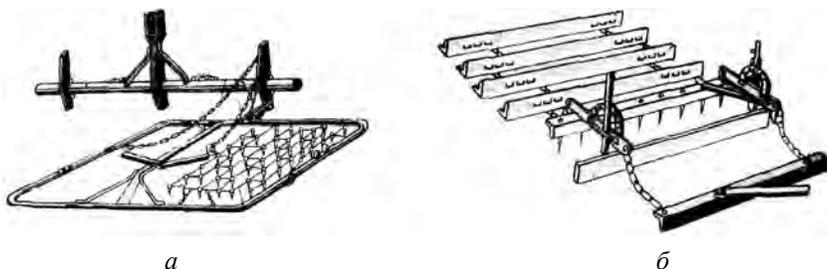


Рисунок 23 – Используемые бороны:

а – сетчатая борона БСО-4; б – шлейф-борона ШБ-2,5

Они применяются для:

- весеннего рыхления почвы с целью закрытия влаги;
- боронования посевов при образовании почвенной корки;
- уничтожения сорняков в период появления всходов.

На легких боронах устанавливают зубья круглого сечения диаметром 14 мм (см. рис. 22б), а на сетчатых – пружинные зубья диаметром 8...10 мм (см. рис. 22в). Благодаря шарнирному соединению этих зубьев они хорошо копируют поверхность поля.

Взаимодействие зуба с почвой

Зуб работает как двугранный клин. Переднее ребро зуба воздействует на почву. В зависимости от того, под каким углом расположен зуб к поверхности почвы, определяется и характер воздействия. Если зуб расположен вертикально $\alpha = \pi/2$ (рис. 24а), то ребро действует на почву по нормали к зубу силой $R = N$, совпадающей с направлением движения. Заглубление зуба происходит под действием

силы тяжести G_3 , приходящейся на него от бороны. Реакция почвы равна и направлена в противоположную сторону $R' = R$.

Зуб взрыхляет почву неравномерно по глубине: сверху наблюдается перекрытие (рис. 24б), и оно тем больше, чем меньше расстояние между следами зубьев. Деформация почвы происходит под углом α , который равен углу внутреннего трения почвы.

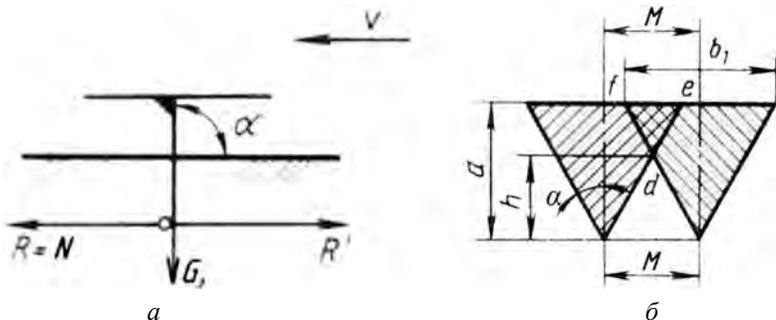


Рисунок 24 – Взаимодействие зуба с почвой:

а – схема воздействия ребра зуба бороны с почвой при $\alpha = \pi/2$;

б – зона деформации почвы зубьями борон

Настройка бороны

Качественная работа зубовой бороны во многом зависит от правильности ее присоединения.

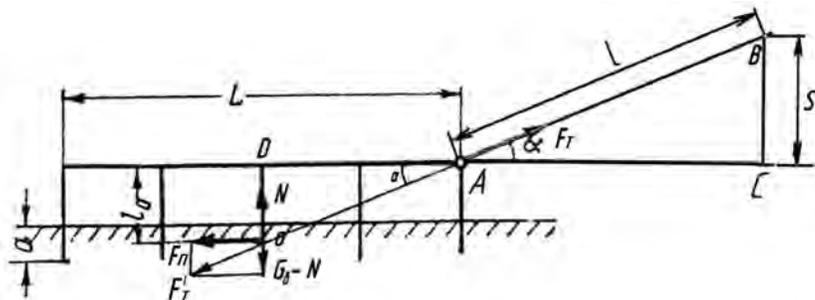


Рисунок 25 – Схема соединения звена бороны с орудием

Сила тяги F_T (рис. 25) должна быть равна равнодействующей F'_T силы тяжести бороны $G_6 - N$ и реакции F_{II} и противо-

положно ей направлена. Это основное условие равновесия бороны. Сила тяги F_T должна проходить через центр тяжести O бороны.

Тогда из $\triangle AOD$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2l_3}{L},$$

где L – длина секции бороны, мм;

l_3 – длина зуба, мм.

Например, для бороны БЗТС-1,0: $L = 1000$ мм; $l_3 = 160$ мм.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2 \cdot 160}{1000} = 17^\circ.$$

Для большинства существующих конструкций плоских борон: $\alpha = 15 \dots 17^\circ$.

Этот угол определяет длину сцепки l и высоту ее соединения с рамой орудия S .

Как видно из $\triangle ABC$: $\sin \alpha = S/l$

При $\alpha = 17^\circ$; $\sin \alpha = 0,3$; $0,3 = S/l$.

Следовательно, для того, чтобы выдерживать угол α в пределах $15 \dots 17^\circ$, отношение S/l должно равняться 0,3. При изменении S надо изменять l , и наоборот. В противном случае борона будет работать неустойчиво.

Тяговое сопротивление бороны определяют по формуле

$$F_6 = k_6 \cdot \epsilon_6,$$

где ϵ_6 – ширина захвата, м;

k_6 – удельное сопротивление бороны, кН/м.

Для расчетов k_6 можно принять: легкая борона – 0,4...0,6 кН/м, средняя – 0,5...0,7 кН/м, тяжелая – 0,7...0,9 кН/м.

Величина k_6 зависит от состояния почвы и рабочей скорости движения агрегата.

Бороны с изменяющимся углом наклона

Бороны типа СБП-21 (рис. 26) имеют длинные круглые зубья, изготовленные из пружинной стали. Угол установки можно изменять в зависимости от требуемого режима обработки почвы: щадящего или усиленного.

Борона пружинная СБП-21 предназначена для:

- весеннего боронования зяби;
- весеннего боронования пара.

Ее можно использовать для лучшей заделки семян, эффективного вычесывания сорняков, исключая применение гербицидов на посевах зерновых колосовых культур, кукурузы, сахарной свеклы, гороха, рапса, овощных культур.

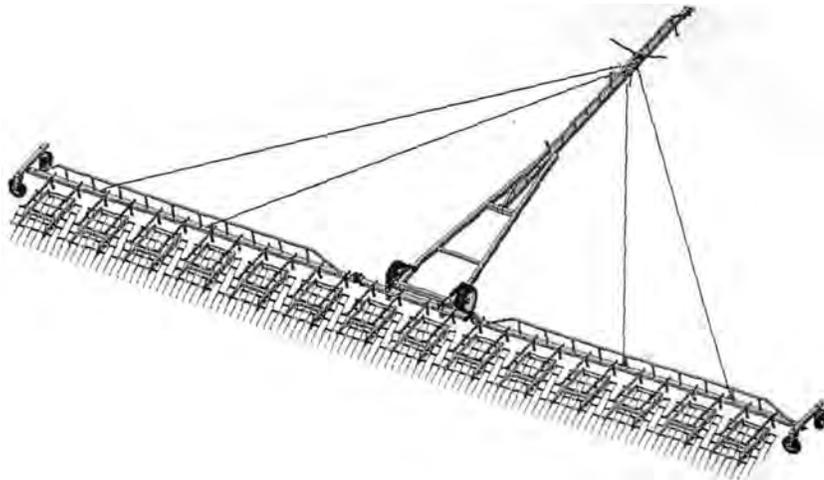


Рисунок 26 – Общий вид бороны пружинной СБП-21

Основные технические данные сцепы пружинных борон СБП-21 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические данные СБП-21

Ширина захвата, м	21
Количество секций, шт.	14
Количество пружинных зубьев, шт.	280
Производительность (при $V = 15$ км/ч), га/ч	40
Рабочая скорость, км/ч	12...18
Требуемая мощность трактора, л. с.	120
Масса, кг	4200
Обслуживающий персонал	1

Габаритные размеры, мм	
Транспортное положение	
Длина	12300
Ширина	4350
Высота	2400
Рабочее положение	
Длина	14000
Ширина	22300
Высота	1100

Орудие позволяет равномерно распределить пожнивные остатки по поверхности поля.

Стерня является важнейшим фактором для удержания снега – одного из источников влаги. Стерня также предотвращает ветровую и водную эрозию почвы.

Бороны с волочащимися зубьями

Имеются бороны с пластинчатыми так называемыми волочащимися зубьями (рис. 27).

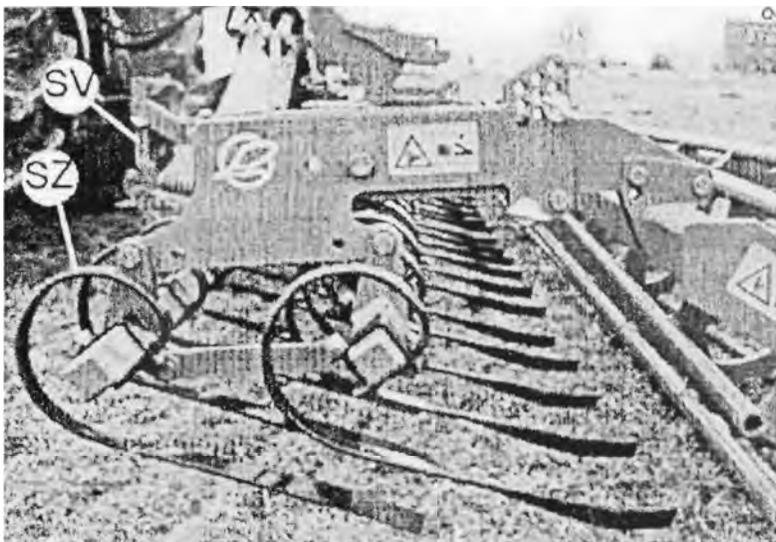


Рисунок 27 – Бороны с волочащимися зубьями

Это пружинные зубья, концевая часть которых расположена вертикально и установлена под углом к направлению движения. Это позволяет увеличивать зону обработки почвы и обеспечивать поперечное колебание зубьев, способствующее исключению их забивания почвой и растительными остатками. Величину давления зубьев на почву регулируют путем установки их под разными углами к горизонтальной плоскости. Этим самым изменяется и глубина обработки. Угол можно изменять с помощью гидроцилиндров во время работы.

1.4.1.2 Ротационные зубвые бороны

Устройство

Там, где плоские зубвые бороны не могут использоваться из-за забивания пожнивными остатками, применяют ротационные зубвые бороны. Рабочими органами ротационных борон служат диски с зубьями (рис. 28).

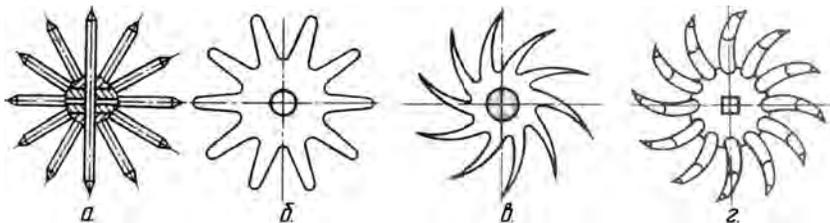


Рисунок 28 – Рабочие органы ротационных борон
а, б – с прямыми зубьями; в, г – с криволинейными зубьями

Зубья дисков бывают как прямые (а, б), так и криволинейные (в, г), которые нашли наибольшее распространение в ротационных боронах.

Ротационная борона состоит из рамы 1 (рис. 29), опирающейся на пневматические самоустанавливающиеся колеса, батарей 2, 3 из зубвых дисков и гидравлического механизма подъема. Диски, как правило, диаметром 550 мм, на которых по окружности размещены 12 криволинейных зубьев, заостренных к концевой части. Каждая секция, включая батареи, собрана из игольчатых дисков, смонтированных на квадратной оси.

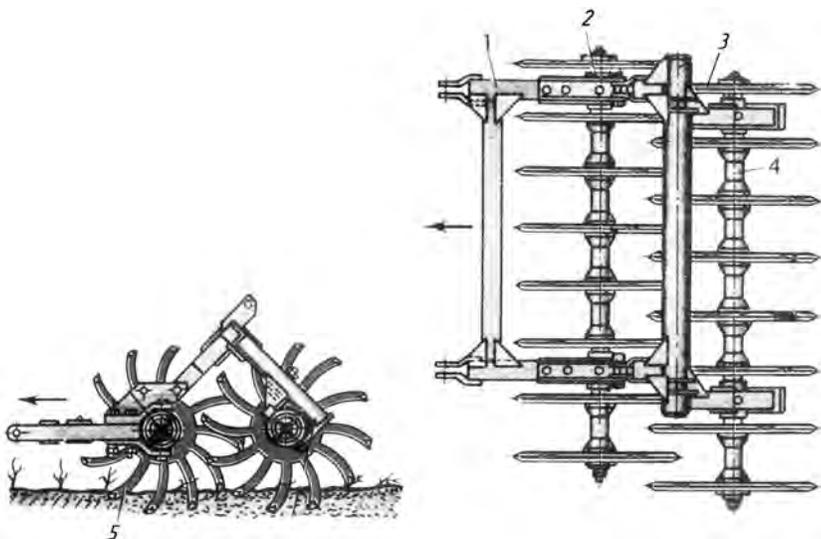


Рисунок 29 – Секция ротационной бороны:

1 – рама; 2, 3 – батареи; 4 – распорная втулка; 5 – диск игольчатый

Наибольшее распространение получили бороны игольчатые БИГ-3А, бороны широкозахватные БМШ-15, БМШ-20. Из навесных борон используется мотыга ротационная МРН-8,4.



Для исключения забивания растительными остатками междискового пространства выпускаются ротационные бороны, у которых диски попарно крепятся к стойке (рис. 30).

Рисунок 30 – Попарное расположение дисков на ротационной бороне

Настройки, регулировки

В зависимости от характера рыхления почвы батареи дисков устанавливают под углом 8, 12 или 16° к направлению движения. При перекачивании диска под углом зубья заглубляются на регулируемую глубину от 40 до 100 мм. При этом возможна пассивная и активная установка дисков (рис. 31): пассивная – диски перекачиваются выпуклостью назад (а), активная – вперед (б).

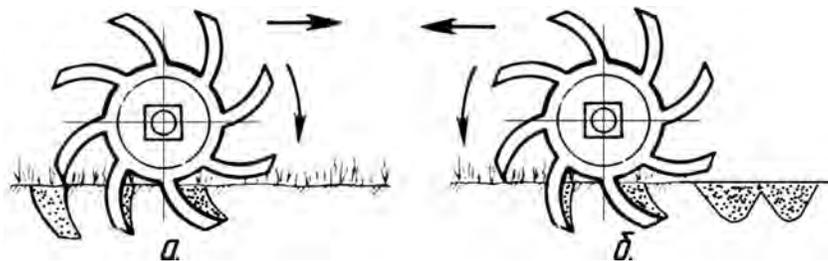


Рисунок 31 – Схема воздействия диска на почву
а – пассивное; б – активное

При пассивной работе дисков в почве образуются лунки. Такой режим применяют для разрушения почвенной корки.

Активный режим обеспечивает хорошее заглубление на уплотненной почве, поверхностное рыхление с целью закрытия влаги и эффективную борьбу с сорняками.

Одним из преимуществ ротационных борон является их высокая производительность, которая достигается за счет рабочей скорости до 4,0...5,0 м/с.

1.4.2. Дисковые орудия

Дисковые орудия разной классификации предназначены для рыхления глыбистой пахоты, лущения стерни зерновых колосовых, пропашных крупностебельных культур, ухода за лугами, пастбищами, предпосевной обработки зяби (рис. 32).

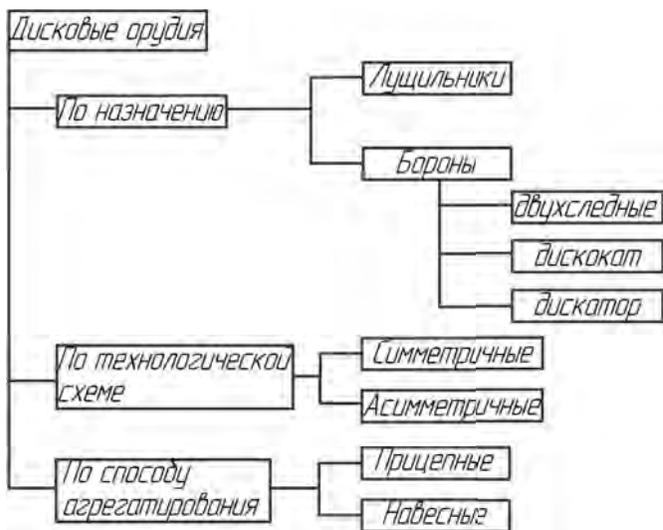


Рисунок 32 – Классификация дисковых орудий

1.4.2.1. Луцильники

Основными задачами лушения являются сохранение влаги и борьба с сорняками (рис. 33).

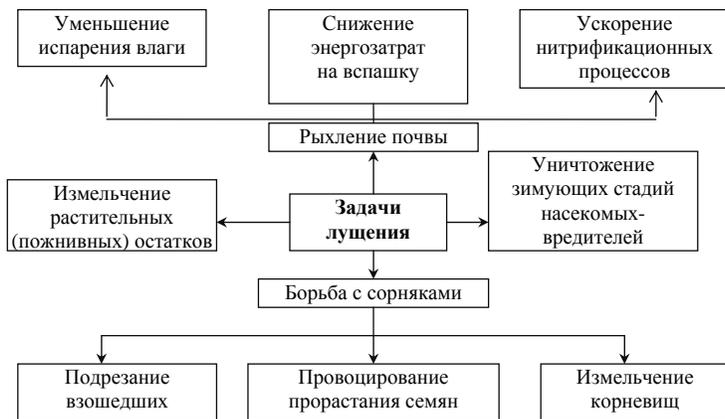


Рисунок 33 – Задачи лушения

В зависимости от энергетического средства применяют лушцильники ЛДГ-5А, ЛДГ-10А, ЛДГ-15А.

Типы рабочих органов

При минимальной обработке почвы дисковые бороны используют для предпосевной подготовки почвы, измельчения и заделки пожнивных остатков, уничтожения сорняков. Диски измельчают крупные растительные остатки, доводя их длину до 50 мм. Мелкое измельчение облегчает заделывание, перемешивание соломы с почвой, улучшает ее разложение.

Рабочими органами дисковых орудий являются диски разных типов: плоские (*а*), сферические (*б*), вырезные или зубчатые (*в*) (рис. 34) и лопастные.

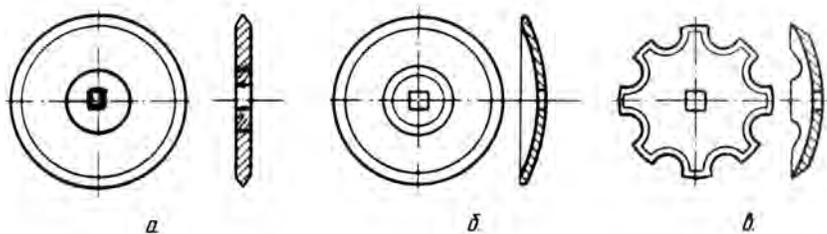


Рисунок 34 – Типы дисков:

а – плоский; б – сферический; в – вырезной

Сферические диски устанавливают на боронах, лушцильниках. Их собирают в батареи, насаживают на квадратную ось 1 (рис. 35), чередуя с распорными катушками (шпильками) 2.

В процессе работы ось вместе с дисками и шпильками вращается в подшипниках 3.

Вырезные диски применяют при работе на тяжелых задернелых почвах, для разделки связных пластов. За счет вырезов на дисках резание пласта происходит со скольжением, что интенсифицирует процесс воздействия на почву и обеспечивает более эффективное перерезание корней растений. На многих боронах используют одновременно сферические гладкие и вырезные диски: в переднюю батарею вырезные, в задних – гладкие, или чередуются вырезные диски с гладкими.

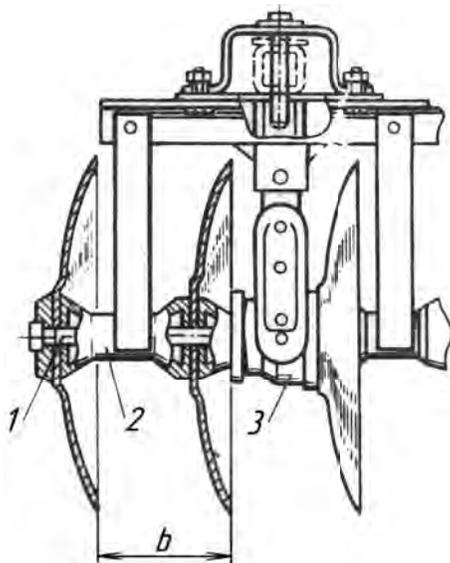


Рисунок 35 – Схема установки сферических дисков в батарее:

1 – квадратная ось; 2 – шпунка; 3 – подшипник

Для обработки почв, подверженных ветровой эрозии, на луцильниках устанавливают плоские диски.

Почва обрабатывается без оборота, с сохранением стерни.

Диаметр диска увязан с глубиной обработки a_{\max} и определяется:

$$D = k_{\text{п}} a_{\max},$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент пропорциональности;

a_{\max} – максимальная глубина обработки, мм.

По экспериментальным данным, $k_{\text{п}} = 4,0$.

Если учесть, что при бороновании $a_{\max} = 160$ мм, а при лушении $a_{\max} = 120$ мм, то для борон $D = 4,0 \cdot 160 = 640$ мм; для луцильников $D = 4,0 \cdot 120 = 480$ мм.

На выпускаемых боронах диаметр дисков составляет 560...710 мм, луцильниках – 450...510 мм. Диски диаметром 450...510 мм имеют толщину 3,5...4,0 мм; 560...710 мм – 5...8 мм.

Следует учитывать, что с увеличением диаметра диска возрастает вертикальная составляющая реакции почвы, что ухудшает заглубляемость.

Радиус кривизны r определяет крошащую и оборачивающую способность диска. Она вырастает с уменьшением радиуса.

Между радиусом кривизны r и диаметром диска D (рис. 36) существует зависимость:

$$r = \frac{D}{2 \sin \xi}.$$

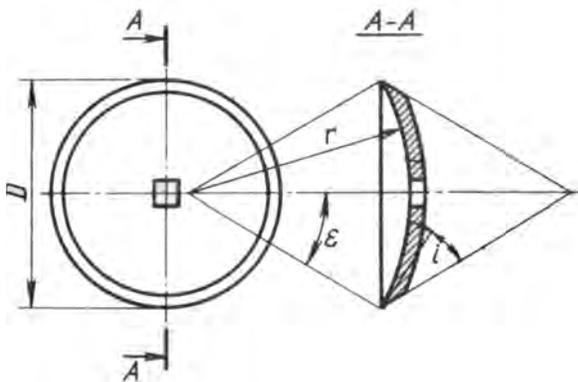


Рисунок 36 – Схема сферического диска

Величина угла ξ варьирует в пределах $26...32^\circ$.

При $\xi = 30^\circ$ $r = \frac{D}{2 \cdot 0,5} = D$.

Диски затачивают, как правило, с выпуклой, наружной стороны, принимая угол $i = 15^\circ...20^\circ$.

Исходя из условия исключения заклинивания пласта и отдельных глыб почвы устанавливают расстояние между соседними дисками $b \geq 1,5 a_{\max}$.

Расстояние между дисками достигает: для луцильников $b = 1,5 \cdot 120 = 180$ мм; для борон $b = 1,5 \cdot 160 = 240$ мм.

От этой величины во многом зависит высота гребней над дном борозды h . В процессе работы каждый диск вырезает в почве пласт,

образуя желобчатое дно борозды. Между бороздками создаются гребни высотой h (рис. 37).

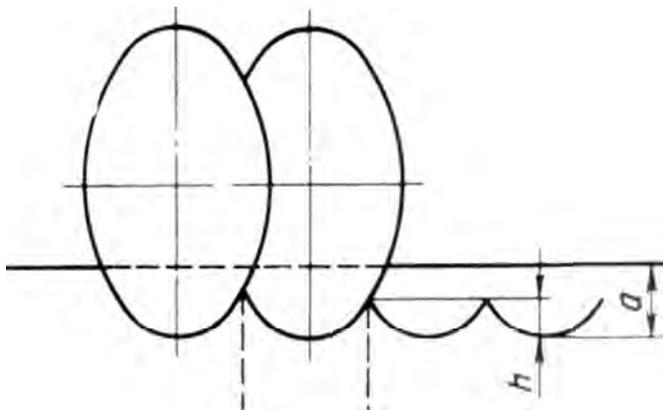


Рисунок 37 – Схема работы дисков

Высота гребней определяет качество обработки почвы. Помимо диаметра дисков D и расстояния между ними b , она зависит еще и от угла атаки θ – угла между плоскостью вращения диска и направлением поступательного движения орудия. Из перечисленных параметров в процессе эксплуатации регулируется только угол атаки: для луцильников в пределах $15...35^\circ$, для борон – $10...24^\circ$. Чем больше угол атаки, тем глубже рыхлится почва, интенсивней крошится, лучше подрезаются сорняки. Качество обработки считается удовлетворительным, если $h \leq 0,5a$.

Краткая техническая характеристика луцильника ЛДГ-5

Ширина захвата при угле атаки 35° – 5 м.

Угол атаки, град. – 15, 20, 30, 35.

Транспортный просвет, мм – не менее 400.

Глубина обработки, мм – 40...100.

Скорость движения, км/ч – рабочая 8...12;

– транспортная до 15.

Диаметр дисков, мм – 450.

Агрегируется с трактором тягового класса 1,4.

Устройство

Луцильник состоит из рамы 6 (рис. 38), опирающейся на два ходовых колеса 7.

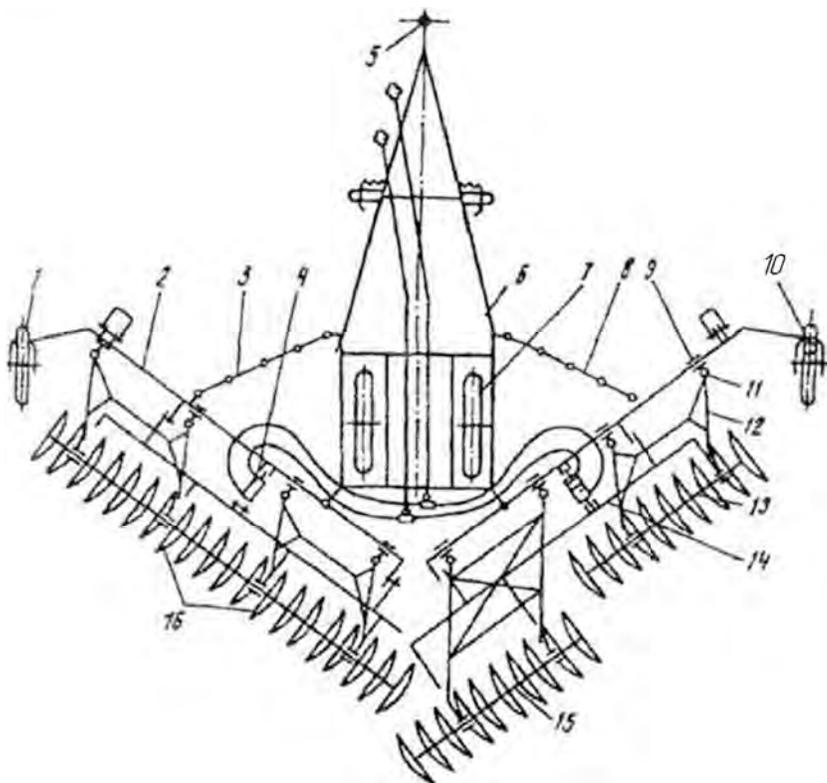


Рисунок 38 – Дисковый гидрофицированный луцильник ЛДГ-5:

1, 7, 10 – колеса; 2 – брус; 3, 8 – тяги; 4 – гидроцилиндр; 5 – серьга; 6 – рама;
 9 – хомут; 11 – понизитель; 12 – рамка; 13, 15 – батареи; 14 – труба подъема;
 16 – диски

К раме шарнирно присоединены два бруса 2 секций, к которым при помощи понизителей 11 прикреплены четыре бруса секций батарей 13, 15 дисков 16. Брусья 2 опираются на колеса 1 и 10. Секции луцильника от разворота удерживаются раздвижными тягами 3 и 8. Секции батарей поднимаются с помощью гидроцилиндра 4. К двум внутренним батареям присоединен с помощью цепей за-равнитель.

Секция дисков состоит из рамки 7 (рис. 39), присоединенной к брусу секции 13 с помощью понизителей. На рамке закреплена батарея дисков, состоящая из девяти дисков 6, насаженных на ква-

дрантную ось. Диски разделены шпильками, две из которых разборные со смонтированными шариковыми подшипниками.

На рамке 7 к кронштейну с квадратным отверстием присоединен механизм гидроуправления двумя секциями батарей, предназначенных для заглубления, изменения глубины обработки почвы, выглубления и перевода лушильника в транспортное положение. К рычажной вилке 9 присоединен гидроцилиндр 1 с регулировочным винтом 10 и нажимная штанга 3 с пружиной 2.

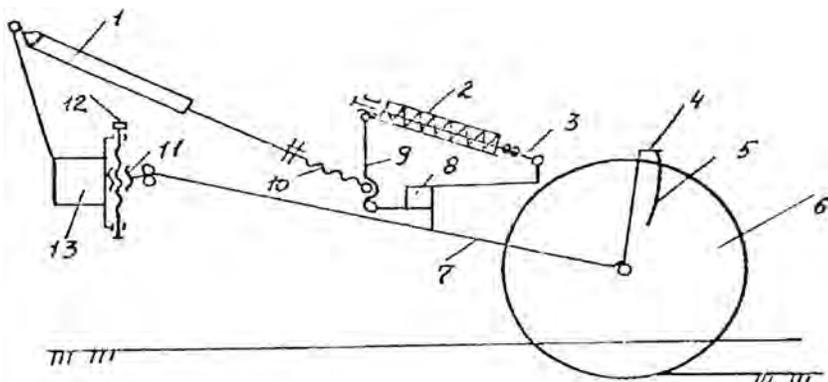


Рисунок 39 – Схема дисковой секции лушильника ЛДГ-5:

1 – гидроцилиндр; 2 – пружина нажимной штанги; 3 – штанга нажимная; 4 – уголок чистиков; 5 – чистики; 6 – диски; 7 – рамка секций; 8 – квадратный брус соединителя секций батарей; 9 – вилка рычажная; 10 – винт регулировочный; 11 – ползун понизителя; 12 – винт понизителя; 13 – брус секции

Установки и регулировки

Положение колёс 1 и 10 (см. рис. 38): обод колёс должен быть всегда расположен по направлению движения; с изменением угла атаки положение колес с помощью штыря, закреплённого на брус 2, изменяется. Требуется переставлять штырь в соответствующее отверстие крепления.

Регулировка глубины обработки осуществляется четырьмя способами:

1. Угол атаки α . С увеличением угла повышается глубина обработки. При этом улучшается крошение почвы и оборот пласта, лучше подрезается стерня и сорняки. Однако при этом повышается тяговое сопротивление лушильника, увеличивается веро-

ятность забивания батарей почвой и растительными остатками. Лушение жнивья, как правило, проводят при угле атаки $\alpha = 35^\circ$ и только на слабо засоренных полях с рыхлой почвой его уменьшают до 30° . При этом учитывают, что с увеличением рабочей скорости глубина обработки уменьшается, а качество лушения повышается.

При использовании луцильника в качестве односледной бороны устанавливают угол атаки $\alpha = 15^\circ$. При недостаточной разделке пластов и плохом размельчении глыб угол увеличивают до 20° . Необходимый угол атаки устанавливают за счёт изменения длины раздвижных тяг 3 и 8 (см. рис. 38), переставляя штырь по отверстиям тяг.

2. Положение ползунов 11 (рис. 39) понизителей по высоте. Чем выше рамка 7 закреплена на ползуне 11, тем мельче идут диски. Этой регулировкой пользуются при установке заданной глубины обработки, а также в том случае, если передние и задние диски одной и той же батареи на разной глубине. Регулировку осуществляют перестановкой крепления рамки 7 на ползуне 11 и изменением положения ползуна 11 по высоте с помощью винта 12.

3. Длинной рабочей части регулировочного винта 10 (рис. 39). На плотных почвах и больших глубинах обработки заглупление дисковых батарей и поддержание их хода на заданной глубине производят с помощью гидроцилиндра 1. Чем больше длина рабочей части винта 10, тем глубже идут диски. При этом учитывают, что в работе шток должен быть полностью выдвинут из гидроцилиндра 1, а гидрораспределитель трактора установлен в положение принудительного заглупления дисковой батареи.

4. Степень сжатия пружины 2 (рис. 39) нажимной штанги 3. При слабом сжатии пружины диски вымелются, а при излишнем наблюдается большая неравномерность глубины ухода дисков по направлению движения. В работе штанга 3 должна «играть» в пределах 0...10 мм.

При обработке рыхлых почв работа луцильника осуществляется при плавающем положении гидросистемы трактора.

1.4.2.2. Дисковые бороны

Если у луцильников бороны установлены в один ряд, то у борон – в два (рис. 40).

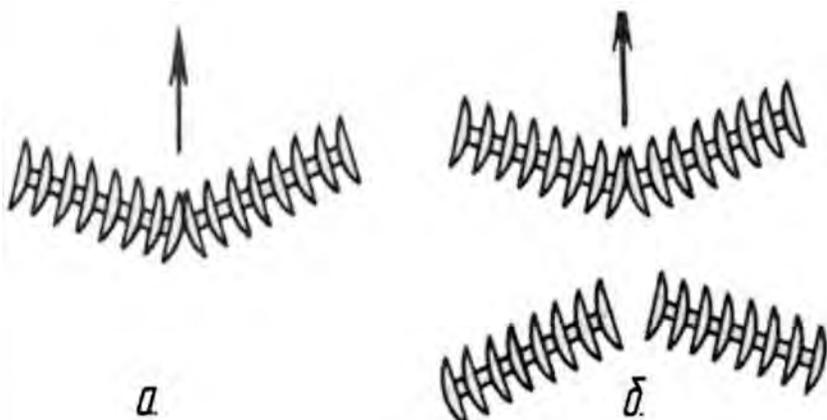


Рисунок 40 – Схемы размещения дисковых батарей:

а – луцильник; б – борона

В зависимости от энергетического средства применяют бороны: БД-1,8; БД-2,8; БД-4,2; БД-6,6 М; БДТ-10.

Таблица 3 – Основные технические данные

Марка бороны	БД-1,8	БД-2,8	БД-4,2	БД-6,6М	БДТ-10
Ширина захвата, м	1,8	2,8	4,2	6,6	10
Тип дисков	Сферические вырезные упрочненные; по заказу – сплошные, устанавливаемые на задней линии бороны				
Диаметр, мм	650 (500 для крайних дисков заднего ряда)				
Толщина, мм	5...8				
Глубина обработки, мм	За два прохода не менее 200				
Рабочая скорость движения, км/ч	8...12	8...12	8...12	9...12	8...12
Агрегатируется с тракторами тягового класса	1,4 – 2	2 – 3	3	3 и 5	5 и более

Борона дисковая БД-6,6М

Борона дисковая БД-6,6 М (рис. 41) с рабочими органами повышенного ресурса, с массой, приходящейся на один диск, не менее 90 кг, предназначена для разделки глыб после вспашки, поверхностной обработки уплотненных почв, уничтожения сорняков и измельчения растительных остатков после уборки толстостебельных пропашных культур, рыхления и подготовки почв.

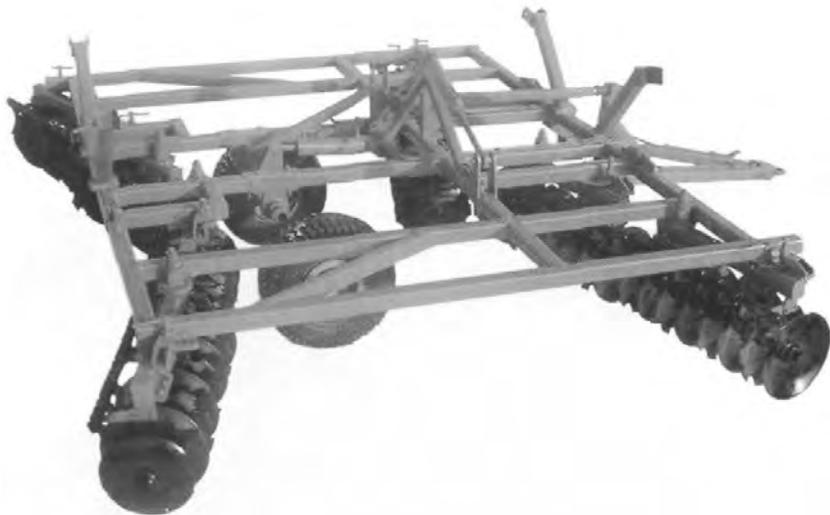


Рисунок 41 – Общий вид бороны

Также данную машину применяют для ухода за лугами и пастбищами, для основной обработки и подготовки почв для посева в нулевых минимальных, почвозащитных и энергосберегающих технологиях.

Борона состоит из несущей рамы 1 с опорными колесами 2 (рис. 42), прицепного устройства 3, крыльев 4 и 5, гидравлической системы 6, механизма регулировки 7, рабочих органов (батарей с дисками) 8–15.

На каждой батарее чередуются сферические гладкие диски с вырезными.

Для изменения угла атаки на каждой секции устанавливают винтовой механизм.

Вид сверху

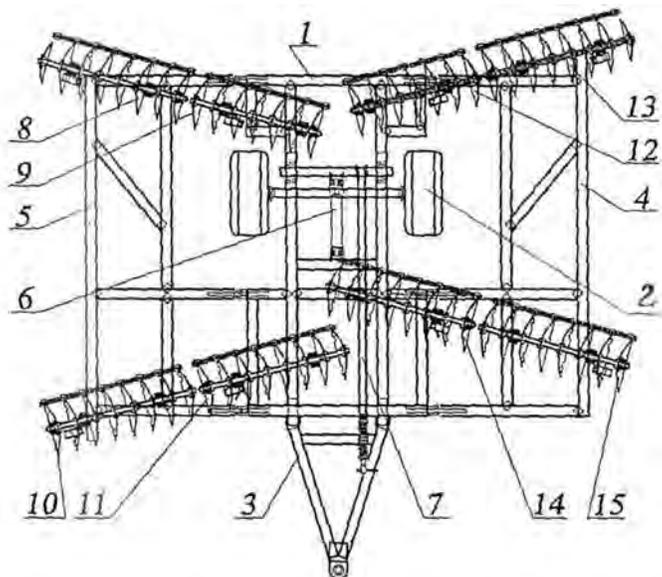


Рисунок 42 – Борона дисковая БД-6,6 М:

1 – рама; 2 – колеса опорные; 3 – прицепное устройство; 4–5 – крылья;
6 – гидравлическая система; 7 – механизм регулировки; 8–15 – батареи дисков

Борона «Дискокат»

Выпускаются бороны шириной захвата 5,4 м БДК-5,4 «Дискокат» и 6,4 м – БДК-6,4 «Дискокат» (рис. 43).

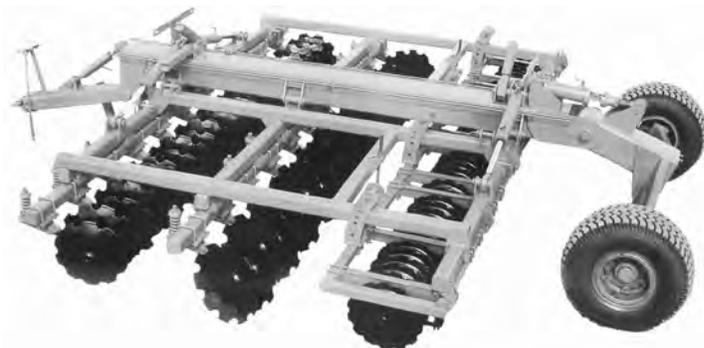


Рисунок 43 – Борона «Дискокат»

Борона БДК-5,4 (6,4) (табл. 4) предназначена для поверхностной обработки уплотненных почв, уничтожения сорняков и измельчения растительных остатков после уборки толстостебельных пропашных культур, рыхления и подготовки почв, а также для ухода за лугами и пастбищами, для основной обработки и подготовки почв для посева в нулевых минимальных, почвозащитных и энергосберегающих технологиях.

Таблица 4 – Краткая техническая характеристика БДК-5,4 (6,4)

Марка бороны	БДК-5,4	БДК-6,4
Тип	Прицепная, гидрофицированная, обслуживается механизатором-трактористом	
Рабочая скорость, км/ч	10,0...13,0	
Тип дисков	Сферические вырезные	
Диаметр дисков, мм	610/660	
Количество дисков, шт	21 – Ø610мм; 21 – Ø660мм	25 – Ø610мм; 25 – Ø660мм
Расстояние между дисками, мм	250	
Глубина обработки за 1 проход, мм, до	170	
Угол атаки батарей, град.	15	
Угол наклона дисков, град.	5	
Масса, кг	7400 ± 50	7950 ± 50

Борона «Дискокат» (рис. 44) включает раму *I* с колесами *II*, прицепное устройство *III*. К раме с правым *IV* и левым *V* крыльями подвешены в два ряда батареи с дисками *VI*. Также в один ряд установлены катки *VII*.

Каждая батарея состоит из двух дисков, расположенных на одной стойке, причем один диск диаметром 660 мм, другой – 610 мм. Сзади дисков устанавливаются спиралевидные катки.

Диски переднего ряда установлены выпуклой частью влево, задние – вправо. Каждая батарея дисков (рис. 45) подвешена через стойку 2 к брусу 4, а пружина 3 позволяет стойке совершать

колебательные движения и обеспечивать стабильную глубину обработки.

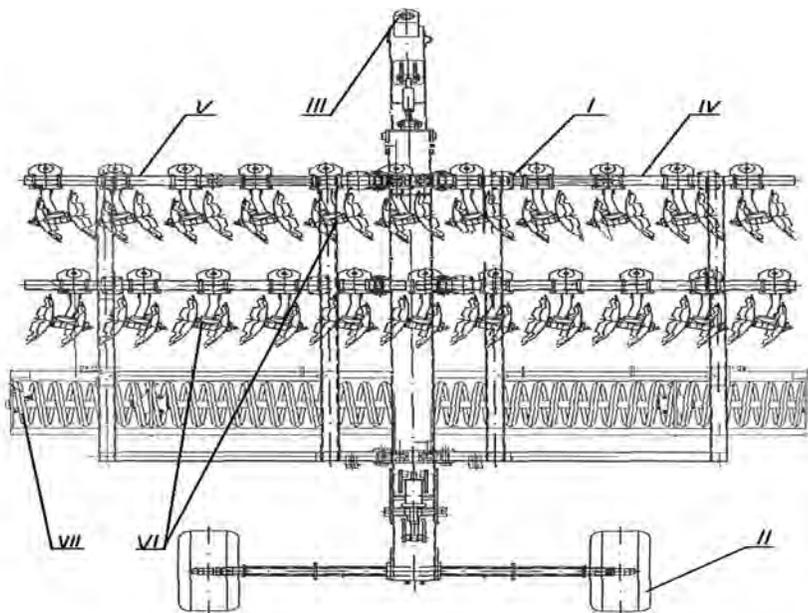


Рисунок 44 – Борона БДК-5,4 в рабочем положении:

I – рама; II – опорные колеса; III – прицепное устройство; IV – правое крыло;
V – левое крыло; VI – два ряда батарей дисков; VII – батарея катков

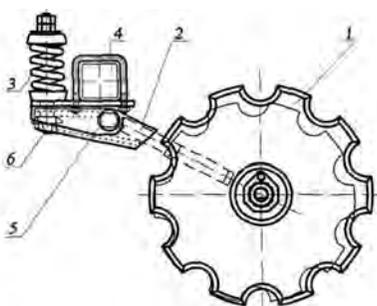


Рисунок 45 – Механизм крепления батареи дисков к брусу:

1 – батарея дисков; 2 – стойка батареи; 3 – пружина стойки; 4 – брусок;
5 – опорный палец; 6 – натяжная шпилька пружины

Угол атаки дисков равен 15° и не изменяется. На машину установлены диски сферические вырезные (рис. 46).

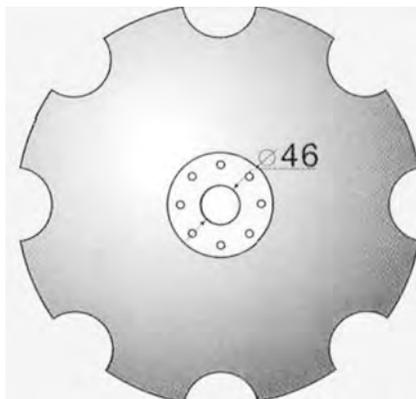


Рисунок 46 – Диск сферический вырезной

Гидросистема включает: тяги гидроцилиндров, четыре из которых служат для подъема крыльев, а один – для колесного хода.

Глубина обработки регулируется изменением длины тяги регулировочного винта *1* (рис. 47), уменьшение длины приводит к увеличению глубины, увеличение – к уменьшению глубины обработки.

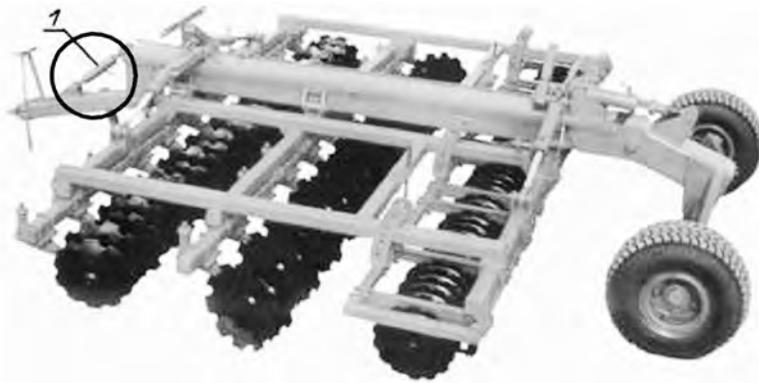


Рисунок 47 – Борона БДК-5,4

1 – тяга регулировочного винта

В процессе работы обработанное поле должно оставаться слева по ходу движения, а крайние диски перемещаться по обработанной поверхности.

1.4.3. Дискатор

Дискатор – это название нового дискового орудия, предназначенного для минимальной основной и предпосевной обработок почвы без предварительной вспашки, а также для лущения стерни (рис. 48).

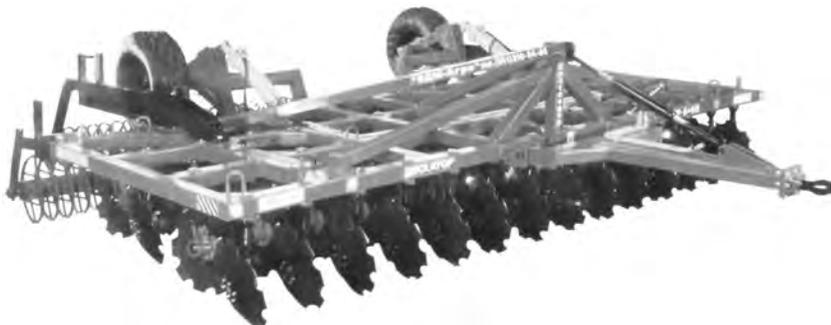


Рисунок 48 – Общий вид дискатора

Орудие принципиально отличается от применяемых дисковых борон тем, что диски установлены не перпендикулярно поверхности почвы, а наклонно, благодаря тому, что каждый диск крепится к раме посредством индивидуальной стойки. Он выполняет тем самым роль лемеха с отвалами. Диаметр рабочих дисков 560 мм, толщина 8 мм.

Выпускается модельный ряд дискаторов: БДМ-4х4; БДМ-6х4; БДМ-7х2; БДМ-8х4 (табл. 5). Модельный ряд орудий обеспечивает работу со всеми классами и типами тракторов. Первая цифра означает ширину захвата (м), вторая – число рядов дисков.

Дискатор применяется в составе комплекса машин в системе основной и предпосевной обработки почвы по энерго- и ресурсосберегающим технологиям под зерновые, технические и кормовые культуры, а также лущения стерни, улучшения лугов и пастбищ.

Конструкция дискаторов (рис. 49) позволяет им работать во всех агроклиматических зонах, на всех типах почв, в том числе заболоченных и подверженных ветровой и водной эрозии.

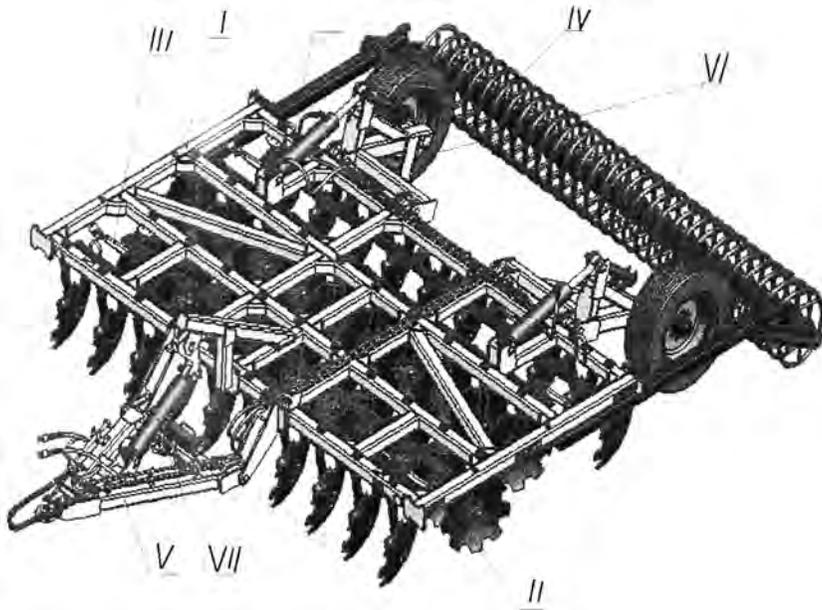


Рисунок 49 – Схема дискатора:

- I – рама; II – дисковые рабочие органы;
- III – механизм регулирования угла атаки; IV – каток-выравниватель;
- V – прицепное устройство; VI – опорно-транспортные колеса;
- VII – гидроцилиндр

Таблица 5 – Краткая техническая характеристика БДМ-8х4

Ширина захвата	м	8,0
Глубина обработки	мм	До 180
Скорость обработки	км/ч	До 20
Влажность почвы	%	До 40
Производительность (за 1 час основного времени)	га	До 16
Агрегатирование с трактором класса	кН	70
Диаметр рабочих дисков	мм	560
Угол атаки дисков	градус	До 25

За один проход дискатор проводит измельчение и заделку растительных остатков предшественника и сорной растительности в почву, создаёт взрыхлённый и выровненный слой почвы, заделывает внесённые удобрения. Отличительной конструктивной особенностью дискаторов является то, что каждый диск установлен на индивидуальной стойке и имеет наклон от вертикальной оси. Диск при этом выполняет роль лемеха и отвала, что способствует лучшему обороту отрезаемого пласта, его крошению, а также снижению требуемого тягового усилия трактора. Каждый ряд дисков имеет возможность регулировки угла атаки (от 0 до 25°) и соответственно рабочей ширины захвата диска. Отсутствие в конструкции дисковых батарей с единой осью позволяет дискатору работать в условиях повышенной влажности почвы (до 40 %), на полях со значительным количеством пожнивных остатков, а также на участках с любым количеством сорной растительности, при этом исключается наматывание на ось диска и забивание рядов дисков. Отпадает необходимость применения в конструкции чистиков, так как в процессе работы происходит самоочистка диска.

Один проход дискатора эквивалентен трём проходам традиционных дисковых борон. Использование дискатора в минимальной технологии обработки почвы позволяет повысить её плодородие, восстановить естественный гумусный слой при существенном снижении затрат на возделывание сельскохозяйственных культур.

Качественные показатели работы

1. Дисковые рабочие органы должны выдерживать заданную глубину обработки, допускается отклонение не более ± 20 мм.
2. Высота гребней $h \leq 0,5a$
3. Обработанный слой почвы должен быть мелкокомковатым, с размерами комочков 10...50 мм.
4. Пожнивные остатки и сорные растения подрезаются полностью.

Качество подрезания зависит от угла атаки и скорости движения агрегата. Максимальное количество подрезанных растений соответствует максимальному углу атаки.

Отмечено, что с увеличением скорости движения дисковых орудий до 2 м/с эффективность подрезания возрастает, а при дальнейшем росте – снижается. Это объясняется эффектом «всплыва-

ния» дисковых рабочих органов. С увеличением скорости от 1,0 до 2,5 м/с глубина обработки уменьшается на 15...20 %. При этом чем меньше угол атаки, тем интенсивнее идет уменьшение глубины. Кроме того, при высоких скоростях существенно возрастает отбрасывание почвы дисками.

1.5. Культиваторы

1.5.1. Культиваторы для сплошной обработки почвы

Культивация – приём обработки почвы на глубину до 120 мм без оборота пласта и выноса на поверхность нижних влажных слоев, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание почвы, выравнивание поверхности поля, подрезание сорных растений, заделку удобрений и гербицидов. При культивации создается поверхностный рыхлый слой, препятствующий испарению влаги, улучшаются водный и воздушный режимы, ускоряется прогревание почвы весной, усиливается микробиологическая деятельность и создаются благоприятные условия для накопления питательных веществ и влаги.

Сплошную культивацию проводят в системе предпосевной и зяблевой обработки почвы при уходе за чистыми и кулисными парами.

При предпосевной культивации почвы формируется оптимально уплотненное семенное ложе, обеспечивающее благоприятные условия для равномерного распределения семян и появления дружных всходов.

Агротехнические требования к предпосевной обработке почвы

К предпосевной обработке предъявляют следующие требования:

- равномерное по глубине рыхление почвы на глубину посева семян, отклонение от заданной глубины обработки ± 10 мм;
- поверхность обработанного поля должна быть слитная, выровненная, мелкокомковатая, высота гребней и глубина борозд не более 40 мм;
- площадь почвы под глыбами (комки почвы размером ≥ 100 мм) до 10 %;
- культивацию проводят в агротехнические сроки при наступлении физической спелости почвы;

- направление движения при культивации – поперек или под углом к предшествующей обработке, огрехи между смежными проходами агрегата и на поворотных полосах недопустимы.

Культиватор КПС-4

Культиватор КПС-4 предназначен для: предпосевного рыхления, подрезания сорняков с одновременным боронованием на скорости до 12 км/ч, культиватор может использоваться во всех почвенно-климатических зонах, за исключением районов горного земледелия и полей, засоренных камнями.

Данный культиватор агрегируется с тракторами тягового класса 1,4, его техническая характеристика представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Краткая техническая характеристика культиватора КПС-4

Тип	Прицепной
Название	КПС-4
Производительность за 1 час основной работы, га/ч	4,8
Ширина захвата, м	4,0
Рабочая скорость, км/ч	до 12
Глубина обработки, мм	50...120
Транспортная скорость, км/ч	20
Масса культиватора (с дополнительным оборудованием), кг	1070
Габаритные размеры, мм	
длина	100 ± 50
ширина	4100 ± 60
высота	1100 ± 40

Основные сборочные единицы культиватора (рис. 50): сварная рама 1, сница 2, опорные колеса 3 с винтовым механизмом 4 регулировки глубины хода рабочих органов, грядилы 5 с лапами 6, приспособление 7 для навески боронок 8 и гидроцилиндр 9. Культиватор выпускают в нескольких модификациях: КПС-4 прицепной и КПС-4-02 навесной с универсальными стрельчатymi лапами, КПС-4-01 прицепной и КПС-4-03 навесной с рыхлительными лапами на дугообразных стойках, КПС-4-04 прицепной и КПС-4-05 навесной с рыхлительными лапами на S-образных стойках.

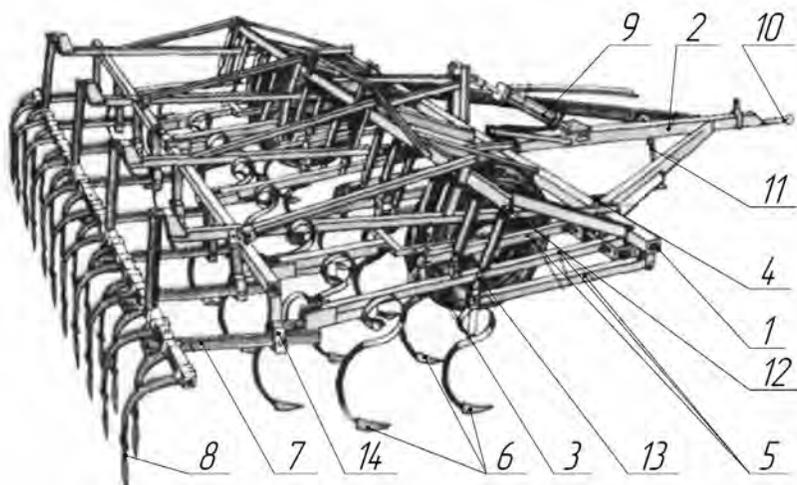


Рисунок 50 – Культиватор КПС-4:

- 1 – сварная рама; 2 – сница; 3 – опорные колеса; 4 – винтовой механизм регулировки рабочих органов; 5 – грядиля; 6 – рабочие органы; 7 – приспособление для навески боронок; 8 – боронок; 9 – гидроцилиндр; 10 – серьга; 11 – подставка; 12 – угольник; 13 – штанга с пружиной; 14 – понизитель

Стойки лап крепят на грядилях 5, шарнирно присоединенных к брусу рамы. Рыхлительные лапы размещают в трех рядах. Стрельчатые лапы располагают в шахматном порядке в двух рядах (рис. 51). Для обработки слабо засоренных полей в переднем ряду на коротких грядилях закрепляют лапы шириной захвата 270 мм, а в заднем ряду на длинных грядилях – лапы шириной захвата 330 мм.

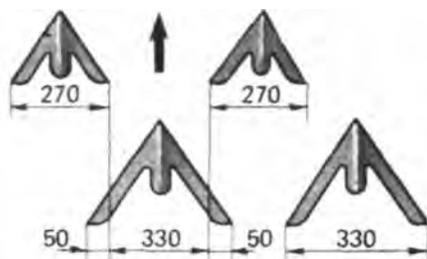


Рисунок 51 – Расположение стрельчатых лап

Концы режущих кромок задних лап с каждой стороны должны на 40...50 мм перекрывать кромки передних лап, чтобы обеспечить полное подрезание корней сорняков. При обработке сильно засоренных полей на коротких и длинных грядках устанавливают лапы захватом 330 мм. Лезвия лап должны быть острыми, затупившиеся лезвия затачивают, чтобы подрезание сорняков было полное.

При движении культиватора (см. рис. 50) опорные колеса 3 обеспечивают копирование рельефа поля в продольном и поперечном направлении. Рабочие органы 6, перемещаясь на определенной глубине, ограниченной гидроцилиндром 9 с помощью регулировочного механизма 4, осуществляют заданные технологические операции. Боронки 8 выравнивают поверхность поля после прохода рабочих органов 6.

Установки и регулировки культиватора КПС-4

Стойку стрельчатой лапы крепят к грядкам 8 (рис. 52) болтами 3 и держателем 4.

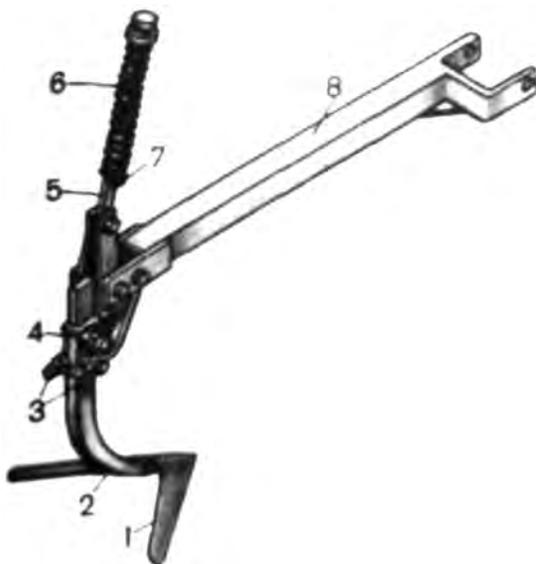


Рисунок 52 – Универсальная стрельчатая лапа с грядилем:

1 – рабочий орган; 2 – стойка; 3 – болты; 4 – держатель; 5 – штанга; 6 – пружина;
7 – упор; 8 – грядиль

Вращая болт 3, перемещают стойку, вставленную в держатель 4, и таким образом изменяют угол наклона лапы 1. На легких почвах и при неглубокой обработке стойку 2 устанавливают так, чтобы режущие кромки лапы 1 прилегали к поверхности ровной площадки.

На тяжелых почвах и при глубокой обработке носки лап должны быть наклонены вперед на 2...3°. Лапа, сильно наклоненная вперед (рис. 53II), будет сгуживать почву, наклоненная назад (рис. 53III) – плохо заглубляться.

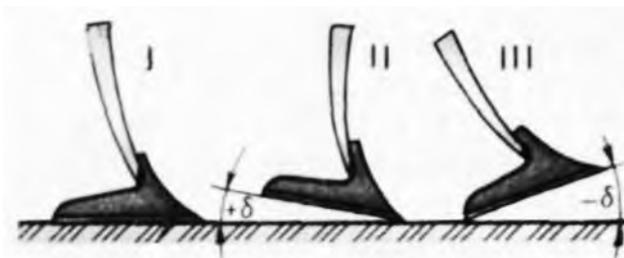


Рисунок 53 – Правильное и неправильное расположение стрельчатой лапы:

I – правильное; II – на носке; III – на пятке

Расстановку рабочих органов, их регулировку и установку соответственно заданной глубине обработки проводят на ровной площадке. Культиватор переводят в рабочее положение и под его колеса подкладывают бруски, толщина которых на 20...40 мм меньше требуемой глубины обработки (с учетом погружения колес). Вращением винта регулятора 4 (см. рис. 50) опускают раму с лапами до их соприкосновения с поверхностью площадки. Рама при этом должна быть горизонтальна, а головки нажимных штанг 13 должны опираться на угольник 12. Если головки выступают над угольником или лапы не касаются опорной площадки, ослабляют болты 3 (рис. 52) и стойки лап перемещают в держателе 4 вниз или вверх. На засоренных участках и на твердых почвах сжатие пружин 6 увеличивают перестановкой упора 7. По окончании регулировки сила сжатия пружин на всех штангах должна быть одинаковой. Сжатие пружин на штангах лап, движущихся вслед за колесами трактора, увеличивают.

Культиватор КТП-9,4/7,4

Культиватор (рис. 54) предназначен для разделки глыб после вспашки, поверхностной обработки уплотненных почв, уничтожения сорняков и измельчения растительных остатков после уборки толстостебельных пропашных культур, рыхления и подготовки почвы, а также для ухода за лугами и пастбищами, для основной обработки и подготовки почв для посева в минимальных, почвозащитных и энергосберегающих технологиях.

Данный культиватор может использоваться во всех 10 зонах Российской Федерации, работать на почвах различного механического состава, кроме каменистых почв, на полях с уклоном до 8°, чистых от камней, пней и других посторонних включений.

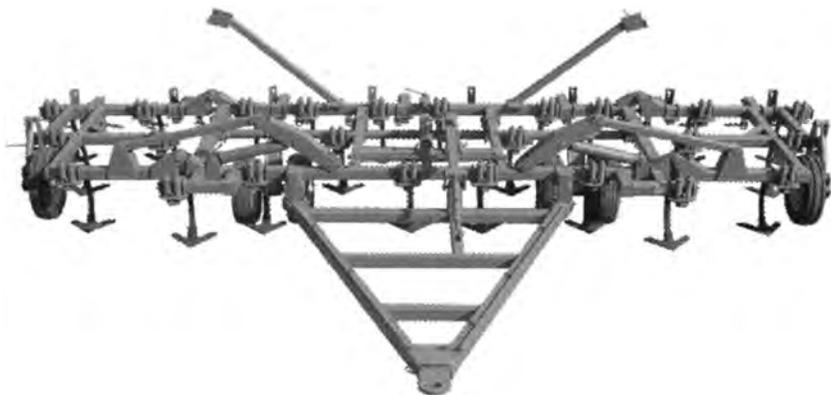


Рисунок 54 – Культиватор КТП-7,4

Культиватор агрегируется с тракторами тягового класса 3...5, его техническая характеристика представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Технические данные культиваторов КТП-9,4/7,4

Тип	Прицепной, гидрофицированный	
Название	КТП-9,4	КТП-7,4
Производительность в основное время, га/ч	10	8,2
Ширина захвата, м (базовая)	9,4	7,4
Рабочая скорость, км/ч	9 – 12	

Продолжение

Тип	Прицепной, гидрофицированный	
Тип лап: ширина, мм	Стрельчатые: 410	
Количество лап, шт	30	24
Глубина обработка, мм	До 200	
Дорожный просвет, см	35	
Транспортная скорость не более, км/ч	15	
Габаритные размеры, мм, в транспортном положении:		
длина	7030	7030
ширина	4350	4350
высота	3700	2800
в рабочем положении:		
длина	7030	7030
ширина	9400	7400
высота	1900	1900

Культиватор КРГ-6,0, 8,6, 10,0, 12,0, 18,0

Культиваторы КРГ (рис. 55) являются комбинированными гидрофицированными агрегатами с фронтальным расположением рабочих органов, прицепного типа.



Рисунок 55 – Культиватор КРГ-12,0

Культиваторы КРГ предназначены для основной послойной обработки почвы с возможностью разуплотнения нижних горизонтов и мульчирования верхнего слоя.

Данные культиваторы могут использоваться на почвах различного механического состава, кроме каменистых почв, на полях с уклоном до 8°, чистых от камней, пней и других посторонних включений.

Культиваторы КРГ агрегируются с тракторами мощностью от 180 до 500 л. с.

Для выполнения разных операций культиваторы типа КРГ комплектуются различными рабочими органами (табл. 8).

Таблица 8 – Использование культиваторов типа КРГ на разных операциях

№	Перечень выполняемых операций	Используемые рабочие органы
1	Культивация по зяблевой вспашке на глубину 140...160 мм	Стрельчатая лапа 355 мм
2	Предпосевная обработка яровых на глубину 50...60 мм	Стрельчатая лапа 255 мм
3	Первая обработка пара на глубину 140...160 мм Вторая обработка пара на глубину 100...120 мм Третья обработка пара на глубину 50...60 мм	Стрельчатая лапа 355 мм Стрельчатая лапа 355 мм Стрельчатая лапа 255 мм
4	Предпосевная обработка озимых на глубину 50...60 мм	Стрельчатая лапа 255 мм
5	Первая обработка жнивья на глубину 60...80 мм Вторая обработка жнивья на глубину 100...150 мм Обработка высокой стерни при большом количестве соломы на глубину 80...100 мм	Стрельчатая лапа 255 мм Стрельчатая лапа 355 мм Долото
6	Чизелевание до 250 мм	Долото

Технические данные культиваторов типа КРГ приведены в таблицах 9, 10, 11.

Таблица 9 – Технические данные культиваторов КРГ-6,0/8,6

Тип	Комбинированный, прицепной					
Название	КРГ-6,0			КРГ-8,6		
Производительность в основное время, га/ч	5...7			10		
Ширина захвата, м (базовая)	6,0			8,6		
Рабочая скорость, км/ч	9...12					
Тип лап	Лапы стрельчатые		Долото	Лапы стрельчатые		Долото
Ширина, мм	355	255	66	355	255	66
Количество лап, шт.	24	37	37	33	53	33/53
Глубина обработка, мм	до 250					
Дорожный просвет, мм	200			350		
Транспортная скорость не более, км/ч	15					
Масса, кг	5350±50			7300±50		
Габаритные размеры, мм, в транспортном положении:						
длина	7850			9400		
ширина	4200			6200		
высота	3150			3400		
рабочем положении:						
длина	7850			9400		
ширина	6180			8700		
высота	2200			1900		

Таблица 10 – Технические данные культиваторов КРГ-10,0/12,0

Тип	Комбинированный, прицепной					
	КРГ-10,0			КРГ-12,0		
Название	КРГ-10,0			КРГ-12,0		
Производительность в основное время, га/ч	10			10...14		
Ширина захвата, м (базовая)	10,0			12,0		
Рабочая скорость, км/ч	9...12					
Тип лап	Лапы стрельчатые		Долото	Лапы стрельчатые		Долото
Ширина, мм	355	255	66	355	255	66
Количество лап, шт.	40	61	61	48	77	77
Глубина обработка, мм	до 250					
Дорожный просвет, мм	350					
Транспортная скорость не более, км/ч	15					
Масса, кг	7300±50			11400		
Габаритные размеры, мм, в транспортном положении:						
длина	9400			9400		
ширина	6200			6700		
высота	4100			4150		
рабочем положении:						
длина	9400			9400		
ширина	10 200			12 100		
высота	1800			2900		

Таблица 11 – Технические данные культиватора КРГ-18,0

Тип	Комбинированный, прицепной		
Название	КРГ – 18,0		
Производительность в основное время, га/ч	10...14		
Ширина захвата, м (базовая)	18,0		
Рабочая скорость, км/ч	9...12		
Тип лап	Лапы стрельчатые		Долото
Ширина, мм	355	335	66
Количество, шт.	72	72	72
Глубина обработка, мм	До 250		
Дорожный просвет, мм	200		
Транспортная скорость не более, км/ч	15		
Масса, кг	14000±100		
Габаритные размеры, мм, в транспортном положении:			
длина	8200		
ширина	4900		
высота	6300		
рабочем положении:			
длина	8200		
ширина	2300		
высота	18 000		

Культиватор ШККС-12,0

Широкозахватный культиватор комбинированный скоростной бесцепочный ШККС-12,0 (рис. 56) предназначен для сплошной предпосевной и паровой обработки почвы, уничтожения сорной растительности с максимальным сокращением стерни и других пожнивных остатков на полях, обработанных плоскорезными и безотвальными орудиями под посевы яровых, овощных и пропашных культур.



Рисунок 56 – Культиватор ШККС-12

Культиватор агрегируется с тракторами тягового класса 3...5, его техническая характеристика представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Технические данные культиватора ШККС-12

Тип	Прицепной
Название	ШККС-12
Производительность в основное время, га/ч	8,7...14,4
Ширина захвата, м (базовая)	12,0
Рабочая скорость, км/ч	9...12
Масса культиватора сухая (конструктивная), кг: с основным комплектом рабочих органов (стрельчатые лапы 330 мм) без приспособления;	2851±85,53
основным комплектом рабочих органов (стрельчатые лапы 330 мм) и приспособлением (пружинной боронкой) для выполнения основной технологической операции;	3161±94,83
основным комплектом рабочих органов (стрельчатые лапы 330 мм) и приспособлением (ротаторной боронкой) для выполнения основной технологической операции	3256±97,68

Тип	Прицепной
Габаритные размеры, мм	
длина	6300
ширина	12000
высота	1650

Культиватор КП-9,0

Паровой культиватор КП-9,0 (рис. 57) предназначен для ранне-весенней культивации, рыхления, выравнивания почвы под посев с боронованием или прикатыванием, ухода за парами.

Культиватор КП-9,0 применяется на всех типах почв при влажности до 20 % и твердости до 3,5 МПа, с уклоном поверхности поля не более 8°, на почвах, содержащих камни различных форм размером до 30 см, скрытые в толще обрабатываемого слоя или выступающие над поверхностью не более 10 см.



Рисунок 57 – Культиватор паровой КП-9,0

Техническая характеристика культиватора КП-9,0 приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Техническая характеристика культиватора КП-9,0

Тип машины	Прицепная
Ширина захвата, м	9
Рабочая скорость движения, км/ч, не более	8-10
Транспортная скорость, км/ч, не более	20
Производительность, га/ч	7,2-9,0
Количество лап, шт.	36
Глубина рыхления, мм	60...140
Масса машины, кг, не более:	3100
с дополнительным оборудованием	3100
без дополнительного оборудования	2500
Количество стоек, шт.	53
Шаг стоек с лапами (по следу), мм	170
Габаритные размеры, мм, не более:	
В рабочем положении:	
длина:	
с дополнительным оборудованием	5000
без дополнительного оборудования	3700
ширина	9140
высота	1560
В транспортном положении:	
длина:	
с дополнительным оборудованием	5000
без дополнительного оборудования	3700
ширина	4100
высота:	
с дополнительным оборудованием	4000
без дополнительного оборудования	3930
Дорожный просвет, мм, не менее	300
Удельный расход топлива за сменное время, кг/га	5,6

Культиватор паровой КП-15

Культиватор паровой КП-15 (рис. 58) предназначен для предпосевной обработки почвы, уничтожения сорняков, культивации паров с одновременным прикатыванием и боронованием.



Рисунок 58 – Культиватор паровой КП-15

Наиболее применяемые зарубежные культиваторы для сплошной обработки почвы представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Зарубежные культиваторы

Марка	Ширина захвата, м	Число рабочих органов, шт.	Глубина обработки, м	Масса, кг	Агрегатирование с тракторами тягового класса
Gaspardo (Италия)					
Crubber SG M 522-F	2,2	10	До 0,18	840	1,4
Crubber SG 938-F	3,8	18	До 0,18	1438	2
Crubber SG M 1355-D	5,5	26	До 0,18	2470	3
Kverneland (Норвегия)					
CLD 3,8	3,0	7	До 0,18	1100	2
CLD 5,5	5,5	13	До 0,18	2500	3
Will-Rich (США)					
11 EXC 19-22	6,6	37	До 0,18	2610	2
13 EXC 37	11,25	63	До 0,18	4052	3
16 EXC 58	17,7	99	До 0,18	6946	7
Great Plains (США)					
6541	12,7	71	До 0,23	4872	7
7560	18,4	103	До 0,23	6663	7

Культиватор энергосберегающий модульный скоростной КЭМС-4 (5; 6)

Предпосевную, паровую обработку почвы проводят комбинированными агрегатами или культиваторами типа КПС-4. Они оснащены стрелчатými лапами в комбинации с зубовыми боронами или катками при последовательном их расположении. Однако такие агрегаты имеют ряд существенных недостатков. При работе стрелчатых лап выносятся влажная почва на дневную поверхность, происходит перемешивание нижних влажных с верхними сухими слоями почвы, создается гребнистая поверхность почвы, увеличивающая площадь испарения. Радиальная подвеска лап к раме приводит к вариабельности глубины обработки, к невыровненности дна, что крайне нежелательно при предпосевной обработке. Ограничивается рабочая скорость движения, так как при увеличении её свыше 8 км/ч происходит интенсивное отбрасывание почвы в стороны. Стрелчатые лапы довольно энергоёмки. Они не могут качественно работать при глубине хода менее 0,07 м.

Разработан культиватор энергосберегающий модульный скоростной КЭМС-4. Каждый модуль (рис. 59) культиватора оснащен комбинированным рабочим органом, включающим прутковый каток 1, расположенные под ним две плоскорежущие стрелчатые лапы 2.

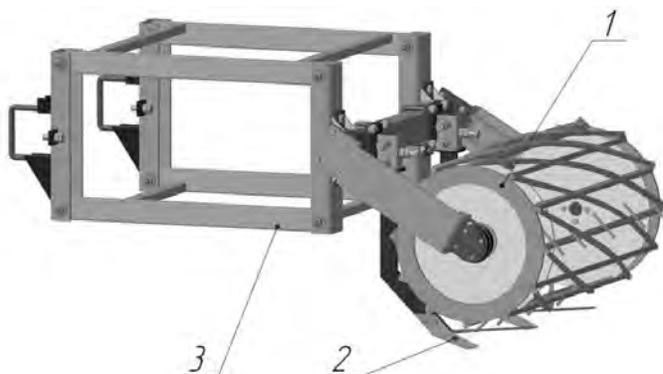


Рисунок 59 – Модуль культиватора КЭМС-4

1 – каток прутковый; 2 – лапа плоскорежущая; 3 – подвеска параллелограммная

При работе культиватора КЭМС-4 (рис. 60) стабильно выдерживается глубина обработки ввиду совмещения рабочих и копирующих функций, наличия параллелограммной подвески 3. Копирующие колеса отсутствуют. Ширина захвата одного модуля 1 м.

В данном конструктивном решении воплощен принцип разнонаправленного воздействия на почву, что существенно снижает энергетические затраты на крошение почвы.

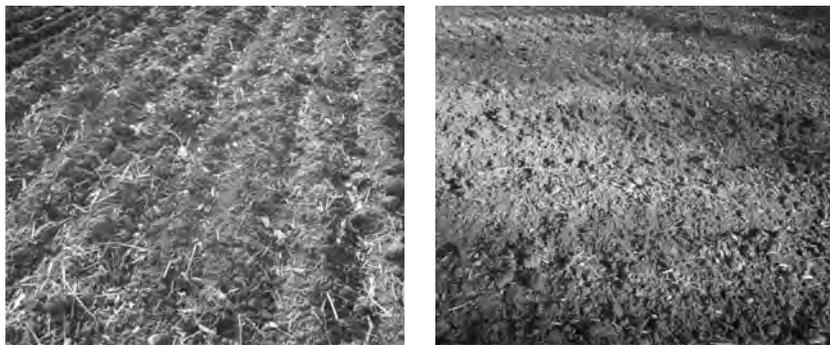
На культиваторе применены влагосберегающие стрельчатые лапы с углом крошения $\alpha = 0$.



Рисунок 60 – Культиватор КЭМС-4 на полевых испытаниях

Культиватор имеет ряд преимуществ по сравнению с культиватором КПС-4: исключается отбрасывание почвы в стороны; выдерживается стабильная глубина обработки, влажная почва не

выносятся на дневную поверхность, отсутствует гребнистость поверхности поля (рис. 61).



а

б

Рисунок 61 – Поверхность поля после обработки культиваторами:

а – КПС-4; *б* – КЭМС-4

Возможна работа культиватора на скоростях до 15 км/ч, что существенно повышает его производительность.

Определение качественных показателей работы

Глубина рыхления почвы должна быть одинаковой по всей ширине захвата агрегата и соответствовать заданной. Допускается отклонение не более ± 10 мм.

В обработанном слое почвы не должно быть комков более 30 мм.

Не допускается вынос нижних более влажных слоев почвы на поверхность, оголение их.

Поверхность должна быть ровной, без борозд и валиков, существенно увеличивающих площади испарения и способствующих водной эрозии почвы.

Сорняки подрезаются полностью. Смежные проходы агрегата перекрываются на 150...200 мм, пропуски и огрехи не допускаются.

Глубину рыхления измеряют на расстоянии 250...300 мм от следов стоек не менее чем в 20 местах по диагонали обработанного поля. Измерительный металлический стержень втыкают вертикально в почву до упора в дно. Полученное среднее значение

уменьшают на величину вспушенности почвы, которая составляет 20...25 %. Отклонение фактической глубины рыхления от заданной не должно превышать $\pm 7\%$, или ± 10 мм при глубине рыхления 150 мм, ± 15 мм – 220 мм и ± 20 мм – 300 мм. Полученные значения глубины рыхления должны отличаться от среднего значения не более чем на $\pm 10\%$.

Степень выноса влажной почвы на дневную поверхность определяется по формуле

$$C_{\text{в}} = \frac{\Pi_{\text{в}}}{\Pi_{\text{у}}} \cdot 100\%,$$

где $\Pi_{\text{в}}$ – площадь, занятая вынесенной влажной почвой, м²;
 $\Pi_{\text{у}}$ – учетная площадь, м².

Вынесенная на поверхность влажная почва более темная, и она хорошо выделяется, что упрощает определение занятой ею площади.

Например, после прохода на учетной площади 1 м² выявлены четыре площадки по 0,1 x 0,1 м влажной почвы.

$$\text{Тогда} \quad C_{\text{в}} = \frac{4 \cdot (0,1 \cdot 0,1)}{1} \cdot 100 = 4\%.$$

Допустимое значение $C_{\text{в}}$ не должно превышать 5 %.

1.5.2. Культиваторы для междурядной обработки почвы

Общее устройство

Пропашные культиваторы (типа КРН, КРК, УСМК) предназначены для предпосевной, довсходовой, междурядной обработок почвы и подкормки посевов пропашных культур: кукурузы, подсолнечника, сои, клещевины, сахарной свеклы, хлопчатника, овощных культур.

Культиватор КРН навесной агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 и 2. Культиватор состоит из поперечного бруса 1 (рис. 62), опирающегося на два несущих колеса 2 с установленными на нём секциями 3. Для агрегатирования с трактором к брусу закреплён замок автосцепки 4. В комплект пропашного культиватора входят туковысевающие аппараты АТП-2 5 с тукопроводами 6 и подкормочными лапами 7.

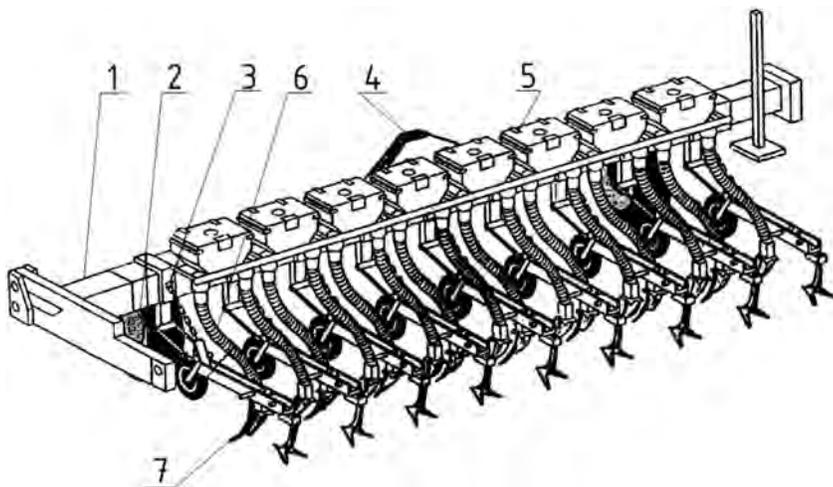


Рисунок 62 – Схема пропашного культиватора:

1 – брус; 2 – опорные колеса; 3 – секция; 4 – автосцепка; 5 – туковсеивающий аппарат АТП-2; 6 – тукопровод; 7 – подкормочные лапы

Культиватор транспортируется по дорогам вдоль ширины захвата, используя для этого транспортное устройство, на которое устанавливаются несущие колеса.

Секции культиватора

Для выполнения технологических операций к брусу культиватора крепят секции с набором рабочих органов.

Секции (рис. 63) могут размещаться в различных местах бруса культиватора в зависимости от ширины междурядий обрабатываемой культуры.

Необходимое число секций n_k определяют по следующей зависимости:

$$n_k = K_p + 1,$$

где K_p – число одновременно засеваемых рядов (число секций на сеялке).

Например, при шестирядном посеве число секций на культиваторе должно быть $n_k = K_p + 1 = 6 + 1 = 7$, при восьмирядном $n_k = K_p + 1 = 8 + 1 = 9$.

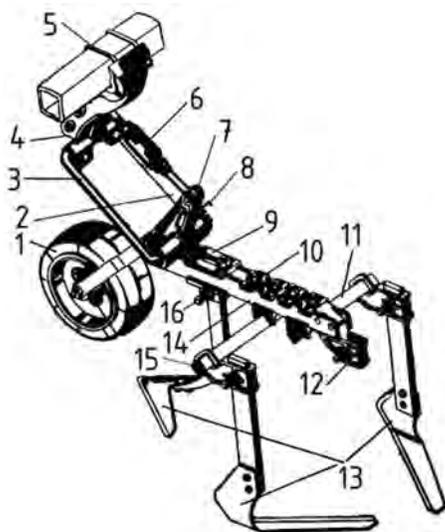


Рисунок 63 – Секция культиватора:

- 1 – колесо копирующее; 2 – пластина; 3 – П-образное звено; 4 – кронштейн;
 5 – брус культиватора; 6 – регулируемое звено; 7 – сектор; 8 – рукоятка;
 9 – держатель центральный; 10 – накладка с призмой; 11 – стержень квадратный;
 12 – держатель задний; 13 – лапы; 14 – грядиль; 15 – держатель боковой;
 16 – болт стопорный

Кронштейн 4 секции с помощью скоб крепится к брусу 5 культиватора. Секция представляет собой четырёхзвенный параллелограммный механизм, включающий верхнее регулируемое звено 6 и нижнее П-образное звено 3, грядиль 14, копирующее колесо 1 и устройство для регулировки высоты установки колеса, состоящее из сектора 7 и рукоятки 8 с защёлкой. На грядиле 14 размещены: центральный держатель 9, задний держатель 12 и на квадратном стержне 11 два боковых держателя 15. В держатели устанавливают стойки рабочих органов. Центральный держатель может перемещаться в продольном направлении, а боковые держатели – как в продольном, вдоль грядиля, так и в поперечном – по квадратному стержню, изменяя тем самым расстояние между рабочими органами.

Параллелограммный механизм секции обеспечивает при наезде колёс на неровности почвы параллельное перемещение и постоянные углы наклона рабочих органов.

Установка грядиля в горизонтальное положение осуществляется верхним звеном *б* четырёхзвенника, а изменение расстояния грядиля от поверхности почвы – подъёмом или опусканием колеса *1* с помощью рукоятки *8*.

Типы рабочих органов

На культиваторах в зависимости от обработки устанавливают различные рабочие органы (рис. 64).

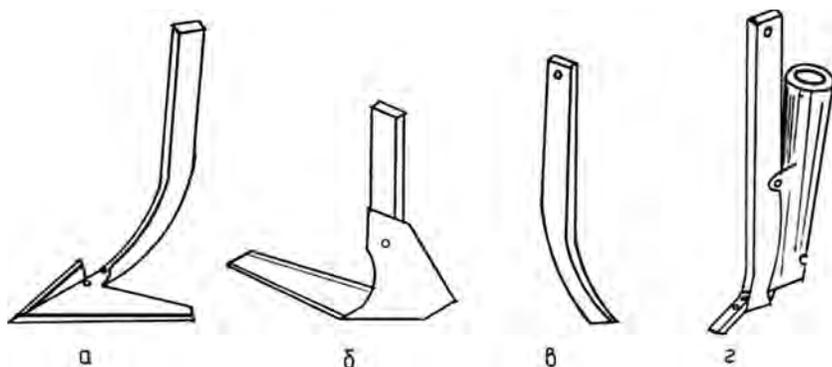


Рисунок 64 – Рабочие органы пропашных культиваторов:

а – лапа стрельчатая; *б* – лапа односторонняя; *в* – лапа долотовидная;
г – лапа подкормочная

Для междурядной обработки используют также штанговый и струнный рабочие органы.

Различают три основных типа лап культиваторов: универсальные, полольные и рыхлительные. В свою очередь полольные лапы бывают стрельчатые и односторонние, а рыхлительные – долотовидные, копьевидные, оборотные.

Универсальные лапы бывают только стрельчатыми, они совмещают операции крошения почвы и подрезания сорняков.

Подготовка навесного устройства трактора

Навесное устройство трактора МТЗ-80/82 (Беларусь) настраивают по трёхточечной схеме. Основные узлы навесного устройства – нижние тяги *3* и *6* (рис. 65), центральная тяга *2*, правый *1* и левый *8* раскосы, ограничительные цепи (растяжки) *4* и *5*. Настройку проводят на ровной площадке с соответствующей разметкой в такой последовательности.

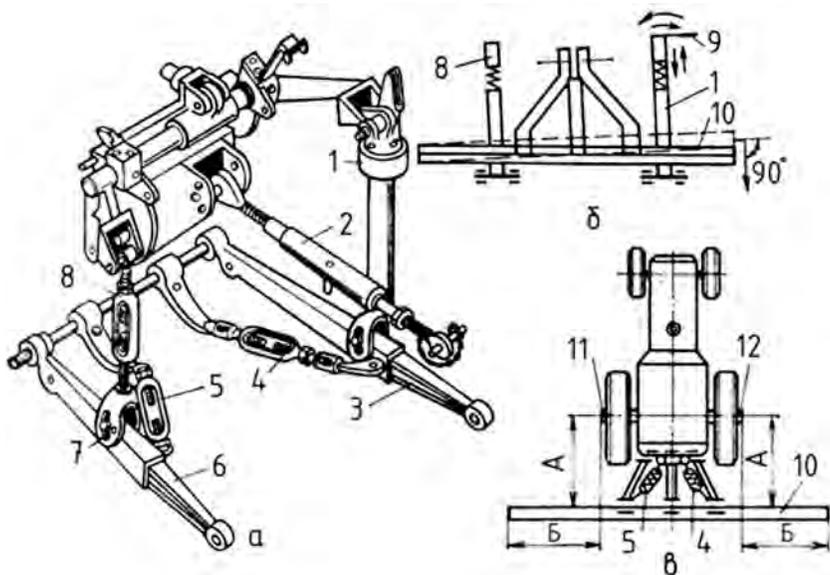


Рисунок 65 – Схемы:

- а* – навесного устройства трактора; *б, в* – регулирования положения бруса;
 1, 8 – правый и левый раскосы; 2 – центральная тяга; 3, 6 – нижние тяги;
 4, 5 – растяжки; 7 – продолговатое отверстие; 9 – рукоятка правого раскоса;
 10 – брус; 11, 12 – полуоси трактора; *А, Б* – контролируемые размеры

Левый 8 и правый 1 раскосы соединяют с нижними тягами 6, 3 через продолговатое отверстие 7 (а не через круглое). Брус 10 орудия устанавливают параллельно поверхности почвы, изменяя длину правого раскоса 1 (рис. 65б) рукояткой 9. При её вращении по ходу часовой стрелки (если смотреть сверху) длина раскоса увеличивается, при вращении в противоположном направлении – уменьшается. Длина левого раскоса при этом должна быть 515 мм (расстояние от центра шарнира до центра отверстия). Затем брус 10 располагают параллельно оси задних колёс трактора, изменяя длину растяжек 4, 5 (рис. 65в). При этом середина бруса должна находиться на продольной оси трактора (посередине трактора). Расстояние *А* от бруса до левой 11 и правой 12 полуосей трактора должно быть одинаковым. Кроме того, контролируют и расстояние *Б* от концов бруса до полуосей трактора. После регулирования рас-

тяжки несколько ослабляют, чтобы поперечное перемещение рамы навешенного культиватора не превышало 20 мм в транспортном положении. Далее верхнюю полку бруса 10 устанавливают в горизонтальном положении, изменяя длину верхней тяги 2.

На брус культиватора установлен треугольник автосцепки, а на навесном устройстве трактора – рамка.

При установке рамки на трактор нижние тяги навесного устройства присоединяют к наружным пальцам 4 рамки 3 (рис. 66), а центральную тягу – к круглым отверстиям рамки.

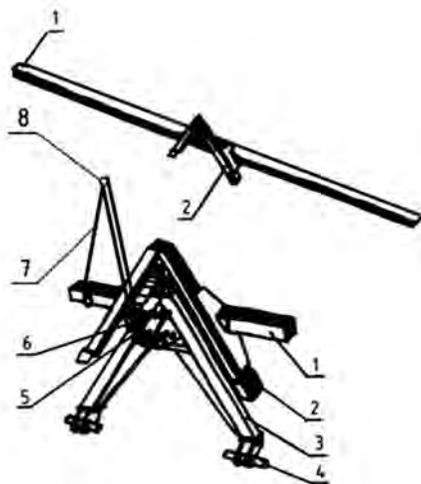


Рисунок 66 – Схема треугольника автосцепки с рамкой:

1 – брус культиватора; 2 – треугольник автосцепки; 3 – рамка;
4 – пальцы рамки; 5 – кронштейн; 6 – замок; 7 – тросик; 8 – рукоятка

При навешивании культиватора на трактор рамка 3 входит в полость треугольника 2 и фиксируется специальным замком 6. Для отсоединения культиватора от трактора опускают культиватор на стойку, после чего с помощью тросика 7 из кабины поворачивают на себя рукоятку 8, выводя защелку из зацепления с упором замка. Удерживая рукоятку, опускают рамку до выхода ее из треугольника, после чего опускают.

Для увеличения продольной устойчивости трактора с культиватором впереди трактора на кронштейнах крепят груз массой до 225 кг.

Колея трактора при работе на посевах с шириной междурядья 700 мм – 1400 мм, шириной междурядья 450 и 600 мм – 1800 мм. Давление в шинах, мПа: передних – 0,16; задних – 0,14 (при подкормке – 0,17).

Культивацию проводят агрегатом, состоящим из трактора тягового класса 1,4(2) и пропашного культиватора КРН-4,2А (5,6Б); УСМК-5,4Б; КРК-5,6; КРК-8,4.

Подготовка культиватора к работе

Трактор с культиватором размещают на ровной площадке.

Вращением стяжной гайки верхнего звена 1 (рис. 67) устанавливают грядили 7 секций горизонтально: параметр A должен быть равным параметру B .

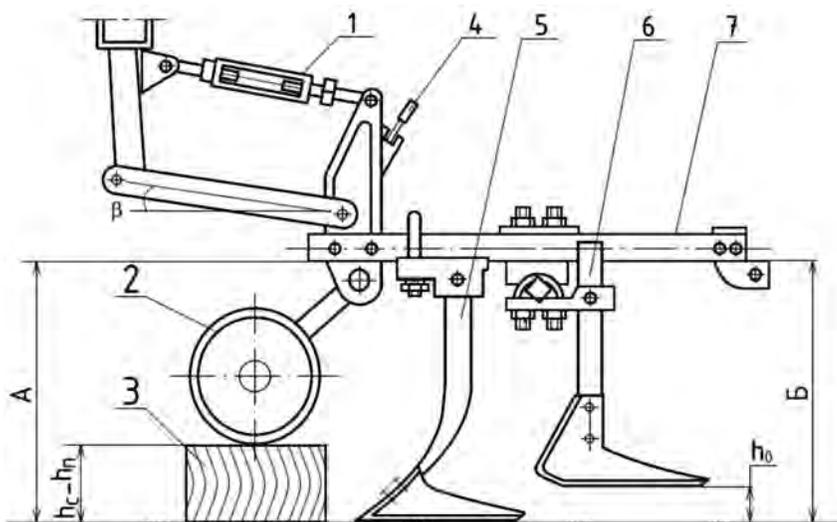


Рисунок 67 – Схема регулировки глубины хода лап:

- 1 – верхнее звено четырехзвенника; 2 – копирующее колесо секции;
- 3 – брусок; 4 – рычаг сектора; 5 – стрелчатая лапа; 6 – односторонняя лапа;
- 7 – грядиль; A , B – контролируемые параметры

Стойки рабочих органов вставляют в держатели и опускают вниз, чтобы лезвия лап лежали на площадке и касались её всей длиной. В случае расположения лапы наклоном вперёд «на носке» ухудшается подрезание сорняков, интенсивней рыхлится и отбрасывается почва, что приводит к засыпанию растений. При располо-

жении лапы «на пятке» ухудшается процесс заглубления, глубина хода нестабильная, а дно волнистое.

Чтобы выровнять лапу б, стоящую «на носке», надо верхнее звено 1 удлинить, а «на пятке» – укоротить. После регулировки стяжные гайки верхних звеньев фиксируют контргайками.

Рычаг регулировки глубины 4 устанавливают в среднее положение на секторе, чтобы можно было корректировать глубину обработки в поле, увеличивая или уменьшая ее.

Под копирующие колеса секций устанавливают бруски 3, толщина которых определяется по следующей зависимости:

$$h_6 = h_c - h_n,$$

где h_c – глубина хода стрелчатой лапы, мм;
 h_n – глубина погружения копирующего колеса в процессе работы, мм.

Величину h_n определяют исходя из конкретных условий работы:

- при работе на повышенной скорости движения культиватора глубина колеи копирующего колеса уменьшается и соответственно толщину бруска надо увеличивать;
- при увеличении глубины обработки почвы глубина колеи возрастает и толщину бруска уменьшают;
- глубина колеи существенно зависит от механического состава почвы.

Для настройки ориентировочно принимают $h_n = 20$ мм.

Опускают лапы до соприкосновения с площадкой. Так как односторонние лапы работают на меньшей глубине, чем стрелчатые, их поднимают на величину

$$h_o = h_c - h_{o.l},$$

где $h_{o.l}$ – глубина хода односторонней лапы, мм.

После установки лап их стойки фиксируют стопорными болтами с контргайками. Проверяют, чтобы вылет стоек всех однотипных лап над грядилем был одинаковым.

При установке на секции рыхлительных лап, при работе которых глубина погружения колес возрастает, принимают $h_n = 30$ мм.

Междурядная обработка

Ширина захвата культиватора для междурядной обработки должна быть согласована с шириной захвата посевного агрегата и определяется по формуле

$$B_K = b_M \cdot K_P,$$

где b_M – ширина междурядья, м;
 K_P – число одновременно обрабатываемых рядков, шт.

Например, проводится посев кукурузы сеялкой СУПН-8А, число высеваемых за один проход рядков – 8, ширина междурядья – 0,7 м.

Для обработки этих посевов должен использоваться культиватор с шириной захвата

$$B_K = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ м},$$

т. е. культиватор КРН-5,6Б.

Размещение лап на культиваторе согласовывают с шириной междурядий. В зависимости от ширины междурядий в каждом из них устанавливают два или три рабочих органа (рис. 68).

Стрельчатые лапы необходимо устанавливать впереди односторонних, что обеспечивает более равномерную глубину обработки. В узких междурядьях (450 мм) размещают две односторонние лапы: правостороннюю и левостороннюю, или две стрельчатые лапы меньшей ширины захвата. Суммарную ширину захвата лап B_C , устанавливаемых в междурядье, определяют по следующим формулам.

При размещении трех лап в междурядии:

$$B_C = b_1 + 2b_2 = b_M - 2(e - c).$$

При размещении двух лап:

$$B_C = 2b_2 = b_M + c - 2e,$$

где c – величина перекрытия лап, мм;
 e – ширина защитной зоны, мм;
 b_1, b_2 – ширина захвата лап, мм.

Лапы, идущие возле рядков, располагают на определенном расстоянии от растений e , называемом защитной зоной. Это обеспечивает сохранность культурных растений в процессе культивации.

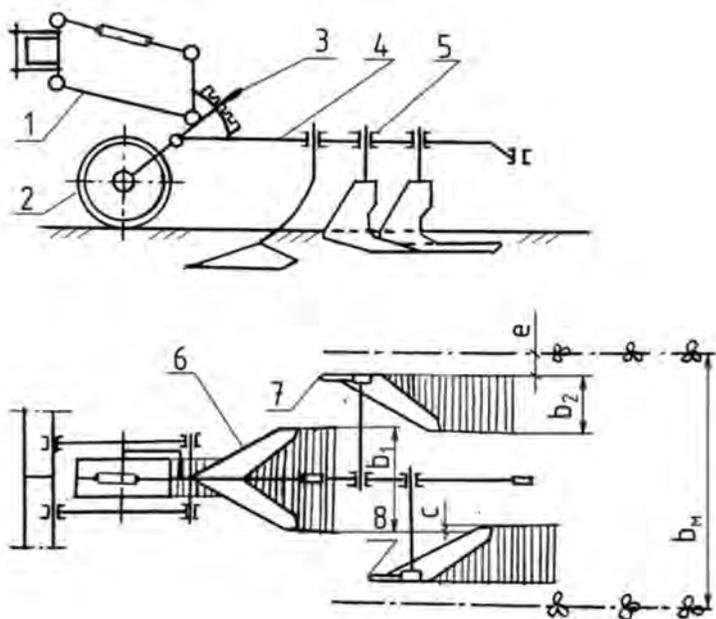


Рисунок 68 – Схема расстановки рабочих органов в междурядье:
 1 – четырехзвенник секции; 2 – копирующее колесо; 3 – рукоятка с сектором;
 4 – грядиль; 5 – держатель; 6 – лапа стрелчатая; 7 – лапа левосторонняя;
 8 – лапа правосторонняя

Для эффективного подрезания сорняков между лапами устанавливают перекрытие c , которое должно составлять 35...50 мм, а при сильной засоренности – до 80 мм. Такое перекрытие обеспечивает полное уничтожение сорняков.

Величина защитной зоны e при междурядной обработке зависит от глубины обработки, скорости движения агрегата, развитости корневой системы растений, применения средств для ориентированного вождения агрегата. При использовании таких средств $e = 40...50$ мм, без них $e = 100...125$ мм.

Например, определить B_C при $e = 125$ мм, $c = 50$ мм, $b_M = 700$ мм.

$$B_C = b_M - 2 \cdot (e - c) = 700 - 2 \cdot (125 - 50) = 550 \text{ мм.}$$

Так как на культиваторах КРН-5,6Б используют односторонние лапы шириной захвата $b_2 = 165$ мм, получим:

$$b_1 = B_C - 2b_2 = 550 - 2 \cdot 165 = 220 \text{ мм.}$$

При $e = 100$ мм: $B_C = 700 - 2 \cdot (100 - 50) = 600$ мм, $b_1 = 600 - 330 = 270$ мм.

В случае сильной засоренности $c = 80$ мм.

Тогда $B_C = 700 - 2(100 - 80) = 660$ мм, $b_1 = 660 - 330 = 330$ мм.

Вот почему культиваторы типа КРН оснащены набором стрельчатых лап шириной захвата 220, 270 и 330 мм. Это позволяет изменять величину защитной зоны и перекрытие лап в процессе вегетации растений в зависимости от конкретных условий.

Внутрирядная обработка почвы

Довсходовую обработку почвы, как правило, проводят через 4...6 дней после посева. В зависимости от погодных условий срок может быть увеличен, следят за периодом начала прорастания семян.

Цель довсходовой обработки – обеспечить надежный контакт посеянных семян с почвой, чтобы ускорить их набухание и прорастание, предотвратить образование и разрушить при появлении после выпадения осадков почвенную корку, затрудняющую проникновение к семенам и корням растений воздуха, влаги и препятствующую выходу проростков на поверхность, уничтожить всходы сорняков.

Создание благоприятного водно-воздушного режима почвы при довсходовой обработке повышает полевую всхожесть семян культурных растений и конкурентоспособность их сорнякам.

При довсходовой и послевсходовой обработках может проводиться сплошное или внутрирядное рыхление почвы. Сплошную обработку проводят зубовыми бородами БЗСС-1,0; ЗБП-0,6; БСО-4; ЗОР-0,7. Однако они повреждают до 10...15 % проростков и всходов культурных растений. Лучшие качественные показатели обеспечивает внутрирядная обработка, осуществляемая игольчатыми дисками (рис. 69а) и прополочными боронками (рис. 69б, в). Ротационные игольчатые диски в зависимости от установки их на

секции могут работать в активном или пассивном режимах. При работе в пассивном режиме П (рис. 69а) диски разрушают почвенную корку путем накалывания.

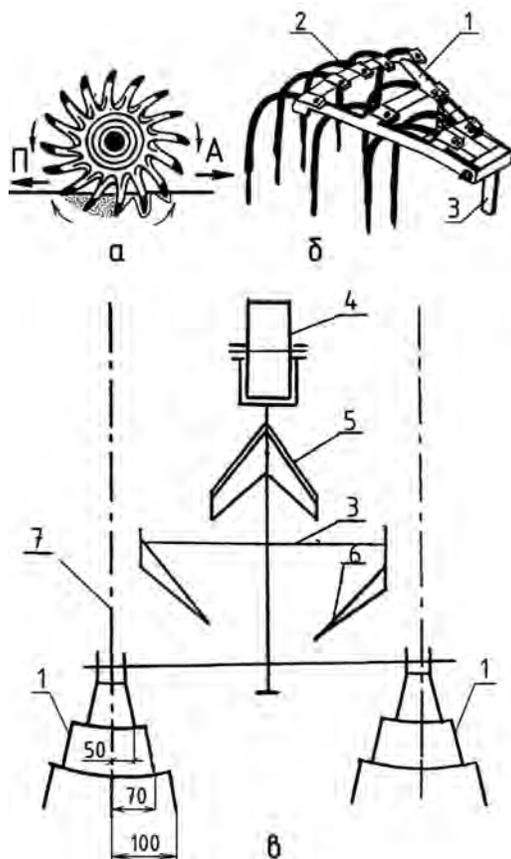


Рисунок 69 – Рабочие органы для внутрирядной обработки почвы:

- a* – ротационный игольчатый диск; *б* – борона прополочная;
- в* – схема расстановки на секции; 1 – рама; 2 – зуб; 3 – стойка;
- 4 – колесо копирующее; 5, 6 – лапы; 7 – рядок

Работа в активном режиме А обеспечивает рыхление почвы и уничтожение слабоукоренившихся сорняков в защитных зонах пропашных культур.

На рыхлых, хорошо обработанных почвах для внутрирядной обработки применяют прополочные боронки (рис. 69б).

Для обработки защитных зон на рамке прополочной боронки устанавливают шесть зубьев, попарно равноудаленных от рядка: ± 50 мм; ± 70 мм; ± 100 мм (рис. 69в). Эффективна для уничтожения сорняков в рядке струна. Перемещаясь на глубине 20...30 мм, она полностью вычесывает появившиеся всходы сорняков, не вынося влажную почву на поверхность.

Зубья заглубляют на $\frac{1}{2}$ глубины посева. Это исключает смещение семян, повреждение проростков и обеспечивает вычесывание всходов сорняков. Однако данная конструктивно-технологическая схема обработки защитных зон не всегда обеспечивает высокую стабильность глубины хода рабочих органов: копирующее колесо секции культиватора и рабочие органы боронки передвигаются по разным зонам поля. Главным, ведущим является колесо. Но оно копирует поверхность поля в междурядье, а рабочий орган, жёстко связанный с ним, перемещается по зоне рядка, имеющей другой профиль поверхности. Выдерживать высокие качественные показатели в этом случае возможно только на выровненных полях.

Пассивные рабочие органы

К пассивным рабочим органам относятся лапы-отвальчики (рис. 70а), диски (рис. 70б), окучивающие корпуса (рис. 70в), лапы с пластинами (рис. 70г), плоскорежущие лапы с регулируемым отвалами (рис. 70д).

Лапы-отвальчики используют в основном, когда растения небольшие по размеру, так как они имеют малую ширину захвата и не могут создать в рядке высокий валик почвы, как это требуется при последней культивации. Левую защитную зону обрабатывает левая лапа-отвальчик, правую – правая. Отвальчик закрепляют в боковом держателе секции культиватора на расстоянии 100...150 мм от рядка в зависимости от глубины обработки и фазы развития растений. Лапа-отвальчик подрезает слой почвы и перемещает его в зону рядка, засыпая всходы сорняков. Глубина хода 40...60 мм.

Дисковые загортачи устанавливают под углом 25...30° к направлению движения на расстоянии 70...100 мм от рядка с заглублением 60...70 мм. Они лучше, чем лапы-отвальчики, рыхлят почву, отбрасывают ее на рядок и при этом не забиваются растительными остатками. Но, как и лапы-отвальчики, их чаще всего применяют при небольших по размеру растениях.

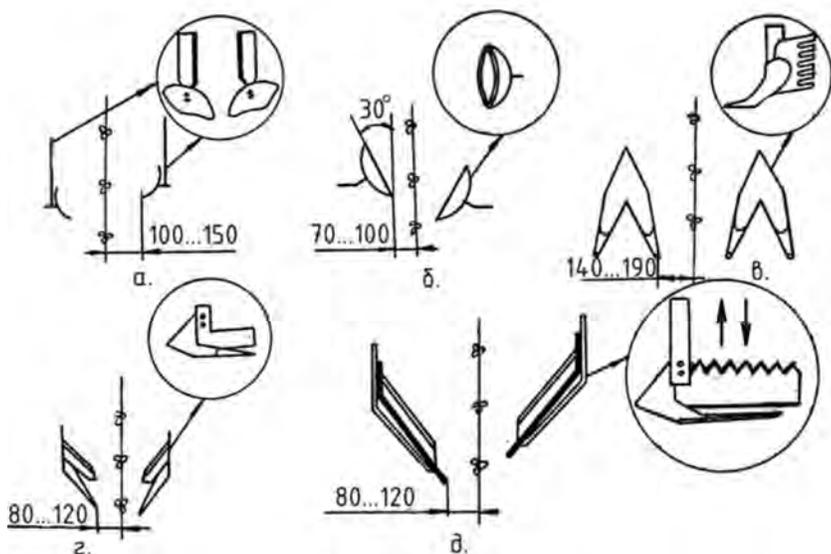


Рисунок 70 – Рабочие органы для окучивания растений:

а – лапы-отвальчики; *б* – диски; *в* – окучивающие корпуса; *г* – односторонние лапы с пластинами; *д* – плоскорежущие лапы с регулируемыми отвалами

Окучивающий корпус обычно используют при втором окучивании. Он заглубляется на 80...100 мм и образует в рядке мощный валик почвы. Однако при таком заглублении иногда корневая система растений повреждается. Кроме того, при увлажнении и уплотнении нижних слоев он выворачивает почву глыбами, которые могут повредить культурные растения и не всегда надежно присыпать всходы сорняков. После них остается оголенное дно, что приводит к испарению почвенной влаги.

Эффективны окучивающие рабочие органы на базе лап. Они устроены одинаково и представляют собой одностороннюю плоскорежущую лапу с закрепленными на ней вертикально установленными пластинчатыми отвалами. Но у первых ширина захвата 85 (150) мм и отвалы нерегулируемые, у вторых – 165 мм и регулируемые. Первые применяют на культиваторах УСМК-5,4Б, вторые – КРН-5,6Б. Лапа подрезает небольшой слой почвы высотой 40...50 мм, а отвалы перемещают его в зону рядка. Чтобы из рыхлой почвы сформировать в рядке хороший

валик, лапы размещают одну против другой. Регулируемый отвал перемещается вверх-вниз, что дает возможность проводить дозированное окучивание растений в зависимости от фазы их развития. При этом качественно подрезаются сорняки, так как лапы всегда перемещаются на глубине 40...50 мм. При окучивании небольших растений излишняя почва поступает в щель между отвалом и лапой, а требуемое количество почвы подается отвалом к рядку. Проходящая в щель почва мульчирует плотное дно, образованное лапой, тем самым предотвращается испарение почвенной влаги.

Окучивание – не только эффективный прием борьбы с сорняками, оно благоприятно влияет на рост и развитие растений, способствует образованию придаточных корней, обеспечивает развивающимся растениям устойчивое вертикальное положение.

Установки и регулировки культиватора КРН-5,6Б

Индивидуальная регулировка глубины хода рабочих органов производится за счет вертикального смещения стоек рабочих органов в держателях 9, 12 (см. рис. 63). Групповая регулировка глубины хода всех рабочих органов секции одновременно производится изменением положения опорного колеса 1 механизмом 6.

Положение держателей 9, 15 на грядиле 14 регулируется изменением положения держателей, добиваются оптимального расстояния между рабочими органами 13 по ходу движения культиватора. При недостаточном расстоянии между рабочими органами происходит нарушение технологического процесса работы.

Угол наклона грядила 14 к горизонту регулируют за счет изменения длины верхнего регулируемого звена 6. В нормальных условиях грядиль 14 устанавливают параллельно поверхности поля. На плотных почвах для улучшения заглубляемости рабочих органов звено 6 укорачивают. Но при излишнем укорочении звена 6 рабочие органы могут идти неустойчиво по глубине, рывками, образуя глыбы и глубокие борозды и вынося на поверхность поля влажную почву, способствуя ее иссушению.

При большом угле наклона четырехзвенника к горизонту ухудшается заглубляемость рабочих органов и устойчивость их хода по глубине вплоть до полного вымеления. Иногда увеличивают угол положения опорного колеса 1, опуская его с помощью рукоятки 8. Однако при этом нарушается установленная глубина хода рабочих органов. Поэтому одновременно опускают вниз стойки рабочих ор-

ганов 13 в держателях 9, 15 на величину, обеспечивающую требуемую глубину обработки.

Культиватор пропашной

влагосберегающий скоростной КПВС-5,6

Культиватор КРН-5,6 имеет ряд недостатков:

- в его комплектацию входит большой набор рабочих органов: стрелчатые лапы разной ширины захвата, лево- и правосторонние плоскорежущие лапы (бритвы), боронки, щитки, отвальчики, окучивающие корпуса, подкормочные долотья, что усложняет его эксплуатацию;
- колебания культиватора при работе в поперечной плоскости составляют ± 120 мм, что приводит к подрезанию культурных растений и ограничивает скорость рабочего движения не более 2,1 м/с;
- на каждой секции установлены стрелчатые лапы с углом крошения до 28° . Они устойчиво могут работать только при глубине хода более 70...80 мм. При этом происходит вынос влажной почвы на дневную поверхность как раз в период активного развития растений;
- с увеличением скорости происходит отбрасывание почвы, фонтанирование. Создается невыровненная поверхность, увеличивающая площадь испарения;
- копирующие колеса на каждой секции оказывают существенное влияние на качественные показатели. Наезжая на бугорок, комок почвы, они выглубляют лапы, попадая в выемку – заглубляют, увеличивая тем самым вариабельность этого показателя.

Для достижения синхронного копирования копирующие элементы должны быть на одной линии с лапами или они должны выполнять рабочие функции.

Предложен культиватор пропашной влагосберегающий скоростной КПВС-5,6. Каждая его секция включает четырехзвенник 1 (рис. 71) без регулируемых звеньев, грядиль 2, на котором установлена плоскорежущая лапа 3 с углом крошения $\alpha = 0^\circ$, шириной захвата 500 мм и два ротационных зубовых диска 4, 5 диаметром 350 мм, устанавливаемых под углом 20° к вертикальной плоскости.

При угле крошения $\alpha = 0^\circ$ появляется возможность работать лапами на глубине 40...60 мм. Подрезаются сорняки, а рыхление почвы и крошение комков осуществляют ротационные зубовые диски, создающие мелкокомковый, запирающий почвенную вла-

гу слой почвы. В виду перемещения концевых частей зубьев по циклоиде возможна обработка защитных зон. С помощью поворотника *б* каждый зубовой диск можно разворачивать в пределах 180°, что дает возможность проводить послеваходовую, междурядную обработки и окучивание растений. Причем окучивание ведется мелкокомковатой почвой без оголения дна бороздки.

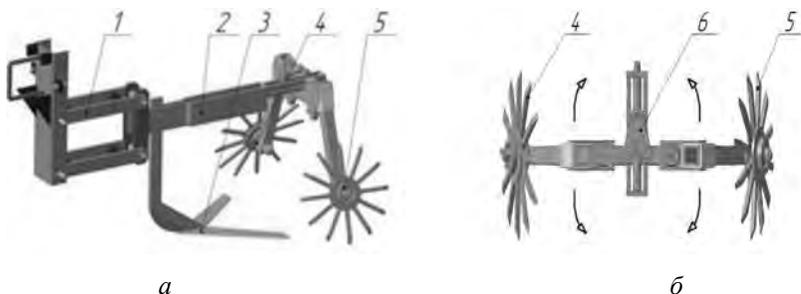


Рисунок 71 – Секция культиватора пропашного влагосберегающего скоростного КПВС-5,6:

а – общий вид секции; *б* – схема поворота ротационных зубовых дисков;
1 – четырехзвенник; *2* – грядиль; *3* – плоскорезущая лапа; *4, 5* – ротационные зубовые диски; *б* – поворотник

Вместо опорно-приводных колес с пневматическими шинами на культиваторе установлены дисковые колеса-стабилизаторы, что позволяет работать на скорости до 3 м/с, существенно повышая производительность.

Все технологические операции, требуемые при междурядных обработках, выполняются без применения дополнительных рабочих органов, что повышает эффективность эксплуатации.

Установка на культиваторе стрельчатых лап с углом крошения $\alpha = 0^\circ$ позволяет вести обработку почвы на глубину 40...60 мм.

Использование ротационных зубовых дисков создает верхний мелкокомковатый слой почвы, запирающий почвенную влагу, обеспечивает вычесывание подрезанных сорняков.

Качественные показатели работы:

- допустимая степень повреждения культурных растений до 3 %;
- отклонение средней глубины обработки от заданной допускается ± 10 мм при глубине обработки до 70 мм и ± 20 мм при большей глубине;

- отклонение средней ширины защитной зоны в зависимости от глубины обработки и вида культурных растений допускается 10...30 мм;
- обработанный слой почвы должен быть мелкокомковатым, комков почвы крупнее 20 мм допускается не более 5 %;
- сорняки в междурядьях должны быть уничтожены полностью, а в защитных полосах – 50...70 %;
- нижние влажные слои почвы не должны выноситься рабочими органами на поверхность поля;
- высота гребней и глубина борозд после лап допускается до 30 мм.

Комплекты специальных колес для тракторов МТЗ

Для снижения давления на почву и уменьшения повреждения растений при междурядных обработках предусмотрено оснащение тракторов МТЗ узкими колесами, их сдвигание (рис. 72).

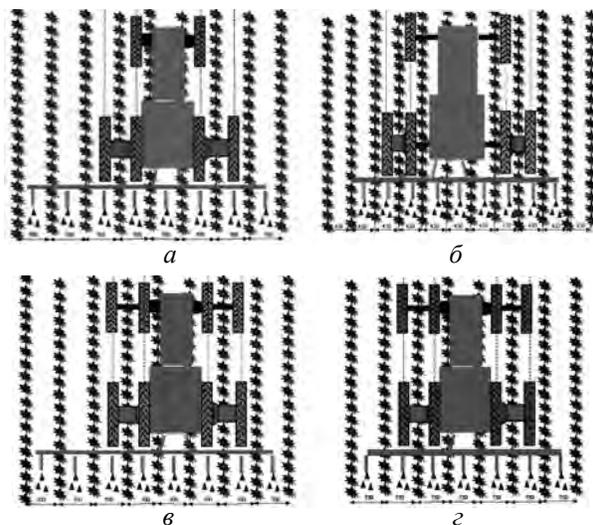


Рисунок 72 – Схемы использования узких колес:

- а* – схема установки колес при обработке междурядий шириной 700 мм без спаренных передних колес с колеей 1620 мм; *б* – схема установки колес при обработке междурядий шириной 450 мм без спаренных передних колес с колеей 1800 мм; *в* – схема установки колес при обработке междурядий шириной 700 мм со спаренными передними колесами с колеей 1620 мм; *г* – схема установки колес при обработке междурядий шириной 750 мм со спаренными передними колесами с колеей 1640 мм

Способ возделывания подсолнечника

Посев семян подсолнечника проводят по схеме:
0,5 + 0,5 + 0,5 + 2,1 + 0,5 + 0,5 + 0,5 м (рис. 73а).

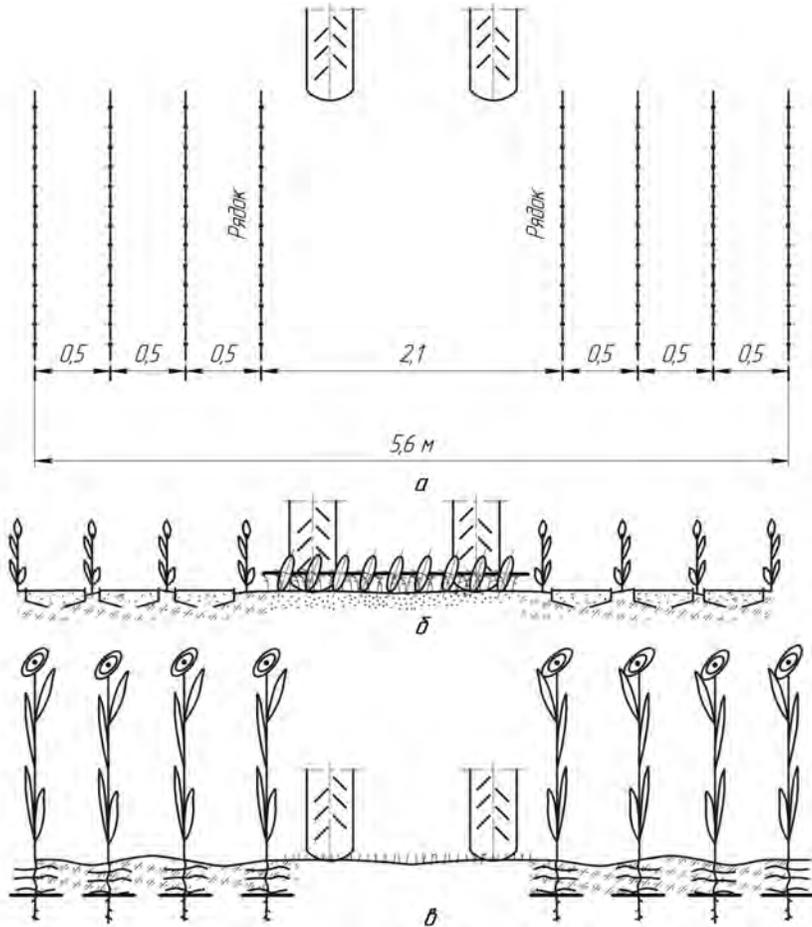


Рисунок 73 – Схема ухода за посевами подсолнечника:

а – посев; *б* – междурядная обработка; *в* – подрезание корневой системы

Схему посева выбирают исходя из следующего.

Ширина широкого междурядья, по которому передвигается трактор, должна быть:

$$\text{Ш}_{\text{п}} = \text{К}_{\text{т}} + \text{Ш}_{\text{к}} + 2\text{З},$$

где $\text{К}_{\text{т}}$ – колея трактора колесного типа МТЗ, м; $\text{К}_{\text{т}} = 1,4$ м;
 $\text{Ш}_{\text{к}}$ – ширина заднего колеса трактора, м; $\text{Ш}_{\text{к}} = 0,4$ м;
 З – защитная зона от задних колес трактора до рядков, м;
 $\text{З} = 0,15$ м.

Тогда $\text{Ш}_{\text{п}} = 1,4 + 0,4 + 2 \cdot 0,15 = 2,1$ м.

Ширина узких междурядий ($\text{Ш}_{\text{у}}$):

$$\text{Ш}_{\text{у}} = \frac{\text{Ш}_{\text{з}} - \text{Ш}_{\text{п}}}{\text{Ч}_{\text{м}}},$$

где $\text{Ш}_{\text{з}}$ – ширина захвата сеялки, м; $\text{Ш}_{\text{з}} = 5,6$ м;
 $\text{Ч}_{\text{м}}$ – число междурядий между крайними секциями сеялки,
 шт.;
 $\text{Ч}_{\text{м}} = 7$ шт.

Тогда $\text{Ш}_{\text{у}} = \frac{5,6 - 2,1}{7} = 0,5$ м.

Восьмирядный посев осуществляется сеялками типа СУПН-8А, количество высеваемых семян, шт/га, остается таким же, как рекомендуемое для данной зоны. Колея трактора – 1,4 м, колеса перемещаются по широкому междурядью 2,1 м.

Для рыхления почвы и уничтожения сорняков ведут междурядную обработку пропашным культиватором, при этом используют высоклиренсный культиватор. С учетом известного коэффициента стойкости стеблей подсолнечника $\text{К}_{\text{СТ}} = 0,22$ м и его максимально возможной высоте $\text{В}_{\text{р}} = 2,0$ м полевой просвет (клиренс) от поверхности почвы до нижнего обреза бруса культиватора можно определить по формуле

$$\text{П} = \text{В}_{\text{р}} - \text{К}_{\text{СТ}} \cdot \text{В}_{\text{р}} = 2,0 - 0,22 \cdot 2,0 = 1,56 \text{ м.}$$

В широком междурядье 2,1 м ведется лущение сорняков, а в узких 0,5 м рыхление лапами и окучивание растений.

Наличие широких междурядий позволяет в период вегетации проводить подкормку растений, защиту их от болезней и вредителей стандартными наземными машинами (б). Исключается применение гербицидов, так как междурядная обработка может проводиться в течение всего вегетационного периода.

Через 30...40 дней после массового цветения подсолнечника, когда в посевах 50...60 % растений имеют желтые корзинки, 15...20 % – бурые, проводят подрезание корневой системы растений. Ввиду того, что основная масса снабжающих влагой корней находится на глубине более 10...12 см, подрезание проводят на глубине 10...12 см струнными рабочими органами (в). При прекращении поступления влаги к растениям влажность семян в короткий промежуток времени достигает 8...10 %, когда можно убирать без последующей искусственной сушки семян.

Восьмирядные посева, разделенные полосами, удобно и более производительно убирать комбайнами. При этом транспортные средства передвигаются по широким междурядьям, что снижает уплотнение почвы.

Через семь – восемь суток после подрезания корневой системы влажность семян достигает оптимального значения (табл. 15).

Таблица 15 – Влажность семян, %

Характеристика растений	Через 7 суток после подрезания по повторениям			
	1	2	3	Средняя
С неподрезанной корневой системой	27,4	25,3	22,9	25,2
С подрезанной корневой системой	9,5	8,8	8,7	9,0

В это время можно начинать уборку.

1.6. Катки

Назначение катков

Катки предназначены для уплотнения почвы, дробления глыб, выравнивания поверхности, разрушения почвенной корки, прикапывания зеленых удобрений перед запахиванием.

Катки применяют самостоятельно, в агрегате с плугом и в составе комбинированных почвообрабатывающих агрегатов. Их используют как до посева, так и после посева. До посева они осуществляют выравнивание поверхности и уплотнение рыхлой, не осевшей почвы. Если этого не делать, то оседание почвы после посева приводит к разрыву корешков растений.

Прикатывание после посева улучшает контакт высеянных семян с почвой, способствует подтягиванию влаги к ним из нижних слоев, в результате чего семена быстрее прорастают.

В засушливых условиях прикатыванием снижают потери влаги за счет конвекционно-диффузного механизма испарения, который особенно проявляется на рыхлой почве.

Прикатывание предохраняет почву от выдувания ветром.

Классификация катков

Катки классифицируются по технологическому назначению и по форме поверхности (рис.74).



Рисунок 74 – Классификация катков

Гладкий каток

Гладкий каток (рис.75) уплотняет поверхностный слой почвы на глубину 40...60 мм.

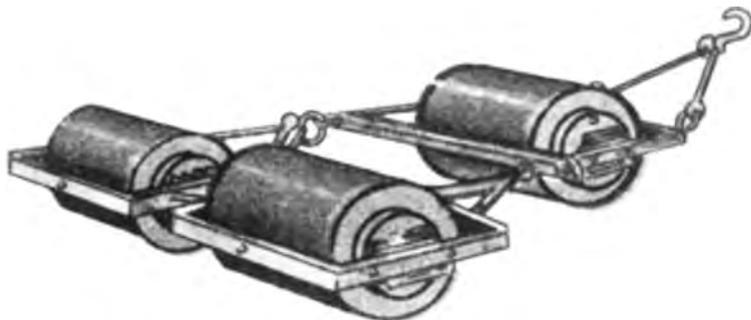


Рисунок 75 – Каток гладкий

Это пустотелый цилиндр диаметром 700...800 мм, внутреннюю полость которого можно заполнить водой для увеличения давления на почву. В зависимости от количества залитой воды от 0 до 500 л удельное давление меняется от 2,0 до 6,0 кН на 1 м длины катка. Используют как тяжелые катки ЗКВГ-1,4, так и легкие СКГ-2-3.

Кольчатый каток

Он состоит из дисков (колес) с клиновидной рабочей поверхностью (рис.76). Острые клинья врезаются в почву, уплотняя ее нижний, подповерхностный слой. Остающиеся валики почвы после прохода катка образуют рыхлый поверхностный слой. Часто их делают из двух батарей. Клинья дисков второго ряда размещаются против канавок первого, что обеспечивает надежную очистку от почвы, раздавливание или удаление застрявших между дисками первого ряда почвенных комков.



Рисунок 76 – Каток кольчатый

Кольчато-шпоровый каток

Каток представляет собой набор дисков (колес) диаметром 450...550 мм, снабженных шпорами (рис.77). Шпоры, углубляясь, уплотняют подповерхностный слой почвы, а выходя из нее, разрыхляют поверхностный слой. Он хорошо разрушает комки и выравнивает поверхность вспаханного поля.

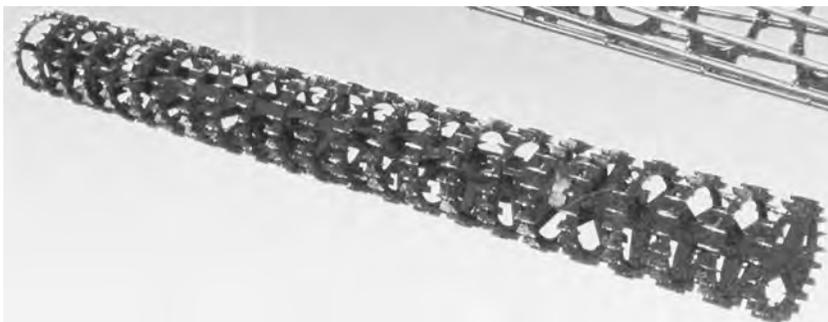


Рисунок 77 – Каток кольчато-шпоровый

Каждая секция катка состоит из двух, расположенных одна за другой батарей с балластными ящиками. Диски задней батареи смещены относительно дисков передней батареи на половину шага, что улучшает самоочищение их от налипшей почвы и застрявших комков. Регулируя массу балласта, изменяют удельное давление от 2,7 до 4,7 кН на 1 м длины. Каток ЗККШ-6 имеет три секции общей шириной захвата 6,1 м.

Кольчато-зубчатые катки

Каток (рис. 78) осуществляет уплотнение подповерхностного слоя почвы на глубину до 70 мм и рыхление поверхностного слоя.



Рисунок 78 – Кольчато-зубчатый каток в работе

Он включает набор последовательно чередующихся дисков с клиновидной (кольчатой) и зубчатой рабочими поверхностями. Зубчатые диски имеют больший диаметр и посажены свободно. Так, на катке ККН-2,8 (рис. 79) установлено десять клиновидных дисков диаметром 350 мм и десять зубчатых диаметром 366 мм. Удельное давление для этого катка 2,3 кН на 1 м длины. Имеются широкозахватные кольчато-зубчатые катки КЗК-10, К-10, имеющие по пять секций и диски диаметром 430, 470 мм.

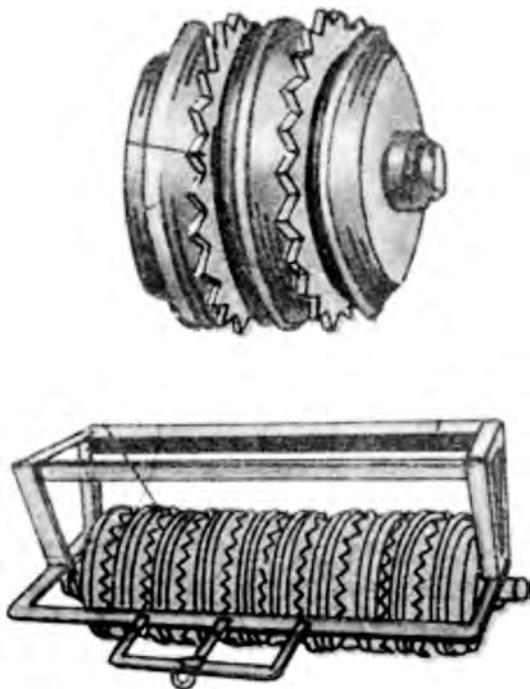


Рисунок 79 – Кольчато-зубчатый каток ККН-2,8

Прутковые катки

Он представляет собой цилиндр (рис. 80), рабочая поверхность которого выполнена из прутков. Прутки расположены под углом к оси цилиндра или по винтовой линии, что улучшает процесс выравнивания поверхности почвы. Прутковые катки бывают диаметром 250, 450, 600 и 900 мм с количеством прутков от 7 до 18.

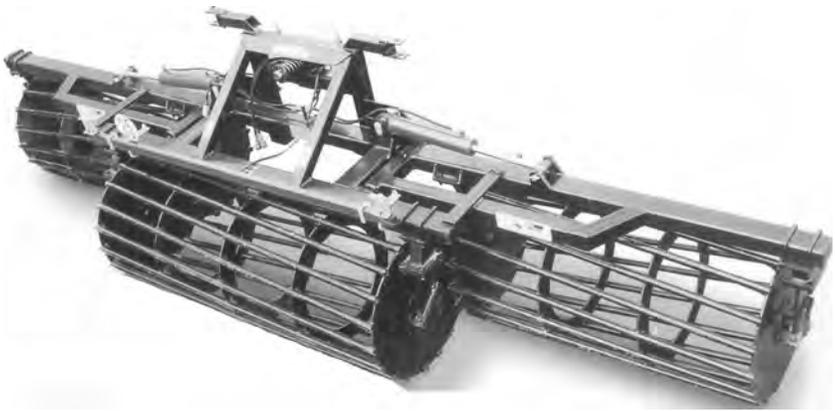


Рисунок 80 – Каток прутковый

Пластинчатые катки

Как и прутковые, они представляют собой цилиндр (рис. 81), рабочая поверхность которого выполнена из пластин (ножей). Пластинки расположены под углом к оси цилиндра или по винтовой линии, что улучшает процесс выравнивания поверхности почвы. Ножевидные пластины хорошо разрушают комки почвы. Пластинчатые катки бывают диаметром 250, 450, 600 и 900 мм с количеством пластин от 7 до 18.



Рисунок 81 – Каток пластинчатый

Спиральные катки

Каток состоит из барабана (рис. 82), выполненного в виде трубы с закрепленной на ней спиралью. Спираль выполнена из пластинчатого, круглого прутка или прутка квадратного сечения. Часто на одном катке устанавливают две спирали – левую и правую, что обеспечивает равномерность хода без отклонения в сторону. Каток воздействует на комки почвы, разрушая их, производит частичное смешивание верхнего слоя, выравнивание и уплотнение его.

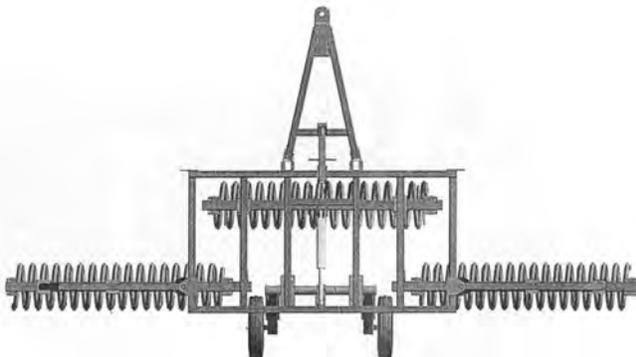


Рисунок 82 – Каток спиральный

Дисковые катки

Катки (рис. 83) осуществляют:

– прикатывание почвы перед посевом и после него;

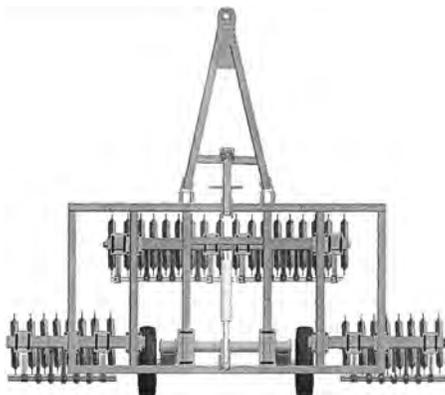


Рисунок 83 – Каток дисковый

- выравнивание поверхности вспаханного поля;
- дробление глыб;
- рыхление и разрушение почвенной корки;
- обработку и подготовку почвы для посева в нулевых минимальных, почвозащитных и энергосберегающих технологиях.

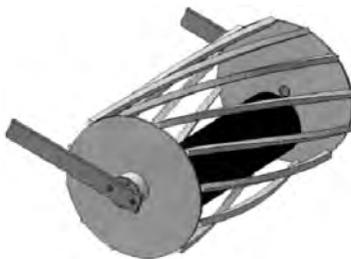
Он представляет собой батарею из гладких дисков, посаженных на вал, батареи с помощью кронштейнов крепятся на раме.

Двухъярусный каток

Двухъярусный каток (рис. 84) состоит из двух катков: наружного и внутреннего. Наружный каток – прутковый. Он включает в себя два вертикальных диска, соединенных прутками квадратного сечения, равномерно расположенных по окружности. Внутри катка – пустотелый гладкий цилиндр (труба). Диаметр наружного цилиндра – 400...500 мм, внутреннего – 80...100 мм.



а



б

Рисунок 84 – Двухъярусный каток:

а – общий вид; *б* – модуль катка

По окружности дисков с внутренней стороны расположены узкие полосы, по которым перекачивается внутренний каток.

Наличие двух катков обеспечивает интенсивный процесс крошения комков почвы. Попадая внутрь наружного катка, комки подвергаются ударному воздействию гладкого катка. Создается мелкокомковатая поверхность почвы.

Взаимодействие катка с почвой

При перемещении катка в почве образуется колея глубиной h . Элементы поверхности катка действуют на почву подобно граням клина.

Частицы почвы перемещаются как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

При качении катка без скольжения он пройдет путь

$$l = 2\pi rn,$$

где r – радиус катка, мм;

n – число сделанных катком оборотов.

В случае перекачивания со скольжением

$$l = 2\pi rn + \Delta l_{\text{ск}},$$

где $\Delta l_{\text{ск}}$ – длина пути, пройденная катком в результате скольжения.

Каток при встрече с комками почвы должен перекачиваться через них, а не толкать их вперед. Не должен образовываться перед катком и почвенный валик. Это зависит прежде всего от диаметра катка, необходимо соблюдать следующее условие:

$$h \leq \frac{d_k}{2}(1 - \cos \delta) \leq \frac{d_k}{2}[1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)],$$

где h – глубина колеи, при которой не образуется почвенный валик, мм;

φ_1, φ_2 – углы трения почвы о материал катка и почвы о почву.

$\delta \leq \varphi_1 + \varphi_2$. Для предельного случая $\delta = \varphi_1 + \varphi_2$.

При наличии на поверхности почвы комков диаметром $d_{\text{п.к}}$, диаметр катка определяют по следующей формуле:

$$d_{\text{кmin}} = d_{\text{п.к}} \cdot \text{ctg}^2(\delta/2).$$

где $d_{\text{п.к}}$ – диаметр комков почвы, мм.

Для упрощения расчетов принимают $d_k = (7,5 \dots 8,0) d_{п.к}$.

Например, определить минимальный диаметр катка при наличии на поверхности комков почвы диаметром $d_{п.к} = 50$ мм;

$$d_{kmin} = 8 \cdot d_{п.к} = 8 \cdot 50 = 400 \text{ мм.}$$

Плотность почвы по глубине зависит от диаметра катка, его массы, а также от состояния почвы и скорости движения.

При движении катка к его оси O (рис. 85) приложена сила тяги или толкающая сила F_T , а также сила тяжести G :

$$G = mg,$$

где m – масса катка в сборе, кг;

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

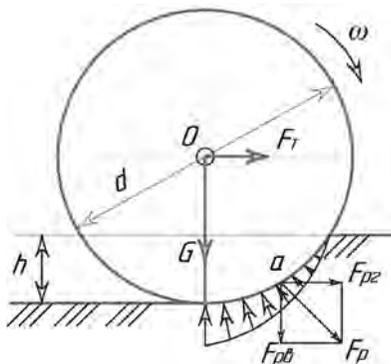


Рисунок 85 – Схема взаимодействия катка с почвой

Эти силы создают равнодействующую F_p , которая пересекает дно борозды в некоторой точке a .

Разложив силу F_p на вертикальную $F_{p.в}$ и горизонтальную $F_{p.г}$ составляющие, увидим, что на каток действуют две пары сил $F_{p.г} - F_{p.г}$ и $G - F_{p.в}$. Первая пара сил образует движущий момент, вторая – момент сопротивления.

Чем больше диаметр катка d и его масса m , тем больше вертикальная составляющая $F_{p.в}$ и тем глубже происходит приращение плотности почвы. Поэтому если при использовании катков диаметром 200...250 мм наибольшее приращение плотности почвы наблюдается в слое до 50 мм, то для катков диаметром 400...500 мм в слое 50...100 мм.

При увеличении рабочей скорости движения катка свыше 2,0...2,5 м/с наибольшее уплотнение получает слой, расположенный ближе к поверхности. Превышение плотности составляет 20...40 % от первоначальной.

Удельное давление на почву определяют по формуле

$$p = \frac{mg}{B_k},$$

где m – масса катка, кг;
 B_k – ширина захвата катка, м.

Например, для катка К-10 массой $m = 5300$ кг и шириной захвата $B_k = 10,8$ м

$$p = \frac{5300 \cdot 9,8}{10,8} = 4,8 \text{ кН/м.}$$

Эффективность катков:

- применение катков исключает ряд операций по выравниванию поверхности поля и предпосевной подготовке почвы;
- повышение производительности агрегата при последующих операциях за счет более высокой скорости рабочего движения по выровненной поверхности;
- ускоряются сроки сева;
- использование катков способствует ускорению процессов восстановления структуры почвы, обеспечивает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений.

1.7. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты

При использовании однооперационных машин приходится чаще передвигаться по полю машинно-тракторным агрегатам. А это приводит к переуплотнению почвы, ее распылению. Вот почему для выполнения технологических операций, которые можно совмещать по времени, созданы комбинированные агрегаты. Применение их повышает производительность, уменьшает сроки проведения полевых работ, снижает энергоемкость и производственные затраты, улучшает качественные показатели.

Однако при этом ухудшается маневренность, надежность более материалоемкой техники, усложняется ее эксплуатация, техобслуживание и ремонт. Поэтому степень совмещения операций имеет определенные пределы.

Принципы комбинирования

Существует три основных принципа (типа) комбинирования (комбинированных агрегатов):

I – агрегаты составляют из последовательно (эшелонировано) расположенных однооперационных машин и орудий. Их размещают спереди, сбоку и сзади энергетического средства.

II – на единой раме размещают в определенной последовательности определенный набор однооперационных рабочих органов и устройств.

III – единая рама приспособлена для размещения на ней в различной последовательности разного типа и количества рабочих органов, в том числе и комбинированных.

Комбинированные агрегаты

Комбинированные агрегаты для поверхностной обработки почвы (компакторы) создаются в основном по третьему принципу. Они изготавливаются в зависимости от рабочей ширины навесными жесткими или полунавесными складными. На единой раме можно формировать несколько вариантов набора рабочих органов как по количеству, так и по последовательности их размещения. Все это делается в зависимости от конкретных задач и условий работы. Такие агрегаты имеют большие технологические возможности во все периоды полевых работ, начиная с послеуборочного рыхления стерни, подготовки почвы под посев и кончая почвозащитной обработкой.

В набор комбинированных агрегатов входят дисковые и игольчатые секции, плоскорезы, лапы, выравниватели, стрельчатые лапы, пружинные рыхлительные лапы, катки разных модификаций, шелеватели (рис. 86).

Чаще всего в комбинированных агрегатах первыми рабочими органами, которые начинают обработку почвы, являются дисковые со сферическими, гладкими или игольчатыми дисками. Они ведут поверхностную обработку, частично выравнивание поверхности, существенно уменьшая энергозатраты сзади идущих плоскорезных или стрельчатых лап. Диски используются в составе батарей и размещаются на раме в один или два ряда и обрабатывают почву

на глубину 50...80 мм. Лапы подрезают корни сорняков и рыхлят почву на глубину 80...150 мм.

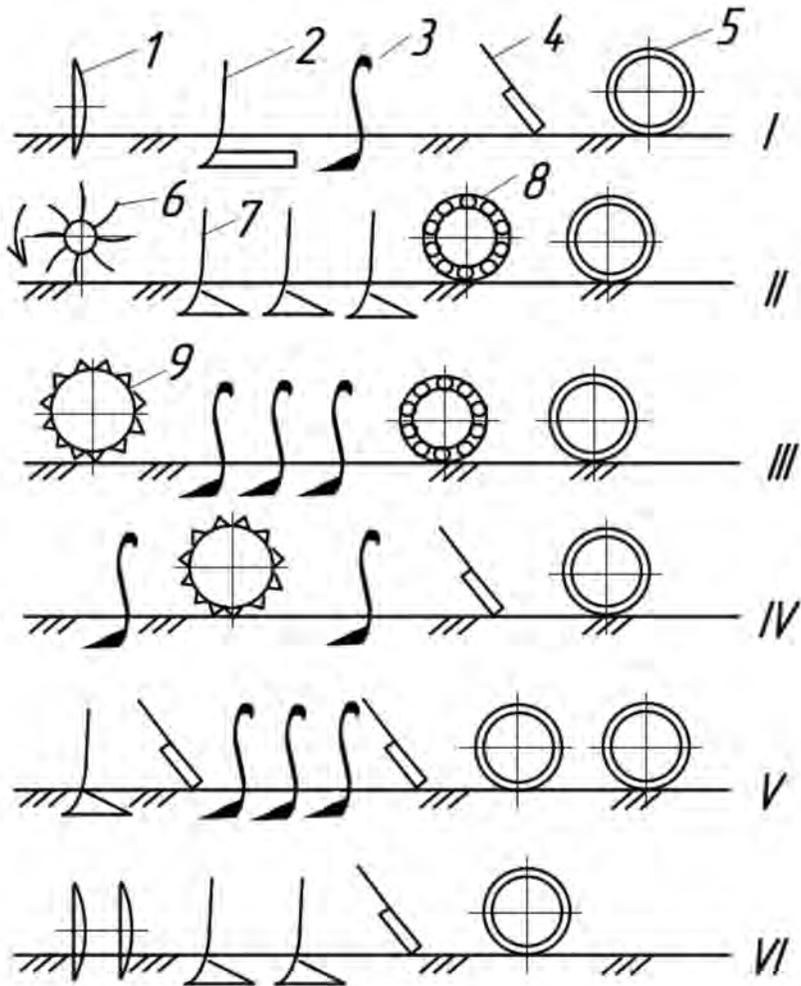


Рисунок 86 – Схемы комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, I, II, III, IV, V, VI варианты:

- 1 – диск гладкий; 2 – плоскорежущая лапа; 3 – пружинная рыхлительная лапа;
- 4 – выравниватель; 5 – каток кольчато-шпоровый; 6 – диск игольчатый;
- 7 – стрелчатая лапа; 8 – каток прутковый (пластинчатый);
- 9 – каток кольчато-зубчатый (клинчатый)

Предварительное накалывание почвы игольчатыми дисками вносит положительное изменение в процесс подрезания и рыхления почвы плоскорезущими и стрелчатыми лапами. Скалывание и крошение пласта при этом происходит не произвольно по сечениям наименьшего сопротивления, а в зависимости от частоты и глубины расположения наколов, которые могут быть выбраны в зависимости от состояния почвы. Наколы являются концентраторами напряжений.

Происходит более эффективное крошение почвы.

Лапы устанавливаются на разную глубину: первого и третьего ряда на меньшую, а второго – на большую. Вначале идет предварительное разрушение комков и глыб, второй ряд лап подрезает сорняки, а третий – доразрушает комки. S-образные стойки создают вибрацию, способствующую измельчению комков и освобождающую их от растительных остатков. Выравниватели устанавливаются на пружинной подвеске. Катки, расположенные сзади, измельчают оставшиеся комки почвы, обеспечивая мелкокомковатую и уплотненную структуру.

Лапы подрезают пожнивные остатки, рыхлят почву (рис. 87а). Образованные после стоек лап бороздки заделывают установленные сзади пары сферических дисков (рис. 87б), борона перемешивает солому с почвой и равномерно распределяет ее по поверхности (рис. 87в). Катки уплотняют подповерхностный слой и обеспечивают заданную глубину обработки (рис. 87г).

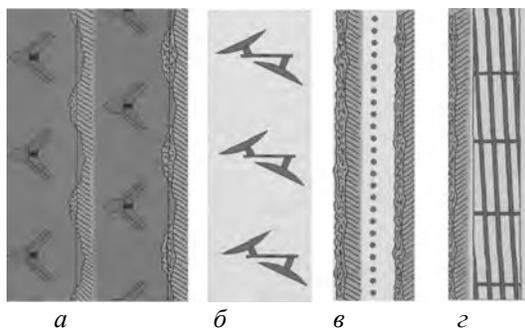


Рисунок 87 – Принцип действия комбинированного агрегата:

а – подрезание; б – заделывание бороздок; в – перемешивание и распределение соломы с почвой; г – уплотнение почвы при точном соблюдении заданной глубины обработки

Для предпосевной обработки применяют комбинированные агрегаты, включающие выравнивающий нож 1 (рис. 88), устанавливаемые в четыре ряда стрельчатые лапы с пружинными стойками 2 и спаренные прутковые катки разных диаметров 3.

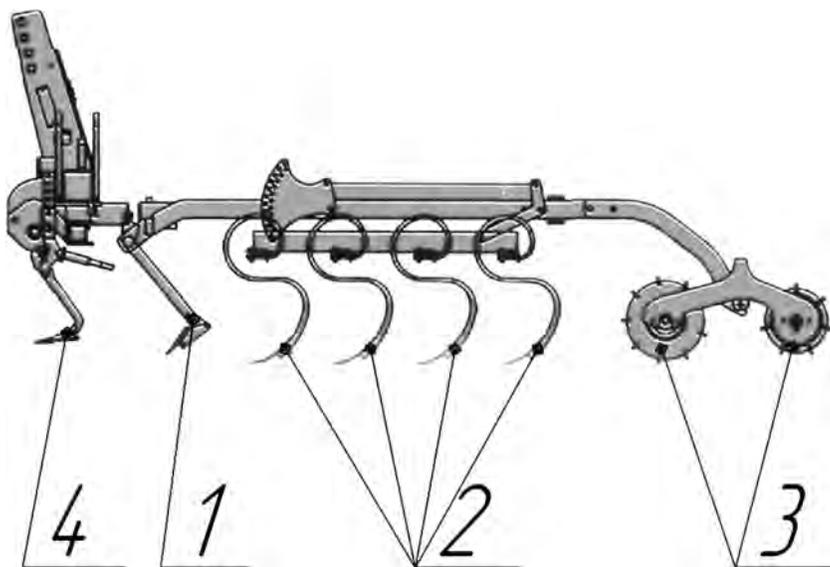


Рисунок 88 – Комбинированные агрегаты, используемые для предпосевной обработки:

1 – выравнивающий нож; 2 – стрельчатые лапы; 3 – катки;
4 – разуплотняющие стрельчатые лапы

По следу колес трактора работают разуплотняющие стрельчатые лапы 4. Катки, имея различный диаметр, позволяют более эффективно выравнивать поверхность почвы. Параллелограммная подвеска рабочих органов существенно повышает равномерность глубины обработки и качественную подготовку семенного ложа. Это гарантирует равномерный ход сошников посевных машин.

Агрегаты комбинированные модернизированные АКМ-3,6; АКМ-6,3

Агрегат комбинированный модернизированный АКМ-3,6 (рис. 89) предназначен для предпосевной подготовки почвы, обработки паров, культивации под яровые и пропашные культуры.



*Рисунок 89 – Агрегат комбинированный
модернизированный АКМ-3,6*

Он ведет сплошную обработку почвы на глубину 6...16 см, осуществляет рыхление почвы, измельчение комков и пожнивных остатков, мульчирование и выравнивание поверхности, уплотнение подпочвенного слоя, подрезание сорняков.

Комбинированный агрегат состоит из основных секций и шарнирно закрепленных к ней боковых секций с рабочими органами.

Впереди установлены в два ряда дисковые рабочие органы (рис. 90) диаметром 450 мм, выполняющие функцию лушильника. На всех сферических дисках размещены чистики.

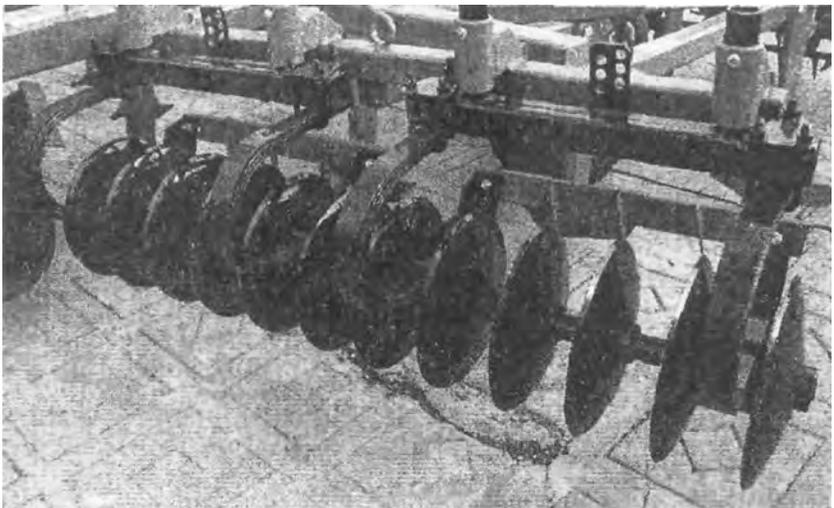


Рисунок 90 – Дисковые рабочие органы

За дисками в три ряда на раме закреплены плоскорежущие лапы (рис. 91) шириной захвата 450 мм. Лапа включает стойку, два ножа и долото.

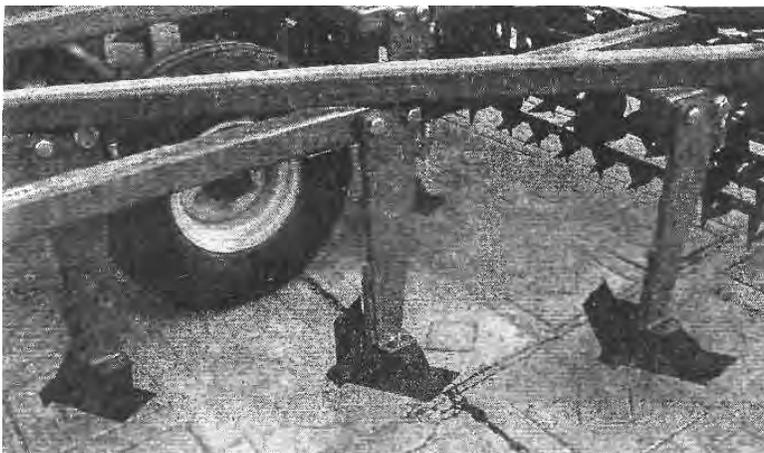


Рисунок 91 – Плоскорежущие лапы

За лапами размещены катки-измельчители (рис. 92а) оснащенные ножами, а за ними катки-выравниватели (рис. 92б). Катки-выравниватели подпружинены, по окружности расположены по винтовой линии прутки квадратного сечения.



а



б

Рисунок 92 – Катки:

а – измельчители; *б* – выравниватели

В транспортном положении агрегат опускается на два пневматических колеса, в рабочем на катки.

Краткая техническая характеристика АКМ-3,6; 6,3 представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Краткая техническая характеристика АКМ-3,6; 6,3

Показатель	Значение показателей АКМ-3,6	Значение показателей АКМ-6,3
Тип	Прицепной	
Агрегируется (тяговый класс)	2	5
Рабочая скорость, км/ч	8–12	8–12
Транспортная скорость, км/ч	15	15
Пределы ступенчатой регулировки глубины обработки, мм	80–210	80–210
Ширина захвата, м	3,6	6,3
Производительность, га/ч	2,8–3,2	5–6,8
Кол-во дисковых батарей, шт.	12	24
Кол-во плоскорежущих рабочих органов, шт.	10	17
Габаритные размеры в раб. положении, мм		
– длина	7350	7500
– ширина	3700	6560
– высота	1100	1630
Габаритные размеры в трансп. положении, мм		
– длина	7350	7500
– ширина	3700	4970
– высота	1400	3655
Масса, кг	3300 (+/-50)	5975 (+/-50)

В процессе движения агрегата дисковые рабочие органы проводят лушение необработанного поля (рис. 93). Лушение обеспечивает:

- измельчение пожнивных остатков;
- уменьшение испарения почвенной влаги;

- подрезание взошедших сорняков;
- провоцирование прорастания семян сорняков;
- снижение энергозатрат на рыхление почвы.

Плоскорезные лапы 2 подрезают пласт почвы и рыхлят его. Каток-измельчитель 3 крошит крупные комки почвы ножами и способствует просыпанию в нижние слои мелкокомковатых почвенных отделностей.

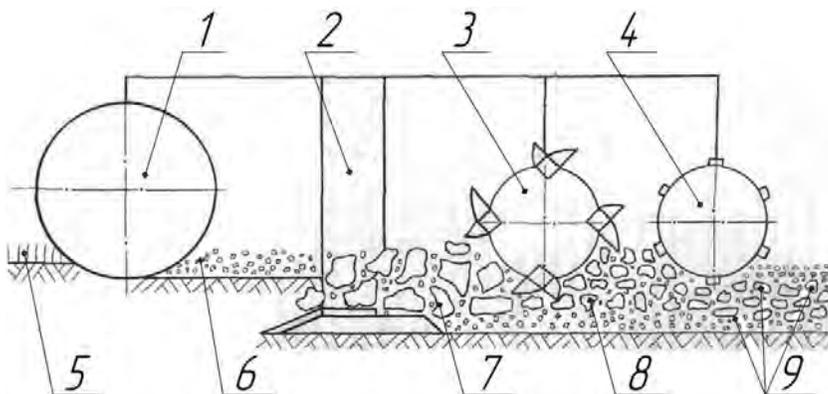


Рисунок 93 – Технологическая схема работы комбинированного агрегата:

1 – диск; 2 – плоскорезная лапа; 3 – каток-измельчитель; 4 – каток-выравниватель; 5 – необработанная почва (стерня); 6 – измельченный верхний слой; 7 – взрыхленный слой почвы на глубину основной обработки; 8 – дополнительно измельченная почва; 9 – укладка почвенных фракций после прохода

Каток-выравниватель 4 за счет размещенных на нем прутков по винтовой линии проводит выравнивание поверхности, а благодаря вертикальной нагрузке уплотняет подповерхностный слой почвы.

На поверхности создается мульчирующий слой.

II. Сеялки

2.1. Общее устройство и классификация сеялок

Сеялка состоит из семенного бункера *б* (рис. 94), семявысевающих аппаратов *8*, семяпроводов *9*, сошников *10* и устройств для засыпания борозд. Высевающие аппараты снабжены вращающимися частями, которые приводятся в движение от опорно-ходовых колес *1* через звездочки *2, 3, 4, 5* цепной передачи. В бункере может быть установлен ворошитель *7* для активизации высева малосыпучих семян.

Семена из бункера поступают в корпус высевающего аппарата, который подает их равномерным потоком в семяпровод *9* и далее в сошник *10*. Сошник образует в почве борозду, на дно которой укладывает семена. Борозду засыпают почвой различными устройствами: загортачами, боронами, отвальчиками, катками. Прикатывающие катки улучшают контакт семян с почвой.

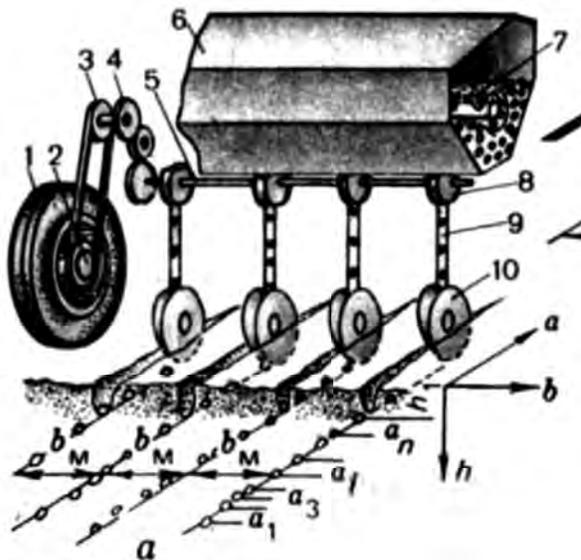


Рисунок 94 – Общее устройство зерновой сеялки

Для припосевного внесения удобрений сеялки снабжают дополнительным бункером и туковысевающими аппаратами. В почву удобрения заделывают семенным или туковым сошником.

По способу посева различают сеялки рядовые, квадратно-гнездовые, гнездовые, пунктирные, разбросные, по назначению подразделяют сеялки на универсальные, специальные и комбинированные.

Универсальные сеялки предназначены для посева семян различных культур, например зерновые и зернотравяные сеялки для зерновых, бобовых, масличных и некоторых технических культур, а также трав. *Специальные сеялки* (свекловичные, хлопковые, кукурузные, овощные) рассчитаны на одну или ограниченное число культур. Универсальные сеялки наиболее экономичны, так как при их использовании уменьшается число машин в хозяйстве, увеличивается время использования каждой машины, облегчается ее эксплуатация. Замена специальных сеялок универсальными затруднена, так как размеры семян разных культур, нормы и способы их посева, глубина заделки, междурядья весьма разнообразны.

Комбинированными называются сеялки с туковысевающими аппаратами.

По компоновке рабочих органов различают сеялки моноблочные, раздельно-агрегатные и секционные.

Моноблочные сеялки оборудованы общей рамой, на которой монтированы все рабочие органы. Эта группа сеялок снабжена одним или двумя бункерами 1 (рис. 95), с которых семена поступают сразу в несколько высевających аппаратов 2, из них в семяпроводах 3 и далее в сошники 4.

Раздельно-агрегатные сеялки с централизованными дозаторами состоят из отдельных блоков (модулей), соединенных в единый агрегат. Такие сеялки включают в себя бункер 5 (рис. 95б) большой вместимости, смонтированный на тракторе или специальной тележке-блоке, и посевной блок. На бункере закреплен один или два высевających аппарата (дозатора) 6, связанные центральными трубопроводами 7 с одним или двумя распределителями 8 потоков, смонтированных на раме посевного блока. Распределители соединены семяпроводами 9 с сошниками 10, закрепленными на посевном блоке. Из бункера семена поступают в дозатор, а от него в центральный семяпровод, к распределителям и в сошники.

Секционные сеялки состоят из отдельных посевных секций, присоединенных к раме 11 (рис. 95). Каждая секция снабжена бункером 12, высевальным аппаратом 13, механизмом привода, сошником 14, опорными колесами, каточками и загортачами. Раздвигая секции по раме, можно изменять ширину междурядий. Такая компоновка характерна для специальных сеялок, используемых для широкорядного и пунктирного посевов.

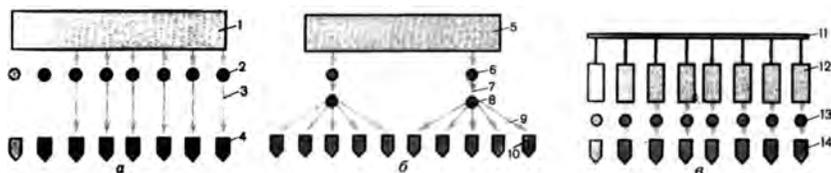


Рисунок 95 – Компоновочные схемы сеялок:

- а – моноблочная; б – с централизованными дозаторами; в – секционная;
- 1, 5, 12 – бункера; 2, 6 и 13 – высевальные аппараты; 3, 9 – семяпроводы;
- 4, 10, 14 – сошники; 7 – центральный трубопровод;
- 8 – распределитель потоков; 11 – брус-рама

По способу агрегатирования с тракторами различают навесные и прицепные сеялки. Зерновые сеялки обычно прицепные, что дает возможность составлять посевной агрегат из одной-шести сеялок.

Показатели качества работы зерновых сеялок:

- соответствие действительного высева семян заданной норме. Допустимое отклонение не более $\pm 3\%$ для зерновых культур и не более $\pm 10\%$ для мелкосеменных;
- равномерность высева семян всеми высевальными аппаратами. При посеве зерновых культур относительное допустимое отклонение высева семян каждым высевальным аппаратом от среднего высева не должно превышать для зерновых культур 4% ;
- устойчивость высева семян по ходу сеялки. Допустимая неустойчивость высева не более 3% ;
- соответствие средней глубины заделки семян заданной. Допустимое отклонение ± 5 мм при глубине заделки семян 30...40 мм, ± 7 и ± 10 мм соответственно при глубине 40...50 и 60...80 мм;
- соответствие ширины междурядий заданной. Допустимое отклонение стыковых междурядий смежных сеялок агрегата ± 20 мм, а в двух смежных проходах агрегата ± 50 мм;
- выравненность поверхности поля. Высота гребней (глубина бороздок) не должна превышать 30...40 мм.

2.2. Сеялки для посева семян зерновых культур

Зерновая сеялка СЗ-3,6А (рис. 96) и ее модификации предназначены для посева обычным рядовым, узкорядным и широкорядным способами зерновых, кормовых, масличных и технических культур с одновременным внесением в рядки минеральных удобрений (табл. 17).

Таблица 17 – Технические характеристики сеялки зерновой СЗ-3,6А

Производительность, га/ч	4,8
Рабочая скорость, км/ч	9...12
Ширина захвата, м	3,6
Ширина междурядий, м	
– СЗ-3,6А	0,15
– СЗ-3,6А-04, -05	0,075
Масса конструкционная, кг	1380...1580
Норма высева семян, кг/га	20...250
Норма высева минеральных удобрений, кг/га	60...350
Агрегируется с тракторами	МТЗ-80/82, МТЗ-1221



Рисунок 96 – Общий вид посевного агрегата

Устройство. Сеялка состоит из рамы 1 (рис. 97) с прицепным устройством, опорно-приводных колес 2, бункера для семян 3, бункера для удобрений 4, семявысевающих аппаратов 5, семяпроводов 6, дисковых сошников 7 и 8, загорточей 9, механизмов передач, подъема сошников и регулировки глубины их хода.

При посеве без внесения удобрений оба бункера 3 и 4 заполняют семенами, для чего закрывают заслонки туковысевающих аппаратов 10 и открывают заслонки в перегородках. К дну бункеров прикреплены корпусами 24 катушечных семявысевающих и 24 катушечно-штифтовых туковысевающих аппарата 10. Семявысевающие аппараты каждого бункера снабжены групповым регулятором нормы высева, включающим шкалу и рычаг для осевого перемещения вала с катушками и изменения рабочей длины катушек одновременно во всех высевающих аппаратах.

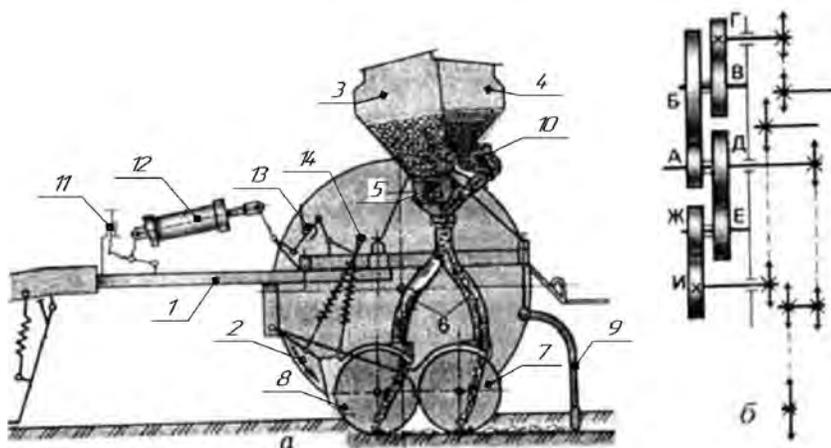


Рисунок 97 – Схема зерновой сеялки СЗ-3,6А:

- а – схема рабочего процесса; б – схема механизма передач; 1 – рама;
- 2 – опорно-приводные колеса; 3 – бункер для семян; 4 – бункер для удобрений;
- 5 – семявысевающий аппарат; 6 – семяпроводы; 7, 8 – дисковые сошники;
- 9 – загорточ; 10 – туковысевающий аппарат; 11 – винт регулятора глубины заделки семян; 12 – гидроцилиндр; 13 – винтовая тяга; 14 – штанга с пружиной;
- А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И – шестерни редуктора

Сошники поводками присоединяют к переднему брусу рамы и располагают в два ряда. Сошники заделывают семена в рядки с междурядьями 15 или 7,5 см.

Высевающие аппараты приводятся во вращение от обоих опорно-ходовых колес 2 с помощью (рис. 97б) цепных передач и редуктора, снабженного сменными шестернями *А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И*. Перестановкой местами шестерен *А, Б* и *В, Г* (для туковых аппаратов) и *Д, Е* и *Ж, И* (для семенных) изменяют передаточное отношение редуктора и, следовательно, частоту вращения катушек. Сочетание регулировки рабочей длины катушки и передаточного отношения позволяет изменять норму высева семян в широких пределах (для пшеницы от 70 до 230 кг/га). Дозу высева удобрений изменяют от 36 до 232 кг/га.

Механизм подъема сошников включает гидроцилиндр *12* с системой рычагов и тяг.

При движении сеялки и опущенных сошниках катушки высевающих аппаратов вращаются, выгребают семена из корпуса и подают их в семяпроводы. По семяпроводам семена перемещаются в сошники, которые заделывают их в почву на установленную глубину. Для припосевного внесения удобрений их засыпают в бункер *4* и открывают заслонки туковысевающих аппаратов *10*. Катушки выгребают гранулы из бункера и подают их в семяпроводы. Удобрения заделывают в почву вместе с семенами. Глубину заделки семян от 4 до 8 см регулируют вращением винта регулятора *11*. Гидроцилиндр *12* при этом выполняет функцию тяги постоянной длины. Равномерность хода правых и левых групп сошников регулируют изменением длины винтовых тяг *13*. На уплотненной почве для надежного заглубления сошников, идущих по следу колес (гусениц) трактора, дополнительно сжимают пружину на штанге *14*.

На сеялку СЗ-3,6А и ее модификации можно устанавливать приспособление для контроля и сигнализации, которое в случае неполного заглубления сошников или прекращения вращения валов высевающих аппаратов включает на щитке приборов трактора световой или звуковой сигнал. Приспособление обеспечивает также дистанционную связь между сеяльщиком и трактористом. Оно может быть установлено на агрегате из одной – четырех сеялок. Систему сигнализации подключают к электросистеме трактора.

Сеялка зерновая прессовая СЗП-3,6А

Сеялка СЗП-3,6А (рис. 98) является базовой моделью. Ее модификации: зернотукотравяная, зернотукольная, зернотукокорисовая, зернотукопрессовая.



Рисунок 98 – Сеялка зерновая прессовая СЗП-3,6А

Сеялка СЗП-3,6А предназначена для рядового посева зерновых колосовых (пшеница, рожь, ячмень) и зернобобовых (горох, соя, фасоль, вика, люпин, бобы), а также для высева семян других культур, близких к зерновым, зернобобовым и крупяным по размерам семян и нормам высева, с одновременным внесением в рядки гранулированных минеральных удобрений (туков) (табл. 18).

Таблица 18 – Краткая техническая характеристика СЗП-3,6А

Ширина захвата, м	3,6
Ширина междурядий, м	0,15
Число высевающих аппаратов, шт.	24
Рабочая скорость, км/ч	9...12
Диаметр катков, мм	555
Диаметр приводного колеса, мм	710
Дорожный просвет, м	0,15
Вместимость ящиков для семян, дм ³	453
Вместимость ящиков для удобрений, дм ³	212
Количество прикатывающих катков, шт.	24

Сеялка состоит из рамы, опирающейся на два опорно-приводных ходовых колеса. На раме закреплены семятуковый ящик 8, семя- и туковысевающие аппараты 7, 9, семятукопроводы 11, сошники 14, загортачи 13, механизм привода высевующих аппаратов 10, механизмы управления (рис. 99).

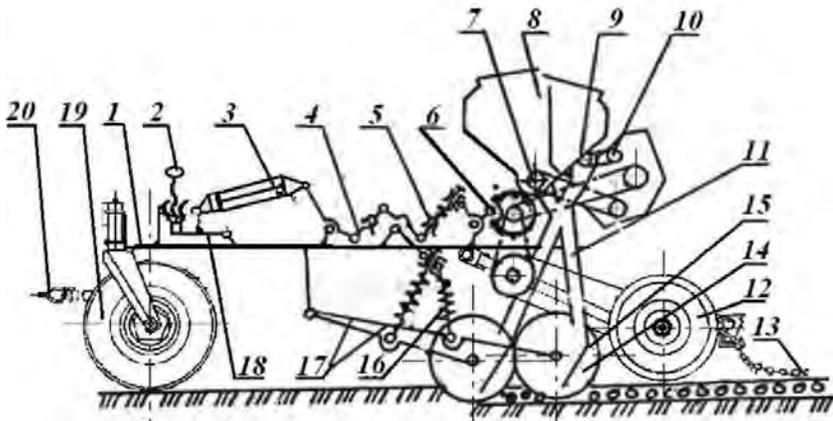


Рисунок 99 – Схема зерновой прессовой сеялки СЗП-3,6А:

- 1 – рама; 2 – винт регулировки глубины хода сошников;
- 3 – гидроцилиндр перевода сошников в транспортное положение;
- 4 – винтовая стяжка регулировки транспортного просвета сошников;
- 5 – винтовая стяжка регулировки механизма разобщителя;
- 6 – механизм разобщителя; 7 – высевующие аппараты;
- 8 – зернотуковый ящик; 9 – туковысевающие аппараты;
- 10 – редуктор привода высевующих аппаратов; 11 – семятукопроводы;
- 12 – каток; 13 – цепной шлейф; 14 – двухдисковые сошники;
- 15 – направители семян; 16 – штанга с пружиной;
- 17 – поводки (грядилы) сошников; 18 – рычаг; 19 – опорное колесо;
- 20 – прицеп

При движении сеялки семена из переднего и удобрения из заднего отделений ящика 8 подаются высевующими аппаратами 7 и 9 в воронки семятукопроводов 11. Если туки не высевают, то семена засыпают и в туковое отделение, предварительно соединив оба отделения ящика, вынув все заслонки в перегородке и закрыв заслонки туковысевающих аппаратов. По семятукопроводам семена и удобрения совместно самотеком поступают в раструбы сошников 14 и далее, после удара о направители 15, падают на

дно бороздок, открытых сошниками 14. Семена заделываются почвой, осыпающейся со стенок бороздок. Окончательно семена прикатываются катками 12, шлейф-боронка 13 выравнивает поверхность поля.

Катушечный высевачный аппарат

Основные требования, предъявляемые к высевачным аппаратам сеялок:

- равномерная подача семян в семяпроводы;
- стабильно устойчивый высев;
- отсутствие повреждения семян;
- наличие возможности высева семян различных культур.

Катушечный высевачный аппарат (рис. 100) состоит из стального штампованного корпуса 4 с откидным подпружиненным клапаном 1, катушки 2, вала 6, муфты 5, розетки 3. При вращении катушки ее ребра забирают семена из корпуса и через высевное окно выбрасывают в раструб.

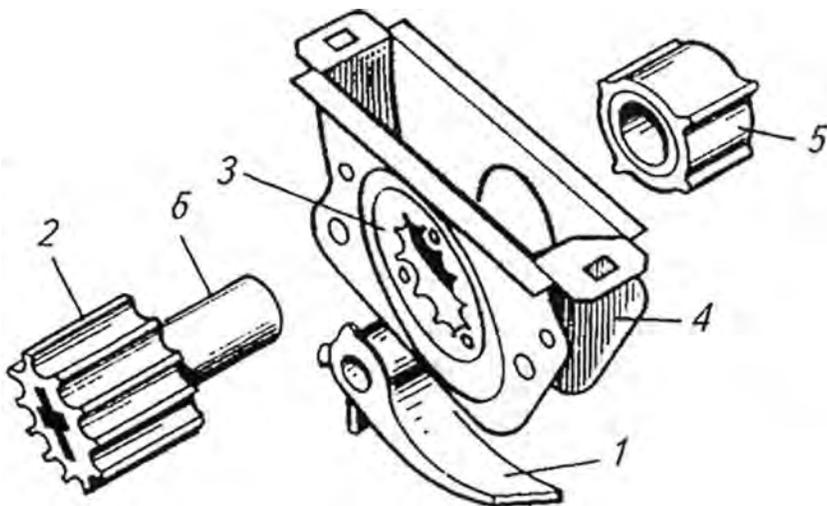


Рисунок 100 – Катушечный высевачный аппарат:

1 – клапан; 2 – катушка; 3 – розетка; 4 – корпус; 5 – муфта; 6 – вал

Катушка 1 (рис. 101) при вращении против часовой стрелки захватывает своими ребрами семена, находящиеся в корпусе 3, и выбрасывает их в щель между ребрами катушки и подпружиненным

клапаном 6. Если в семенах попадаются инородные частицы крупнее семян, то клапан 6 опускается вниз, сжимая пружину 10, чем предотвращается его поломка.

Положение рычага нормы высева. Стрелка рычага должна отмечать на шкале цифру, соответствующую длине рабочей части катушки, что важно для возможности корректировки действительного высева семян в работе. Обычно добиваются, чтобы при полностью закрытых высевающих аппаратах стрелка рычага располагалась против цифры «0» на шкале, для чего смещают шкалу за счет продолговатых отверстий в месте ее крепления.

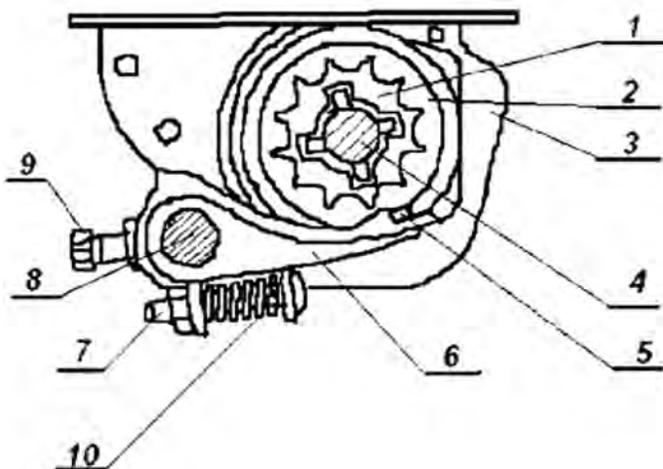


Рисунок 101 – Схема катушечного высевающего аппарата:

1 – катушка; 2 – розетка; 3 – корпус; 4 – вал; 5 – муфта; 6 – клапан; 7 – болт регулировочный; 8 – вал клапана; 9 – болт крепления клапана; 10 – пружина

Положение клапана 6 относительно ребра муфты. Этим регулируют величину зазора между клапаном 6 и ребрами катушки 1. При недостаточном зазоре возможно повреждение семян, а при излишнем появляется неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами вследствие того, что приходится в таком случае работать с уменьшенной длиной рабочей части катушек. Обычно при высеве семян зерновых колосовых культур зазор между клапаном и ребром муфты устанавливают 1...2 мм, а при высеве зернобобовых – 8...10 мм (рис. 102).

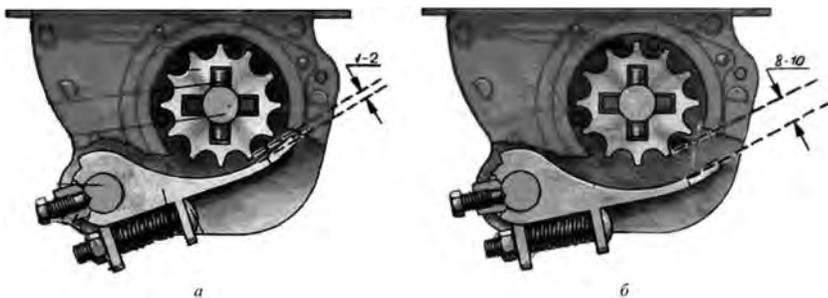


Рисунок 102 – Регулировка положения клапана катушечного высевающего аппарата:

а – для высева зерновых; *б* – для высева зернобобовых

Постоянство длины рабочей части катушек. Катушки всех высевающих аппаратов должны иметь одинаковую длину. Допустимое отклонение ± 1 мм. При большей разности возникает повышенная поперечная неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами, особенно при установке малой длины рабочей части катушек. Регулируют смещением корпуса по продольным отверстиям (рис.103) высевающего аппарата на дне семенного ящика.

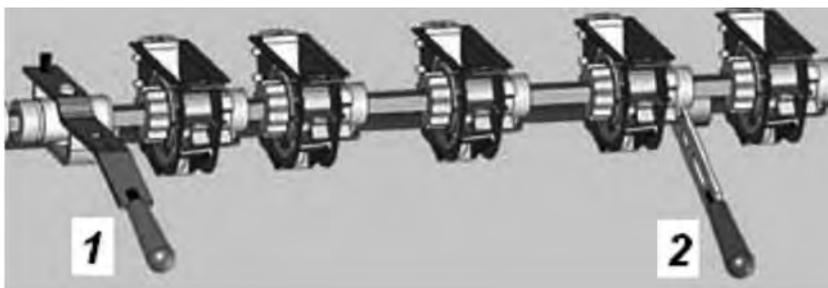


Рисунок 103 – Механизмы регулирования катушечного высевающего аппарата:

1 – механизм регулирования длины рабочей части катушек;
2 – механизм регулирования положения клапанов

Длина рабочей части катушек и частота вращения вала высевающих аппаратов. Действительная доза высева зависит как от

длины рабочей части катушек, так и от частоты вращения вала высевающих аппаратов. При этом заданная норма высева может быть обеспечена при разном соотношении между этими двумя регулировками. Чтобы выявить оптимальное соотношение, надо учитывать следующее:

- чем меньше длина рабочей части катушек, тем большей будет неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами (поперечная неравномерность высева), так как относительная величина непостоянства длины рабочей части катушек будет более заметной при малой их длине;
- при излишне большой длине рабочей части катушек в работе не будет возможности корректировать действительную дозу высева семян в сторону увеличения до требуемого значения в связи с изменением величины проскальзывания колес сеялки при разных состояниях поверхности почвы и других условиях работы в поле;
- при завышенной частоте вращения вала высевающих аппаратов повышается дробление семян и снижается срок службы передаточных механизмов сеялки;
- при недостаточной частоте вращения вала высевающих аппаратов невозможно обеспечить заданную норму высева семян даже при полном открытии высевающих аппаратов.

Поэтому в работе устанавливают минимальную частоту вращения вала высевающих аппаратов при максимально возможном открытии катушек. Практикой установлено, что длину рабочей части катушек принимают равной 0,8...0,9 от максимально возможной длины.

Длину рабочей части катушек изменяют регулировочным механизмом 1 (рис. 103), групповую регулировку положения клапанов – механизмом 2, а частоту вращения – перестановкой соответствующих шестерен в редукторе механизма привода высевающих аппаратов.

Для высева разных культур, имеющих различные размеры семян, необходимы сменные катушки, что не очень удобно в эксплуатации (рис. 104).

Механизм привода высевающих аппаратов служит для привода семя- и туковывсевающих аппаратов сеялки.



Рисунок 104 – Виды сменных катушек:

а – катушка сверхтонкого дозирования; *б* – тонкого дозирования;
в – грубого дозирования; *з* – сверхгрубого дозирования

Сошники зерновых (рядовых) сеялок СЗ-3,6А, СЗП-3,6 Сошник двухдисковый однострочный

Двухдисковый однострочный сошник предназначен для заделки семян на заданную глубину.

Сошник состоит из корпуса с раструбом (рис.105), двух дисков, установленных под углом 10° друг к другу, подшипников одноразовой смазки, сальников (резиновых уплотнителей), специальных болтов, крепящих диски к корпусу, направителя семян с чистиком 9.

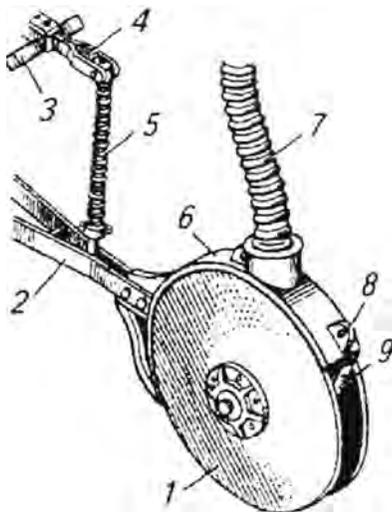


Рисунок 105 – Двухдисковый однострочный сошник:

1 – левый диск; 2 – поводок; 3 – вал подъема сошников; 4 – рычаг подъема сошников; 5 – штанга с пружиной; 6 – корпус сошника; 7 – семяпровод;
 8 – кольцо для шлейфа; 9 – чистик

При движении сеялки диски сошника, перекатываясь, разрезают и клином раздвигают почву в стороны, образуя бороздку. Семена и туки из семятокопровода поступают через раструб на направитель и скатываются на дно образованной бороздки. После прохода сошника семена засыпаются почвой за счет ее самоосыпания.

Глубину хода сошников устанавливают такой, при которой семена заделываются на заданную глубину. Добиваются этого с помощью винта 2 (см. рис. 99) при полностью вдвинутом штоке гидроцилиндра 3.

Транспортный просвет сошников должен быть не менее 15 см. Его регулируют с помощью винтовой стяжки 4 (см. рис. 99).

Все рычаги на квадратном валу механизма подъема сошников должны располагаться в одной плоскости. Добиваются за счет гаек хомутов крепления рычагов на квадратном бруске. При нарушении данной регулировки возникает неравномерность глубины хода сошников по глубине. В сеялках выпуска последних лет рычаги приварены к трубчатому валу и подобная регулировка не требуется.

Немаловажно следить за степенью сжатия пружин нажимных штанг 16 (см. рис. 99). При слабом сжатии сошники идут слишком мелко, а при излишнем – не копируют микронеровности поверхности поля, что сопровождается неравномерностью хода сошников по глубине. Значит, при этом происходит неравномерность глубины заделки семян. Пружины сжимают настолько, чтобы в работе головки штанг относительно направляющих рычагов постоянно «играли», т. е. поднимались и опускались вновь до соприкосновения с направляющими. Вертикальное колебательное перемещение штанг зависит от типа, состояния и качества предпосевной обработки почвы. Чем однородней и ровней поверхностный слой почвы в пределах глубины заделки семян, тем колебания должны быть меньше, в пределах 0...10 мм. Чем хуже состояние поверхностного слоя почвы, тем большей должна быть «игра» штанг, вплоть до 20 мм и более.

Степень сжатия пружин регулируют перестановкой чеки по отверстиям нажимных штанг.

Двухдисковый двухстрочный сошник

Двухстрочный дисковый сошник (рис. 106б, в) устанавливают на узкорядных сеялках. Угол между дисками, в сравнении с однострочными, увеличен до 18°, что обеспечивает образование каждым диском собственной бороздки. Следовательно, такой сошник высевает

одновременно два рядка. В раструбе сошника установлен делитель, который делит поток семян, поступающий из семятопровода, на два потока для подачи в обе образованные сошником бороздки.

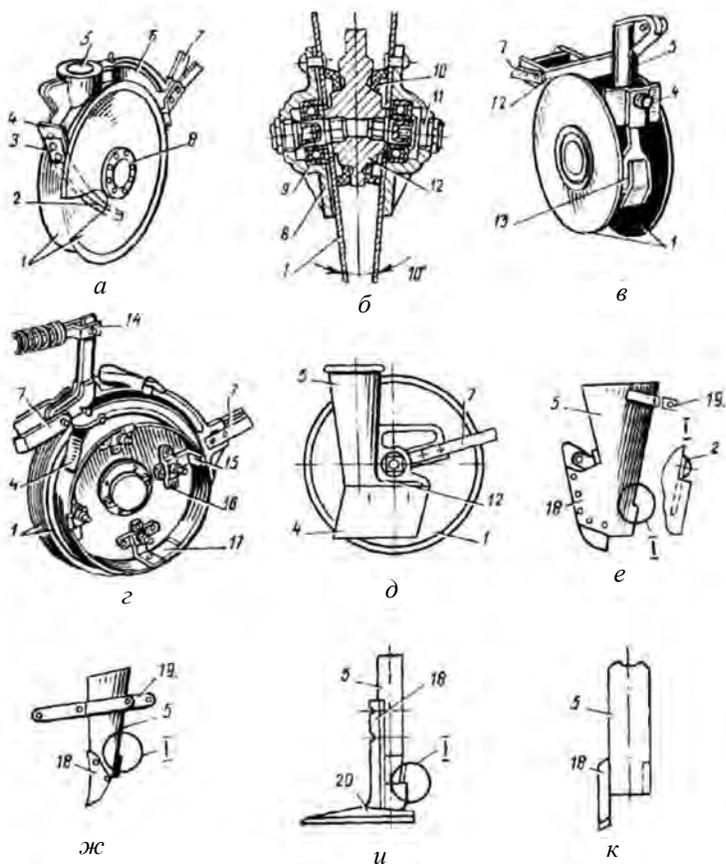


Рисунок 106 – Сошники сеялок:

а и *б* – двухдисковый рядовой; *в* – двухдисковый двухстрочный; *г* – двухдисковый с ограничительными ребрами; *д* – однодисковый; *е* – килевидный; *ж* – анкерный; *з* – лаповый; *и* – трубчатый; *1* – диск; *2* – направитель семян; *3* – прижим; *4* – чистик; *5* – раструб (труба); *6* – гребень; *7* – поводок; *8* – ступица; *9* – шарикоподшипник; *10* – резиновый уплотнитель; *11* – болт; *12* – корпус; *13* – делительная воронка; *14* – штанга; *15* – угольник; *16* – скоба; *17* – ребра; *18* – наральныйник; *19* – хвостовик хомута; *20* – стрельчатая лапа

В работе семена падают не только в бороздки, образованные дисками, но и на поверхность гребня между ними. В связи с этим разноглубинность заделки семян в почву этими сошниками значительно выше, чем у двухдисковых однострочных. Мелко заделанные семена, оказавшиеся на межбороздковых гребнях, в неблагоприятных условиях не всходят, в результате чего посевы оказываются изреженными.

В связи с относительно большим углом между дисками эти сошники образуют предсошниковый холм значительных размеров. В результате семена, посеянные передним рядом сошников, заделываются глубже, так как присыпаются почвой от предсошникового холма, образованного сошниками заднего ряда. Кроме того, такие сошники имеют повышенное сопротивление.

Двухдисковый однострочный с ребордами (рис. 106г). Используют на сеялках для посева семян, требующих мелкой заделки в почву на глубину 20...40 мм (рис, овощные, масличные культуры). Реборды ограничивают заглубление сошников. К овощной сеялке придают три комплекта реборд для заделки семян на глубину 20, 30 и 40 мм.

Используют в тех же случаях, что и двухдисковый однострочный.

Однорисковый однострочный (рис. 106д). Плоский диск сошника имеет угол атаки 8° и угол крена 20° . Работа этого типа сошников характеризуется более устойчивой глубиной заделки семян, так как семена при падении не касаются вращающихся дисков, как у двухдисковых. Но при плохой предпосевной обработке почвы бороздка образуется недостаточно четко, вследствие чего появляется разноглубинность заделки семян, выходящая за пределы агротехнических допусков.

Преимущества и недостатки дисковых сошников

Дисковые сошники хорошо работают на разных почвах. Благодаря вращению дисков они почти не забиваются и не залипают, соответственно требуют меньших затрат на обслуживание в процессе работы. Одно из преимуществ дисковых сошников – проведение посева на грубо обработанной, комковатой почве, с корневыми остатками сорняков. При встрече с препятствиями и сорняками они перерезают или перекатываются через них. Поэтому на некачественно подготовленных почвах дисковые сошники работают лучше, чем нарральниковые.

Этими сошниками можно проводить посев на высоких скоростях и работать в более сложных условиях. Кроме того, применение дисковых сошников позволяет проводить весенний посев в ранние сроки.

Однако дисковые сошники не отвечают агротехническим требованиям при создании уплотненного дна посевной бороздки и соответственно не обеспечивают высеванному семени необходимый режим влажности на заданной глубине. Это вынуждает иногда высевать семена в более глубокие слои почвы или обязательно проводить послепосевное прикатывание. Один из существенных недостатков дисковых сошников – невысокая равномерность заделки семян по глубине. Следует отметить, что неравномерность заделки семян может быть также результатом нарушения технологии посева, предпосевной обработки (недостаточного оседания почвы из-за поздней пахоты, очень глубокой предпосевной обработки).

Килевидные сошники (рис.106е) используют при посеве льна, трав и зерновых колосовых культур. Наральник сошника образует бороздку, одновременно уплотняет ее дно, что способствует притоку влаги и более быстрому прорастанию семян. Данный сошник требователен к качеству предпосевной обработки почвы.

Анкерные сошники (рис.106ж) используют для посева на небольших участках с почвой нормальной влажности и без сорняков. К раструбу сошника прикреплен заостренный наральник 18. Он открывает в почве бороздку, а его щеки не дают почве осыпаться до падения семян. Заглубление сошника (40...70 мм) регулируют, увеличивая сжатие пружины, навешивая грузы на хвостовик хомута 19 или изменяя угол вхождения наральника в почву.

Лаповые сошники (рис. 106и) используют на стерневых сеялках в районах, подверженных ветровой эрозии почв. Такой сошник выполняет одновременно предпосевное рыхление почвы, подрезание сорняков, высев семян и туков. Имеются две модификации: для рядкового и безрядкового посевов. Сошник для безрядкового посева имеет под лапой полуконус, ударяясь о который семена и удобрения распределяются широкой полосой под слоем почвы, поднятой лапой.

Трубчатые сошники (рис.106к) используют на стерневых сеялках, предназначенных для районов, подверженных ветровой эрозии почв. Шарнирно-упругое присоединение сошника к раме сеялки приводит к его вибрации, способствуя самоочищению от

налипшей почвы и растительных остатков. Данный сошник не требователен к качеству предпосевной обработки почвы.

Задельвающие устройства

Данные приспособления – загортачи – служат для окончательного заделывания семян и разравнивания гребней, образованных сошниками.

Загортачи представляют собой зубья на пружинных стойках, устанавливаемых в один или два ряда после сошников на квадратном валу. Зубья устанавливают между смежными сошниками на одинаковом расстоянии от них. При движении сеялки пружинные зубья 4 (рис. 107) проделывают бороздку между бороздками, образованными смежными сошниками, в результате чего бороздки от сошников частично присыпаются почвой. То есть бороздок становится в два раза больше, но они оказываются мельче тех бороздок, которые образованы сошниками. При малой глубине хода зубьев недостаточно присыпаются бороздки, образованные сошниками, а при излишней бороздки от зубьев оказываются глубже, чем от сошников. Следовательно, глубина хода зубьев должна быть такой, при которой обеспечивается наилучшая выравненность поверхности поля.

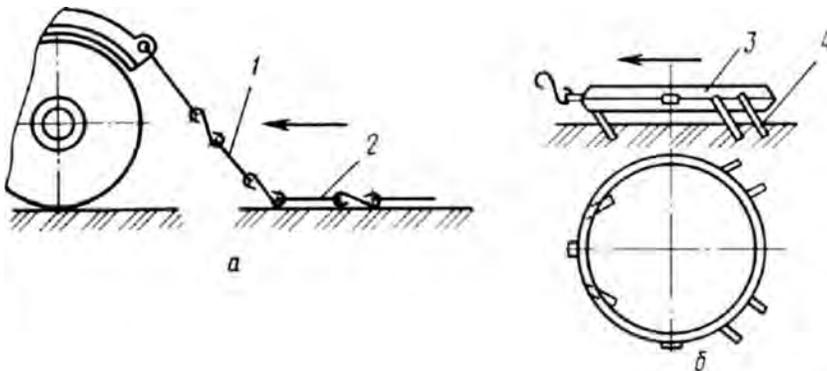


Рисунок 107 – Устройства для заделки семян:

а – шлейф; *б* – борона; 1 – цепь; 2 и 3 – кольца шлейфа и бороны; 4 – зуб

Шлейфы по конструкции бывают кольцевые и цепные (рис.107а). Применяют для заделки узких и неглубоких бороздок

после сошников килевидных, однодисковых и двухдисковых однострочных.

Боронки представляют собой массивные кольца с зубьями (рис. 107б). Применяют для разравнивания почвы после прохода двухдисковых двухстрочных сошников, образующих глубокие бороздки.

Шарнирно-пальцевые шлейфы применяют в тех же случаях, что и боронки. По конструкции они проще, но по качеству разравнивания поверхности поля уступают боронкам.

Конические пустотелые катки (рис. 108) применяют после сошников трубчатых для создания более благоприятных условий прорастания семян, поскольку уплотненная гребнистая поверхность поля затрудняет выдувание частиц почвы ветром.

Конические прикатывающие катки собраны в четыре секции. Секции с помощью вилок присоединяются шарнирно к раме сеялки. Такое присоединение дает возможность каткам копировать рельеф поля. Крайние секции катков служат для привода валов высевающих аппаратов.



Рисунок 108 – Секция катков

Прикатывание почвы в рядках производится с целью создания контакта между высевными семенами и влажной почвой на дне борозд, обеспечивает капиллярный подъем влаги в плотных зонах (рис. 109), что создаёт благоприятные условия для более раннего и дружного прорастания семян при посеве в засушливых районах и в районах, подверженных ветровой эрозии почвы. Газообмен осуществляется благодаря открытым зонам, что способствует не только более раннему прорастанию семян, но и гибели сорняков в уплотненных холмиках.

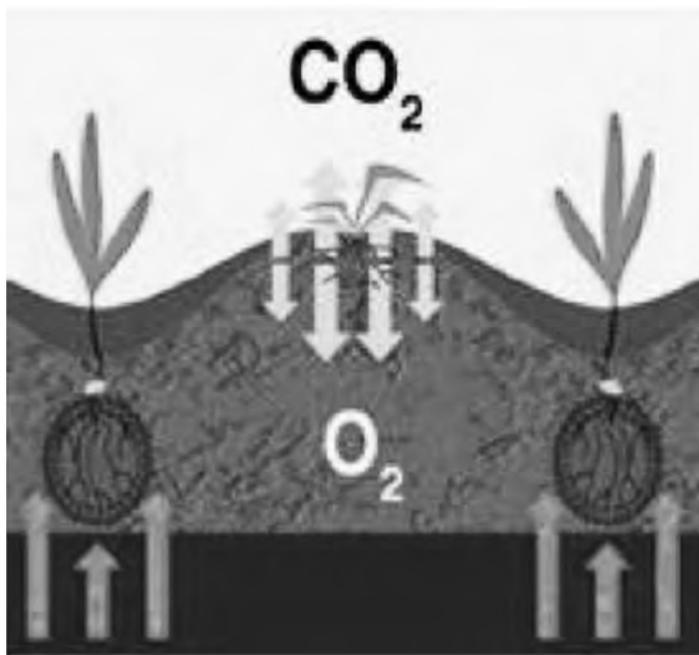


Рисунок 109 – Схема расположения семян

Комбинированный дисковый сошник

Комбинированный дисковый сошник зерновой сеялки включает расположенные на оси 1 (рис. 110) с подшипниковым узлом 2 плоского диска 3 толщиной 2,5 мм, заточенного по окружности, и семявдавливающий элемент – в виде диска 4 меньшего диаметра, изготовленного из фторопласта.

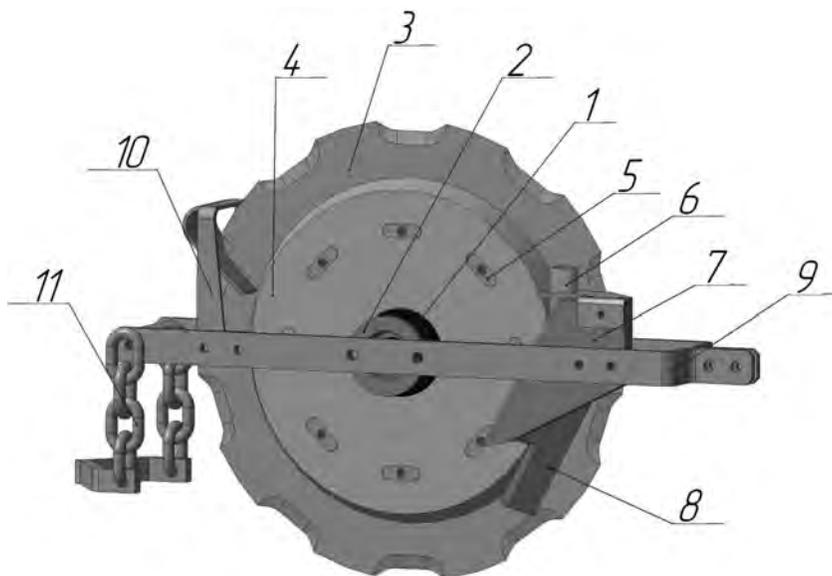


Рисунок 110 – Общий вид комбинированного дискового сошника:

1 – ось; 2 – подшипниковый узел; 3 – плоский диск; 4 – семядавляющий диск; 5 – стягивающие винты; 6 – семятукопровод; 7 – стойка; 8 – наральник; 9 – поводок; 10 – чистик; 11 – загортач

Ширина семядавляющего диска 4 соизмерима с размерами семян и составляет 16...20 мм. Оба диска соединены между собой равномерно по окружности винтами 5. В передней части установлен семятукопровод 6 и бороздообразующий рабочий орган в виде стойки 7 с наральником 8, примыкающим к плоскому диску 3. Наральник заточен сбоку и снизу, точка контакта его с семядавляющим диском расположена выше поверхности почвы. Поводок 9 связывает комбинированный дисковый сошник с грядилем сеялки (не показано). На поводке 9 за плоским диском 3 размещен чистик 10. К задней части поводка 9 прикреплен на гибкой подвеске (цепи) загортач 11.

Плоский диск прорезает почву на глубину $h_{\text{н}}$:

$$h_{\text{н}} = h + h_{\text{щ}},$$

где h – глубина заделки семян, м;

$h_{\text{щ}}$ – глубина подсеменной щели, м.

Чтобы диск перерезал стебли растений на поверхности поля, угол защемления α должен быть меньше суммы углов трения стеблей о лезвие диска φ_1 и стеблей о почву φ_2 :

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2.$$

Тогда $h_i = R[1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]$.

Отсюда $R \geq \frac{h + h_{\text{ш}}}{[1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]}$.

Учитывая, что глубина заделки семян $h = 0,05$ м, глубина подсеменной щели $h_{\text{ш}} = 0,030 \dots 0,040$ м, $\varphi_1 = 26^\circ$, $\varphi_2 = 32^\circ$, радиус гладкого диска

$$R \geq \frac{0,05 + 0,035}{[1 - \cos(26 + 32)]} \geq \frac{0,085}{0,47} \geq 0,18 \text{ м.}$$

Диаметр плоского режущего диска комбинированного дискового сошника должен быть $D \geq 360$ мм.

Диаметр семядавляющего диска

$$d \geq D - 2h_{\text{ш}} \geq 360 - 2 \cdot 35 \geq 290 \text{ мм.}$$

В процессе работы сеялки плоский диск 3, свободно вращаясь на оси 1, разрезает поверхность почвы. Он перерезает расположенные на поверхности стебли растений. Это исключает забивание растительными остатками комбинированного дискового сошника. Наральник 8 перемещается на глубине заделки семян, отводит в сторону отрезанную плоским диском 3 почву, образуя бороздку. Все семена, выходя из семятукпровода 6, проходят в канале, образованном дисками 3, 4 и наральником 8, и попадают на дно бороздки. Семена диском 4 вдавливают в почву дна бороздки, что обеспечивает их плотный контакт. Бороздка засыпается загортачем 11. Прилипающая к гладкому диску почва удаляется чистиком 10. Чтобы не происходило налипание почвы на семядавляющий диск 4, он выполнен из фторопласта или обрешиненного колеса.

При прорастании зародышевый корешок проходит в щель, образованную плоским диском 1, свободно проникая во влагообеспеченные слои почвы, а проросток через рыхлый слой выходит на дневную поверхность. Щель, кроме того, является аккумулятором влаги.

Комбинированный дисковый сошник создает плотный контакт семян с почвой, способствует накоплению почвенной влаги возле семян, обеспечивает хорошую аэрацию и равномерное распре-

ление семян в рядке, создает неблагоприятные условия для семян сорняков в зоне заделки.

2.2.1. Подготовка сеялок к работе

Перед посевом проверяют техническое состояние рабочих органов и механизмов сеялки, расстанавливают сошники, регулируют высевальные аппараты на равномерность и норму высева семян, устанавливают вылет маркера и глубину заделки семян.

Особое внимание обращают на исправность высевальных аппаратов, семяпроводов и сошников. Катушки высевальных аппаратов должны свободно вращаться вместе с розетками при вращении колес, а вал вместе с катушками – передвигаться в корпусах при перемещении рукой рычага регулятора высева. На семяпроводах не должно быть разрывов. Диски сошников должны вращаться свободно, зазор между ними в точке соприкосновения не более 1,5 мм, толщина лезвия не более 0,5 мм, ширина фаски-заточки 6...7 мм. Запрещается работать без чистиков и семянаправителей. Поводки сошников должны быть прямые, а длина нажимных пружин в свободном состоянии – одинаковая для всех сошников.

На разметочной доске краской наносят линии на расстоянии, равном заданному междурядью. Сошники опускают на разметочную доску и, ослабив крепления поводков, совмещают диски с соответствующей меткой на доске.

При ленточном посеве с нечетным числом лент в середине бруса будет находиться середина ленты, а с четным числом лент – середина междурядья.

Определение качественных показателей

Установка аппаратов на равномерность высева начинается с проверки положения катушек всех высевальных аппаратов относительно розеток 2 (рис.101) при крайнем положении рычага регулятора высева, когда катушки задвинуты в корпуса. При этом торцы катушек должны быть заподлицо с плоскостью розеток. Если катушка выступает на 1 мм и более, корпус аппарата смещают по продолговатым отверстиям в дне бункера, через которые пропущены крепежные болты. Затем проверяют и регулируют зазор между клапаном и ребром муфты каждого аппарата. Для семян зерновых он должен составлять 1...2 мм, для гороха и других крупносеменных культур – 8...10 мм.

Для зерновых культур показатель неравномерности должен быть не более 6 %.

Для проверки равномерности высева на стационаре собирают семена от каждого аппарата в отдельные мешочки или коробочки и взвешивают их. Равномерность высева оценивают коэффициентом неравномерности H , который вычисляют по формуле

$$H = \frac{\sum (m_{\text{ср}} - m_i)}{\sum m_i} \cdot 100 \%,$$

где $m_{\text{ср}} = \frac{\sum m_i}{k_a}$ – масса семян, высеваемая в среднем одним ап-

паратом;

k_a – число высевающих аппаратов;

m_i – масса семян, высеянных i -м аппаратом.

Установка сеялки на норму высева проводится до выезда в поле. Под раму подставляют подпорки, чтобы освободить колесо. В бункер засыпают семена, а под сошники расстилают брезент. Затем по таблице или диаграмме выбирают необходимое передаточное отношение и рабочую длину катушки и устанавливают их на сеялке. Наиболее равномерный высев обеспечивается при минимально возможном передаточном отношении и максимальной рабочей длине катушки. При этом катушки меньше повреждают семена. Передаточное отношение изменяется от 0,198 до 1,33.

Проведя подготовительные операции, приступают к пробному посеву. Вращая руками колесо с той же частотой, что и при посеве, считают обороты. Сделав n оборотов, собирают семена с брезента, взвешивают и сравнивают фактическую массу $M_{\text{ф}}$ (кг) с расчетной $M_{\text{р}}$, которую должна высеять сеялка за n оборотов колеса в поле при соблюдении заданной нормы

$$M_{\text{р}} = \frac{\pi D n B_{\text{р}} Q}{10^4 \gamma},$$

где D – диаметр опорно-приводного колеса, м (в СЗ-3,6 – 1,18 м);

n – число оборотов колеса;

$B_{\text{р}}$ – ширина захвата сеялки, м.

Q – норма высева семян, кг/га;
 γ – коэффициент, учитывающий проскальзывание колеса
(для СЗ-3,6А – 0,90...0,95).

Сеялка считается отрегулированной, если при двух- или трех-разовой установке

$$-3\% \leq \frac{M_{\phi} - M_p}{M_p} \cdot 100 \leq +3\%.$$

Если фактический высев отклоняется от расчетного более чем на $\pm 3\%$, изменяют положение катушки.

Установку нормы высева целесообразно совмещать с проверкой равномерности высева. В этом случае семена собирают в мешочки отдельно от каждого высевающего аппарата и используют навески как для расчета показателя неравномерности, так и для определения фактического высева:

$$M_{\phi} = \sum_{i=1}^k m_i.$$

Обычно колесу сообщают $n = 100\gamma/\pi DB$ оборотов, что соответствует высеву на площади 0,01 га. Тогда $M_p = 0,01Q$.

В поле проверяют и корректируют норму высева. Для этого в заполненном на 1/3 бункере семена разравнивают и отмечают на стенках их верхний уровень. Затем в бункер засыпают контрольную навеску M , определенную по формуле

$$M = \frac{QB_p l_k}{10^4}.$$

Проезжают контрольный путь l_k . Если уровень семян до высева совпадает с уровнем после высева, сеялка отрегулирована правильно. В противном случае изменяют рабочую длину катушки.

Установка маркеров

Расстояние от диска маркера до крайнего сошника называют вылетом маркера. Его вычисляют по формуле

$$l_m = \frac{B_p + b_M \pm C}{2},$$

где C – расстояние между серединами передних колес трактора, м ($+C$ – для левого маркера, $-C$ – для правого);
 b_M – ширина междурядья, м.

Установка глубины хода сошников

До выезда в поле проверяют и регулируют винтовой стяжкой тяги 18 (см. рис. 97) транспортный просвет сошников, чтобы он составлял 190 мм. Замеряют давление в шинах колес и доводят его до 0,16...0,20 МПа. Разность давлений в колесах одной сеялки не допускается. Глубину хода всех сошников регулируют вращением винта регулятора 14.

При возделывании зерновых культур по интенсивной технологии сеялки настраивают на посев с образованием постоянной технологической колеи. Ширину колеи устанавливают такой, чтобы она соответствовала ширине колеи разбрасывателей удобрений и опрыскивателей, имеющихся в хозяйстве.

2.2.2. Зерновые сеялки с централизованным дозированием семян

Сеялка включает бункеры 4, 5 (рис. 111) и дозирующее устройство 6, в качестве которого используется катушечный или шнековый механический аппарат. Воздушный поток создает вентилятор 8. Семена путем эжектирования подаются в колонку 3 и далее воздушным потоком в распределительную головку 1 и по семяпроводам 2 в сошники 10. Используют центробежные вентиляторы высокого давления, с частотой вращения до 80 с⁻¹.

Скорость воздушного потока устанавливают исходя из скорости витания семян. Скорость витания, или критическая скорость V_k , семян варьирует для семян различных зерновых культур в широких пределах, от 6 до 14 м/с.

Рабочую скорость воздушного потока определяют по следующей зависимости:

$$V_B = V_k \alpha ,$$

где $\alpha = 1,3...1,5$ – коэффициент, учитывающий потери давления в системе.

Характеристиками процесса пневмотранспортирования семян является расход воздуха и коэффициент массовой концентрации, представляющий отношение массовых расходов семян и воздуха:

$$\mu = \frac{Q_C}{Q_{\Pi}},$$

где Q_C – массовый расход семян (подача), кг/с;
 Q_{Π} – массовый расход воздуха (подача), кг/с.

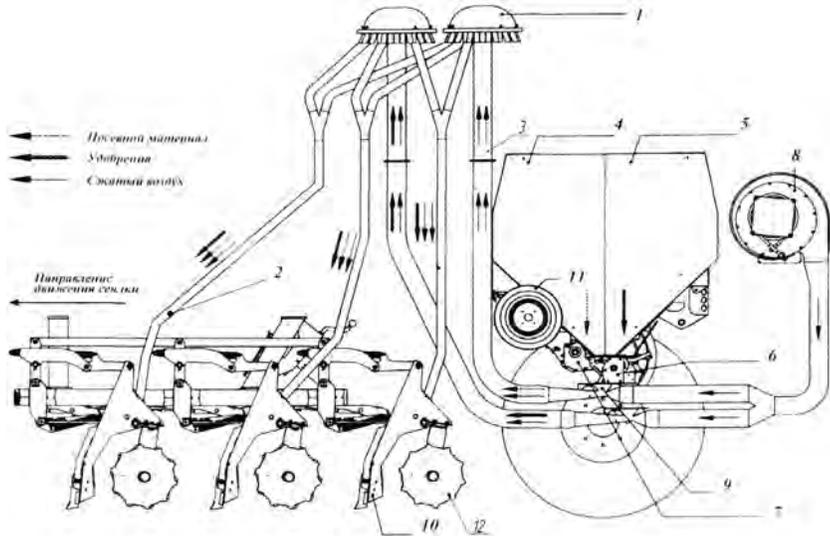


Рисунок III – Схема сеялки с централизованным дозированием семян и пневматическим транспортированием их в сошники:

1 – распределительная головка; 2 – рядковые семяпроводы; 3 – пневмопровод;
 4 – бункер для семян; 5 – бункер для удобрений; 6 – дозирующее устройство;
 7 – редуктор дозирующего устройства; 8 – вентилятор; 9 – эжектирующее устройство; 10 – сошник; 11 – приводное колесо; 12 – каток

Массовый расход Q_{Π} прямо пропорционален объемному расходу Q_B :

$$Q_{\Pi} = Q_B \cdot \rho_B,$$

где Q_B – объемный расход воздуха, м³/с;
 $\rho_B = 1,2$ – плотность воздуха, кг/м³.

Отсюда

$$Q_B = \frac{Q_{\Pi}}{\rho_B} = \frac{Q_C}{\mu \cdot \rho_B}.$$

Массовый расход семян определяют по следующей формуле:

$$Q_C = \frac{V_C b_c H_C}{10^4 \mu \rho_B}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где V_C – рабочая скорость движения сеялки, м/с;
 b_c – ширина захвата сеялки, м;
 H_C – норма высева семян, кг/га.

Коэффициент массовой концентрации рекомендуется в пределах $\mu = 1,0 \dots 1,5$. При больших значениях μ возможно осажение семян и завал в пневмосистеме.

Например, определить Q_C при следующих показателях:

$V_C = 3$ м/с; $b_c = 5,6$ м; $H_C = 200$ кг/га (пшеница), $\mu = 1,0$.

$$Q_C = \frac{V_C \cdot b_c \cdot H_C}{10^4 \cdot \mu \cdot \rho_B} = \frac{3 \cdot 5,6 \cdot 200}{10000 \cdot 1,0 \cdot 1,2} = 0,28 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По этому показателю и сопротивлению в системе подбирают центробежный вентилятор высокого давления, одностороннего всасывания, со спиральным кожухом.

В настоящее время используются следующие российские сеялки с централизованным дозированием семян.

Посевной комплекс «Ставрополье» (рис. 112) представляет собой пневмосеялку-культиватор, предназначенный для работы как на полях, вспаханных обычным путем, так и по стерне без предварительной вспашки.



Рисунок 112 – Посевной комплекс ПК-8,6 «Ставрополье»

Комплекс позволяет производить за один проход обработку и подготовку почвы, посев, боронование и прикатывание почвы.

Сев производится полосами, двумя рядами под одну лапу, что обеспечивает более благоприятные условия для развития всходов

по сравнению с обычным рядовым севом. Конструктивно предусмотрен сев пшеницы, ячменя, бобовых, кукурузы, подсолнечника, рапса и кормовых культур с плотностью сева на гектар и глубиной заделки семян, устанавливаемых потребителем с учетом местных условий при одновременном внесении в почву удобрений.

Особые требования к почвам и климатическим зонам не предъявляются. Гидропривод поворотного шнека обеспечивает самозагрузку удобрений в бункер.

Краткая техническая характеристика приведена в таблице 19.

Таблица 19 – Краткая техническая характеристика посевного комплекса «Ставрополь»

Модель посевного комплекса	ПК-8,6	ПК-10,0	ПК-12,0
Средняя производительность комплекса, га/ч	9,6...10,6	11...12	12...14
Способ внесения семян и удобрений	Воздушный поток		
Привод вентилятора нагнетателя	Дизель		
Номинальное напряжение в электрической сети, В	12		
Рабочая ширина захвата, м	8,6	10,0	12,0
Количество сошников, шт.	33	40	48
Ширина агрегата в транспортном положении, м	6,3	6,3	6,4
Высота агрегата в транспортном положении, м	3,4	4,2	4,0
Транспортная скорость, км/час не более	15		
Масса, кг ± 100	15000	17500	19000
Способ управления посевным агрегатом	Гидравлический		
Емкость бункера для семян и удобрений, м ³	7	7	7
Количество отсеков бункера	2		
Соотношение объемов отсеков, передний/задний, %	40/60		
Обслуживающий персонал, чел.	1		
Требуемая мощность трактора, л. с.	300	350	400

Посевной комплекс «Владимир» (рис. 113) отличается от «Ставрополья» наличием дисковых сошников вместо лаповых и колтеров.

Краткая техническая характеристика посевного комплекса «Владимир» приведена в таблице 20.



Рисунок 113 – Посевной комплекс «Владимир»

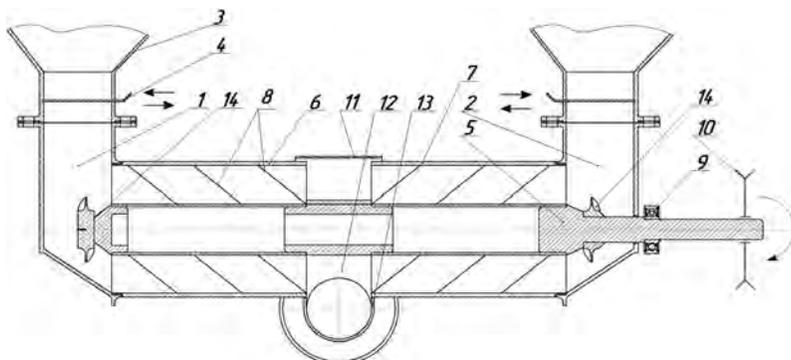
Таблица 20 – Краткая техническая характеристика посевного комплекса «Владимир»

Модель посевного комплекса		ПК-10Д	ПК-12,0Д
Средняя производительность комплекса, га/ч		10...12	12...14
Способ внесения семян и удобрений		Воздушный поток	
Привод вентилятора нагнетателя		Дизель	
Номинальное напряжение в электрической сети, В		12	
Рабочая ширина захвата, м		10,0	12,0
Транспортная скорость, км/ч не более		15	
Рабочая скорость, км/ч не более		10...12	
Способ управления посевным агрегатом		Гидравлический	
Емкость бункера для семян и удобрений, м ³		7	
Количество отсеков бункера		2	
Отношение объемов отсеков, передний/задний, %		40/60	
Масса, кг ±100		16000	20500
Колтер дисковый, шт.		66	84
Сошник дисковый, шт.		66	84
Расстояние между дисками, мм		150	150
Габаритные размеры: мм ±50			
В рабочем положении	Длина	13000	13000
	Ширина	9900	12600
	Высота	3400	3400
В транспортном положении	Длина	13000	13000
	Ширина	6450	6450
	Высота	3950	3500

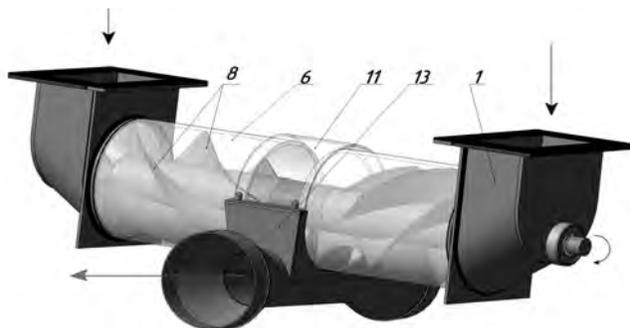
Новые дозирующие устройства

Вместо катушечного предложено геликоидное дозирующее устройство.

Оно включает приемные камеры 1 и 2 (рис.114), соединенные с бункером для семян 3 и установленными между ними заслонками 4, дозирующего устройства, состоящего из закрепленных на приводном валу 5 двух цилиндров 6 и 7, на внутренних поверхностях которых равномерно по окружности размещены по винтовой линии многозаходные плоские витки 8, при этом в цилиндре 6 витки с левосторонней навивкой, в цилиндре 7 – с правосторонней.



а



б

Рисунок 114 – Геликоидное дозирующее устройство:

а – схема; б – общий вид; 1, 2 – приемные камеры; 3 – бункер для семян; 4 – заслонка; 5 – приводной вал; 6, 7 – цилиндры; 8 – витки; 9 – подшипниковый узел; 10 – ведомая звездочка; 11 – U-образный щиток; 12 – выгрузное окно; 13 – приемное окно пневмопровода; 14 – ворошилки

Основания цилиндров 6 и 7 надеты на концевые части приемных камер 1 и 2. Количество заходов плоских витков 8 зависит от требуемой производительности высевающего аппарата.

Приводной вал 5 опирается на подшипниковый узел 9, на котором расположена ведомая звездочка 10. Между цилиндрами 6 и 7 размещен U-образный щиток 11 с выгрузным окном 12, которое вставляется в приемное окно пневмопровода 13. Передача вращающего момента на приводной вал 5 осуществляется от опорного колеса зерновой сеялки. Вращение – от приводного вала 5 к цилиндрам 6 и 7. На концах приводного вала 5 расположены ворошилки 14, которые обеспечивают непрерывный поток семян к цилиндрам.

Технологический процесс, осуществляемый высевающим аппаратом, заключается в следующем. В процессе движения зерновой сеялки от вала опорного колеса происходит передача вращения с требуемым передаточным отношением на приводной вал 5, опирающийся на подшипниковый узел 9 и цилиндры 6 и 7 дозирующего устройства. Семена из бункера 3 при открытой заслонке 4 попадают в приемные камеры 1 и 2, из которых самотеком поступают к плоским виткам 8 цилиндров 6 и 7. При вращении приводного вала 5 семена захватываются витками 8 и поднимаются на определенный угол, приобретая переносную скорость V_n , а при достижении значения угла трения начинают перемещаться вниз по поверхностям плоских витков 8 под действием силы тяжести, работает гравитационный спуск. Так как плоские витки представляют собой геликоид с углом наклона α (рис. 115), то семена перемещаются вниз с относительной скоростью V_0 . В результате векторного сложения этих скоростей абсолютная скорость перемещения семян определится из выражения:

$$\bar{V}_A = \bar{V}_n + \bar{V}_0.$$

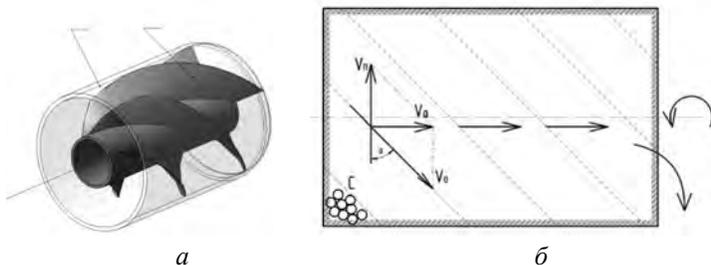


Рисунок 115 – Дозирующее устройство сеялки:

а – общий вид; б – схема скоростей

Обеспечивается осевое перемещение семян к выгрузному окну 12 и далее в пневмопровод 13. Ввиду того, что установленные цилиндры 6 и 7 выполнены с разным направлением навивки, при поперечном наклоне сеялки один цилиндр будет компенсировать уменьшение подачи другого.

Подача семян W высевальным аппаратом определяется из выражения

$$W = 0,35(D^2 - d^2)dK_Z n q \text{ctg} \alpha (\delta_1 + \delta_2), \text{ кг/с,}$$

где D, d – диаметры цилиндров и приводного вала, м;

K_Z – число заходов витка, шт.;

n – частота вращения цилиндров, с⁻¹;

q – насыпная плотность семян, кг/м³;

α – угол наклона винтовой линии витка, град.;

δ_1, δ_2 – коэффициент снижения или повышения подачи в зависимости от поперечного крена сеялки.

Как видно из формулы, основными факторами, влияющими на производительность высевального аппарата, являются: диаметр цилиндров, число заходов витков, частота вращения цилиндров, угол наклона винтовой линии витков.

Требуемая подача должна соответствовать норме высева семян

$$W_T = \frac{VbH}{10^4}, \text{ кг/с,}$$

где V – рабочая скорость движения сеялки, м/с;

b – ширина захвата сеялки, м;

H – норма высева, кг/га.

Например, при $b = 8,6$ м; $V = 2$ м/с; $H = 200$ кг/га; \Rightarrow
 $W_T = 0,34$ кг/с.

При использовании данного высевального аппарата:

- отсутствует механическое воздействие на семена и тем самым исключается их повреждаемость;
- универсальность, использование для высева семян различных культур;
- возможность работы зерновой сеялки на полях, имеющих уклон до 8°.

2.3. Сеялки для посева семян пропашных культур

Способы посева, агротехнические требования

Пропашные культуры сеют рядовым способом, т. е. семена располагают на поле рядами или полосами.

Ряд (рядок) – это линия, на которой размещены семена (растения).

При посеве расстояние между семенами в ряду (шаг посева) и между рядами (ширина междурядий) выбирают на основании рекомендуемой площади питания.

Междурядье – это промежуток (расстояние) между двумя соседними рядами.

Площадь питания – площадь поля, приходящаяся на одно растение. Это важнейший показатель, определяющий урожайность и качество продукции, эффективность противостояния культурного растения сорнякам. При чрезмерно загущенных посевах одно растение угнетает другое, при изреженных – не используется вся площадь поля, на которой затем разрастаются сорняки.

Существует несколько способов посева семян пропашных культур (рис. 116).

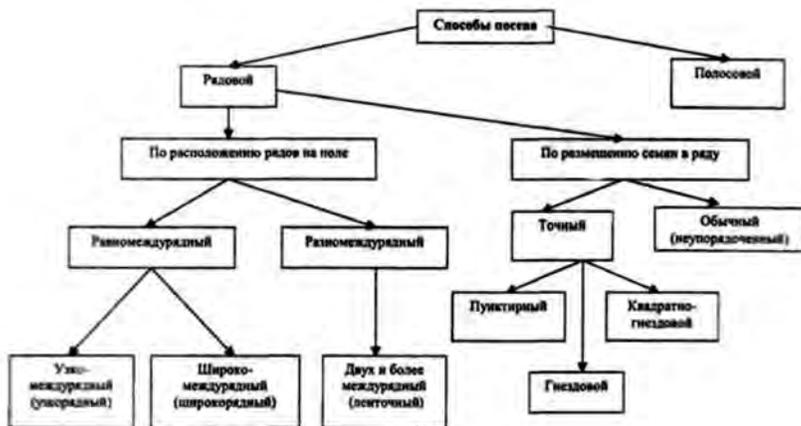


Рисунок 116 – Способы посева семян пропашных культур

К качеству работы пропашной сеялки предъявляются определенные агротехнические требования (рис. 117).

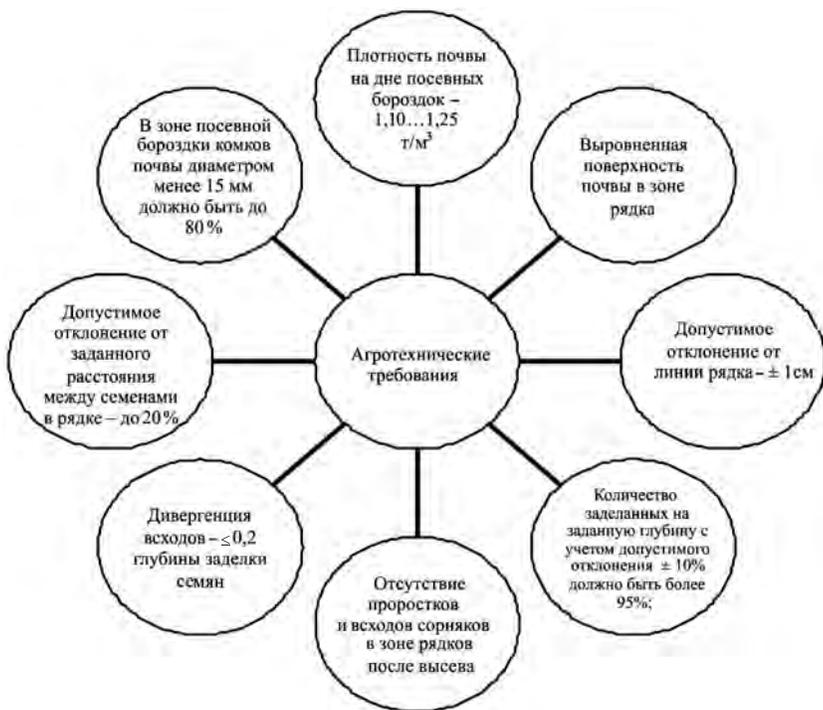


Рисунок 117 – Агротехнические требования, предъявляемые к посеву пропашных культур

Схемы размещения семян на поле при различных способах посева

По расположению рядов на поле

Равномеждурядный посев, если все междурядья (e_m) одинаковы (рис. 118д). Он бывает узкомеждурядный (узкорядный) (рис. 118а), широкомеждурядный (широкорядный) (рис. 118б).

Разномеждурядный, ленточный, при котором суженные междурядья (e_y) (рис. 118е) чередуются с расширенными (e_m), которые нужны для прохода колес (гусениц) тракторов, сельскохозяйственных машин при уходе за посевами и уборке.

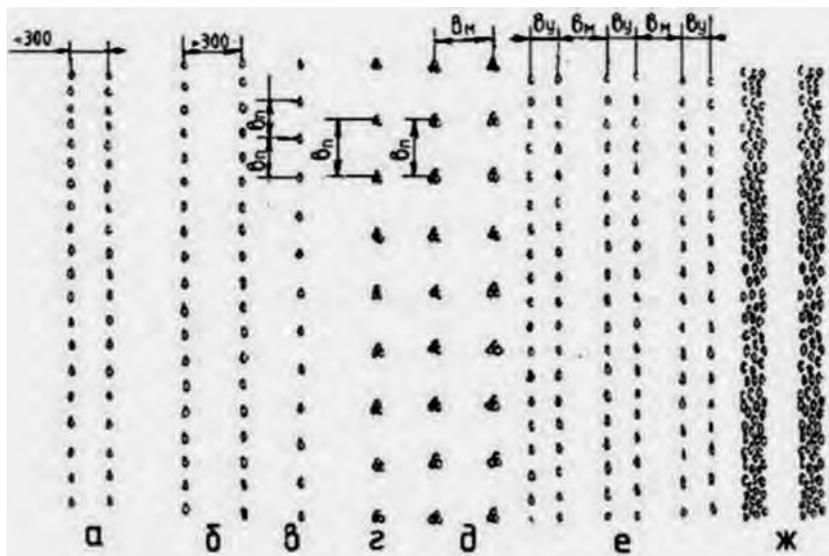


Рисунок 118 – Схемы размещения семян на поле при различных способах посева:

а – обычный узкомеждурядный; *б* – обычный широкомеждурядный; *в* – точный (пунктирный); *г* – гнездовой; *д* – квадратно-гнездовой; *е* – разномеждурядный (ленточный); *ж* – полосовой; v_n – шаг посева; v_m – ширина междурядья; v_y – ширина узкого междурядья

По размещению семян в ряду

При точно заданном расстоянии между семенами (v_n) получают пунктирный, точный рядовой посев (*в*). Его выполняют сеялками точного высева. Когда высевают вместе по два и более семян, то такой посев называют гнездовым (*г*), если расстояние между гнездами (v_n) равно расстоянию между рядами (v_m) – квадратно-гнездовым (*д*). Если же расстояние между семенами не упорядочено, то такой посев называют неупорядоченным, или обычным (*а, б*).

2.3.1. Сеялка СУПН-8А

Сеялка СУПН-8А (рис. 119) предназначена для пунктирного посева калиброванных и некалиброванных семян кукурузы, подсолнечника и других пропашных культур с одновременным, раздельным от семян, внесением минеральных удобрений.



Рисунок 119 – Сеялка универсальная пропашная навесная СУПН-8А

Сеялка предназначена для работы во всех почвенно-климатических зонах, соответствующих общепринятым природно-экономическим зонам РФ, кроме зоны горного земледелия.

Сеялка агрегируется с тракторами класса тяги 1,4.

Краткая техническая характеристика сеялки СУПН-8А представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Техническая характеристика сеялки СУПН-8А

Наименование	Значение
Тип машины	Навесная
Производительность за час основного времени, га/ч	3,9...5,0
Ширина захвата, м	5,6
Рабочая скорость движения, км/ч	до 9
Ширина междурядий, мм	700
Глубина заделки семян, мм	40...120
Доза высева семян, тыс. шт/га	25...150
Доза высева удобрений, кг/га	50...250
Масса: конструктивная, кг	1050±3%
эксплуатационная, кг	1295

На раме сеялки (рис. 119), представляющей собой пространственную ферму, установлены:

- посевные секции, имеющие параллелограммную подвеску, полозовидные сошники и пневматические высевальные аппараты, работающие на принципе разрежения;
- спирально-винтовые туковысевальные аппараты;
- вентилятор центробежного типа с гидравлическим приводом;
- опорно-приводные колеса с механизмами передач;
- по торцам основного бруса рамы установлены маркеры.

Сеялка снабжена прибором контроля посева и уровня семян в бункерах.

Технологический процесс работы

Вращение дисков семявысевающих и пружинных шнеков туковысевающих аппаратов осуществляется от опорно-приводных колес посредством механизмов передач.

Разрежение в подковообразной полости крышки высевального аппарата создается вентилятором, приводимым во вращение гидромотором от гидросистемы трактора.

Для контроля величины разрежения на вентиляторе установлен тягомер мембранный, Тм МП-100.

Семена присасываются к находящимся в зоне разрежения отверстиям вращающегося диска и транспортируются из заборной камеры к месту сброса.

Удаление «лишних» семян, присосавшихся к отверстиям, обратно в заборную камеру аппарата осуществляется штырями вилки, установленной в заборной камере, между которыми при вращении диска проходят присосавшиеся к отверстиям семена.

В нижней части аппарата при переходе отверстий с семенами из зоны разрежения в зону атмосферного давления семена по одному отпадают от отверстий и укладываются на уплотненное дно борозды, образованное пятой сошника.

Пружинные шнеки туковысевающего аппарата с левой и правой навивкой выносят удобрения из бункера в воронки. Рассеиватели, совершая колебательные движения у выходных окон воронок, рассредоточивают поток туков, обеспечивая равномерную струю в тукопроводы, а затем в борозды, образованные туковыми сошниками.

Загортачи закрывают почвой борозды с уложенными семенами и удобрениями, находящиеся за загортачами прикатывающие колеса уплотняют почву над бороздами, создавая контакт семян с почвой и условия для подтягивания к ним влаги, а шлейфы выравнивают рельеф поля после прохода сошников и покрывают зоны рядков мульчирующим слоем почвы.

Далее представлены основные регулировки сеялки.

Изменение дозы высева семян производится двумя способами: сменой дисков с другим числом отверстий и изменением частоты вращения высевающего диска.

Для различных доз высева на сеялке имеется два вида дисков (14 и 22 отверстия).

Диск с большим числом отверстий применяется для увеличенных доз высева.

Изменение частоты вращения диска достигается изменением передаточного отношения путем перестановки цепи механизма передач на звездочки с необходимым количеством зубьев и звездочек, установленных на выходном валу механизма и на валу кронштейна параллелограммной подвески.

Регулирование дозы высева удобрений достигается изменением частоты вращения высевающего механизма аппарата механизмом передач сеялки.

Глубина заделки семян регулируется изменением положения опорного катка. Минимальная глубина хода сошника обеспечивается при установке пружинного шплинта в нижнее отверстие кулисы, а максимальная – при установке шплинта в верхнее отверстие. Перестановка шплинта на каждое смежное отверстие в кулисе изменяет глубину хода сошника на 1 см.

2.3.2. Пневматические высевающие аппараты

Наибольшее распространение в настоящее время на пропашных сеялках получили пневматические высевающие аппараты. Достоинствами их являются: универсальность, отсутствие дробления семян, исключение необходимости в тщательном калибровании посевного материала, возможность работы на скоростях 6...9 км/ч. Они бывают дисковыми и барабанными. В свою очередь, дисковые бывают с использованием разрежения и с использованием избыточного давления.

Высевающий аппарат включает в себя корпус 1 (рис. 120), в котором вращается высевающий диск 2. Корпус 1 соединён с вен-

тилятором разрежения через пневмопровод 3. Разрежение обеспечивает присасывание семян 4 к высеваящему диску 2.

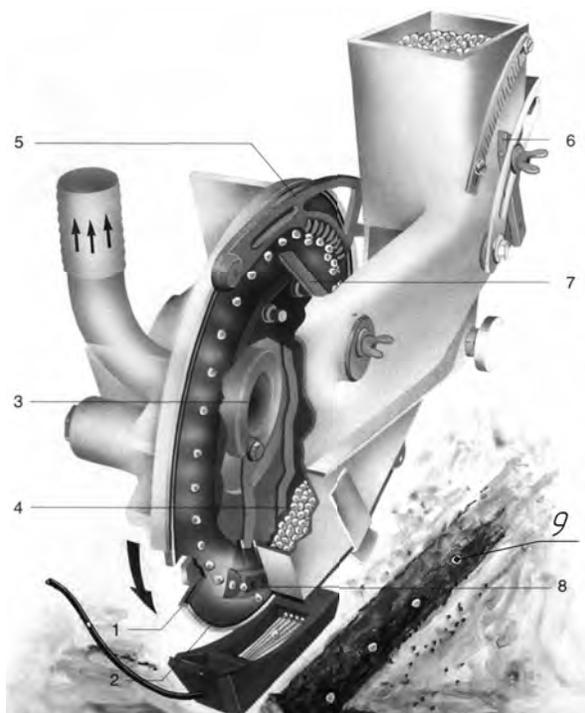


Рисунок 120 – Высеваящий аппарат с использованием разрежения:

- 1 – корпус; 2 – высеваящий диск; 3 – пневмопровод; 4 – семена;
- 5, 7 – отсекатели; 6 – регулировочный винт отсекателя;
- 8 – прерыватель разрежения; 9 – посевная бороздка

Два отсекателя 5, 7 исключают возможные присасывания двух, трех семян. Через смотровое окно можно контролировать заполнение отверстий диска. Расположенный с обратной стороны диска прерыватель разрежения 8 обеспечивает отсекание семян в расчетном месте и способствует точной укладке их в посевную бороздку 9.

Пневматический высеваящий аппарат с использованием избыточного давления

Эти аппараты применяют в основном для посева семян окру-

гой формы и с гладкой поверхностью: соя, горох, фасоль, кукуруза.

Высевающий диск 3 (рис. 121) имеет ячейки 2 конусной формы со сквозными отверстиями. Диск при вращении захватывает каждой ячейкой из слоя семян в бункере 5 несколько семян.

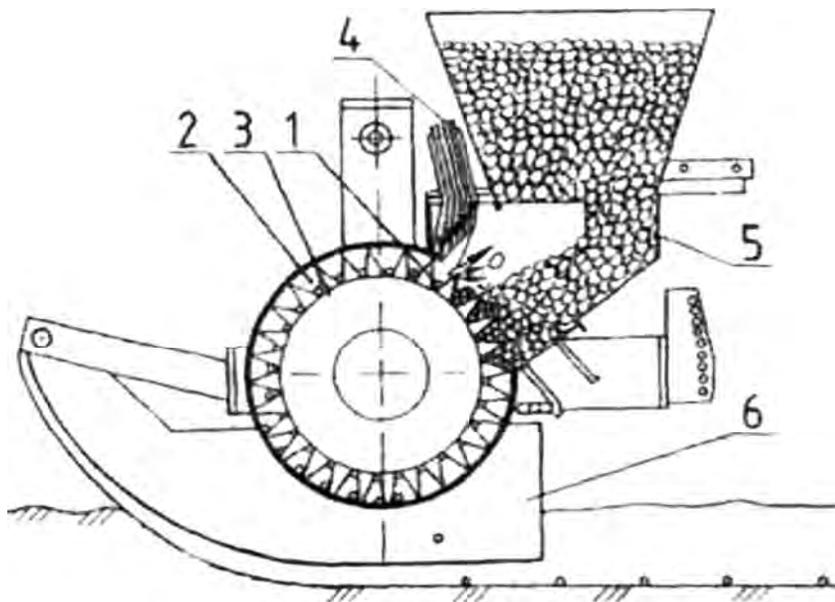


Рисунок 121 – Схема пневмомеханического высевающего аппарата с избыточным давлением:

1 – семя; 2 – конусная ячейка; 3 – высевающий диск;
4 – сопло; 5 – бункер; 6 – сошник

На выходе из бункера расположено сопло 4 для подвода воздуха. При проходе под струей воздуха сверху находящиеся семена выдуваются из ячейки обратно в бункер, а одно нижнее семя прижимается воздушным потоком к вершине конуса, закрывая сквозное отверстие. В нижней части семя выпадает из ячейки в раскрытую сошником бороздку.

Застраившие в ячейках семена выталкиваются с помощью игольчатых выталкивателей или воздушной струи.

Средства контроля высева

Назначение системы контроля высева «НИВА 23» (рис. 122): прямой контроль высева семян сеялками СУПН-8(12), ССТ-12, УПС-12, СПЧ-6(8) и др.

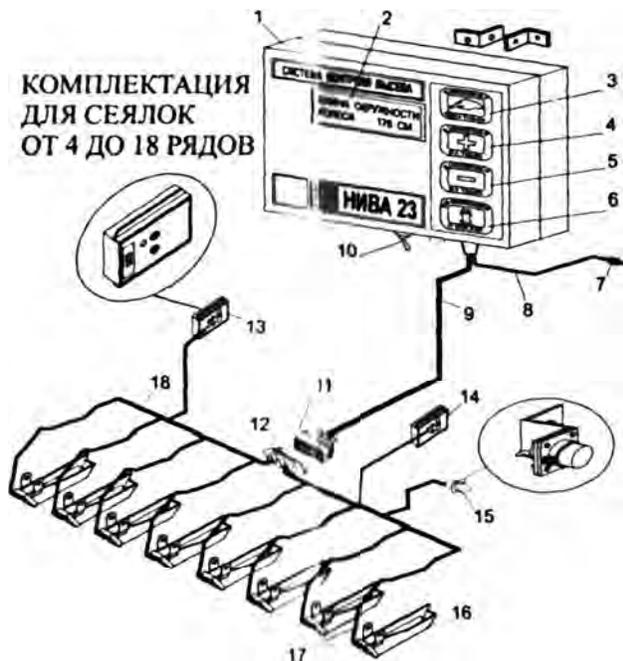


Рисунок 122 – Система контроля высева «НИВА 23»-01 (8-рядный):

- 1 – корпус монитора; 2 – информационное табло; 3 – кнопка «Меню»;
- 4 – кнопка «Плюс»; 5 – кнопка «Минус»; 6 – кнопка «Информ.»;
- 7 – штекер «Плюс»; 8 – провод питания; 9 – кабель; 10 – выключатель;
- 11 – розетка; 12 – вилка; 13 – датчик уровня семян; 14 – датчик уровня туков;
- 15 – датчик пути (скорости); 16 – датчик высева; 17 – кабель датчика высева;
- 18 – кабельная разводка по сеялке

Она контролирует:

- количество семян, высеянных на 1 м ряда;
- процент двойников и пропусков;
- равномерность высева по всем рядам одновременно;
- равномерность шага посева;
- время работы сеялки;

- скорость движения агрегата;
- засеянную площадь;
- нижний уровень семян; вычисляет и вносит в память процент скольжения приводного колеса сеялки после «калибровки» пути.

2.3.3. Определение качественных показателей посева

Показатель неравномерности высева между аппаратами сеялки

Для проверки равномерности высева засыпают в каждый бункер семена, под высевающие аппараты подставляют мешочки или коробочки. У пневматических сеялок должен работать на оптимальном режиме вентилятор, создающий разрежение.

Определяют число оборотов, которое сделает опорно-приводное колесо при посеве на площади 100 м^2 (0,01 га):

$$n_0 = \frac{100}{\vartheta_c \pi D_k},$$

где ϑ_c – ширина захвата сеялки, м;

D_k – диаметр опорно-приводного колеса, м.

Например: для сеялки СУПН-8А $\vartheta_c = 5,6 \text{ м}$, $D_k = 0,48 \text{ м}$.

Получим:

$$n_0 = \frac{100}{5,6 \cdot 3,14 \cdot 0,48} = 12 \text{ оборотов.}$$

Прокручивают опорно-приводные колеса, делая 12 оборотов. Подсчитывают количество семян, высеянных каждым аппаратом K_i . Определяют количество семян, высеянных в среднем одним аппаратом:

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum K_i}{n_a},$$

где $n_a = 8$ – число высевающих аппаратов сеялки СУПН-8А.

Тогда показатель неравномерности высева

$$P_{\text{нр}} = \frac{\sum (K_{\text{ср}} - K_i)}{\sum K_i} \cdot 100 \text{ \%}.$$

При этом разность всегда положительна (со знаком +).

Например, после прокручивания опорно-приводных колес определили, что каждый из восьми аппаратов высевал соответственно семян K_i : 48, 49, 51, 50, 53, 47, 50, 52.

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum K_i}{n_a} = \frac{48 + 49 + 51 + 50 + 53 + 47 + 50 + 52}{8} = 50.$$

$$\Pi_{\text{нр}} = \frac{\sum (K_{\text{ср}} - K_i)}{\sum K_i} \cdot 100 \% = \frac{2 + 1 + 1 + 0 + 3 + 3 + 0 + 2}{400} \cdot 100 \% = 3 \%.$$

Показатель неравномерности высева не должен превышать 4 %.

Показатель неустойчивости высева

Подсчитывают суммарное количество высеваемых семян всеми высевающими аппаратами после 12 оборотов опорно-приводных колес. Это повторяют три раза.

По полученным данным определяют среднее значение:

$$N_{\text{ср}} = \frac{\sum N_i}{3}.$$

Определяют показатель неустойчивости высева:

$$\Pi_{\text{нр}} = \frac{\sum (N_{\text{ср}} \cdot N_i)}{\sum N_i} \cdot 100 \%,$$

где $N_{\text{ср}}$ – среднее количество семян, высеваемых аппаратами при нескольких повторениях.

Например, по трем повторностям получили количество высеваемых семян всеми аппаратами: $N_1 = 400$; $N_2 = 413$; $N_3 = 396$.

Тогда

$$N_{\text{ср}} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} = \frac{400 + 413 + 396}{3} = 403.$$

Отсюда

$$\Pi_{\text{нр}} = \frac{\sum (N_{\text{ср}} - N_i)}{\sum N_i} \cdot 100 \% = \frac{3 + 10 + 7}{1209} \cdot 100 \% = 1,16 \%.$$

Показатель неустойчивости высева не должен превышать 2 %. Умножив $N_{\text{ср}}$ на 100, получим число семян, которое сеялка высеет на каждом гектаре: $403 \cdot 100 = 40300$ шт.

Глубина заделки семян

Ее измеряют линейкой. Поверхность почвы на линии рядка слегка выравнивают, раскрывают посевную бороздку и фиксируют расстояние от поверхности до верхней части семени.

Замеры проводят в 15...20 точках по каждой секции.

Уточняют глубину посева после появления у растений 2...3 листьев, по их этиолированной (светлой) части. Для этого по диагонали поля у 15...20 растений срезают надземную часть, выкапывают оставшуюся часть вместе с семенем и измеряют расстояние от семени или корневой шейки до места среза. Полученные данные подвергают статистической обработке.

Отклонение глубины заделки семян от заданной не должно превышать $\pm 12\%$. Например, при посеве на $50 \text{ мм} \pm 6 \text{ мм}$, $80 \text{ мм} \pm 11 \text{ мм}$.

На первых трех проходах сеялки для определения шага посева вскрывают все рядки на длине $e_p = 20 \text{ Ш}_n$.

Например, шаг посева $\text{Ш}_n = 0,1 \text{ м}$; $e_p = 20 \cdot 0,1 = 2,0 \text{ м}$, $\text{Ш}_n = 0,5 \text{ м}$; $e_p = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ м}$.

Последовательно измеряют шаг посева. Находят среднее значение. Затем определяют количество высеянных семян на единице площади, дозу высева:

$$Q_\phi = \frac{10^4}{b_M \cdot \text{Ш}_n}, \text{ шт/га.}$$

Например, заданное количество высеваемых семян, норма высева: $Q_3 = 55000 \text{ шт/га}$, ширина междурядий $b_M = 0,7 \text{ м}$. $\text{Ш}_n = 0,25 \text{ м}$.

$$\text{Тогда } Q_\phi = \frac{10\,000}{0,7 \cdot 0,25} = 57\,142 \text{ шт/га.}$$

Отклонение составило:

$$O_H = \frac{Q_\phi - Q_3}{Q_3} \cdot 100 = \frac{57\,143 - 55\,000}{55\,000} \cdot 100 = 3,9\%.$$

Отклонение фактического количества высеянных семян от заданного (нормы высева) не должно превышать $\pm 5\%$.

Коэффициент вариации шага посева должен быть не более 20%

Ширина междурядий

Ширину междурядий определяют по следам сошников или прикапывающих катков (колес) между всеми секциями сеялки и в трех

смежных проходах. Замерив расстояние между крайними рядами двух смежных проходов сеялки: первым и вторым, вторым и третьим, находят отклонение ширины стыковых междурядий $e_{\text{СТ}}$ от заданной ширины междурядий $e_{\text{М}}$. Оно не должно превышать ± 50 мм. При необходимости корректируют вылет левого и правого маркеров.

Отклонения ширины основных междурядий не должны превышать ± 20 мм. В противном случае уточняют расстановку посевных секций, проверяют их крепление к брусу сеялки.

От показателя прямолинейности рядков во многом зависит величина защитных зон при культивации посевов.

Ее определяют одновременно с замерами ширины междурядий при вскрытых посевных бороздках.

По линии рядков натягивают с помощью двух колышков шнур длиной 10 м. Измеряют расстояние от семени до шнура. При этом учет ведется отдельно для семян, расположенных слева (+) и справа (-) от шнура. Раздельно ведется обработка полученных данных.

Прямолинейность характеризуется отклонением семян от шнура $\pm \Delta$. Эта величина не должна превышать ± 20 мм.

Определение диаметра присасывающих отверстий высевального диска

Расчет ведется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}},$$

где S – площадь присасывающего отверстия, мм².

$$S = \frac{4 \cdot 10^7 mg}{P},$$

где m – масса высеваемых семян, кг;

$P = 5000$ Па – величина разрежения, создаваемого компрессором сеялки.

$$\text{Тогда } d = \sqrt{\frac{16 \cdot 10^7 mg}{\pi P}}.$$

Например, при посеве семян кукурузы, масса которых $m = 0,25 \cdot 10^{-3}$ кг, получаем

$$d = \sqrt{\frac{16 \cdot 10^7 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{3,14 \cdot 5000}} = 5 \text{ мм.}$$

Следовательно, при посеве семян кукурузы диаметр присасывающих отверстий должен быть 5 мм.

Универсальный высеваящий диск

Высеваяющий диск сеялки СУПН-8А комбинированный, состоит из жестко соединенных точечной сваркой тонкостенного присасывающего диска 1, на котором равномерно по окружности размещены сквозные цилиндрические отверстия, и толстостенной дисковой накладкой 2 (рис. 123). В накладке симметрично располагаются отверстия большего диаметра.

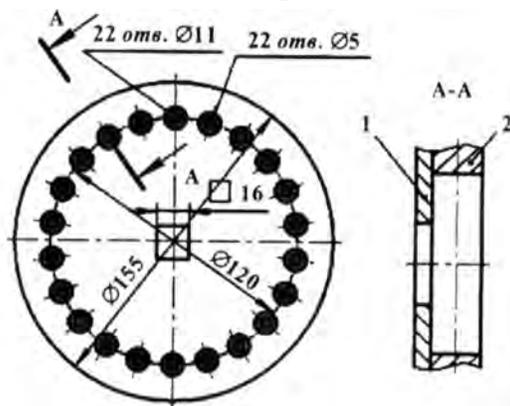


Рисунок 123 – Применяемый высеваящий диск пневматической сеялки:

1 – присасывающий диск; 2 – накладка

Для высева семян различных культур сеялки комплектуют набором высеваящих дисков с разными диаметрами присасывающих отверстий, что усложняет эксплуатацию. При этом диски не обеспечивают качественный посев всех пропашных культур, так как их семена имеют широкий диапазон варьирования размеров по длине, ширине и толщине.

Площадь присасывающих отверстий не всегда соответствует необходимой присасывающей силе для семян. Поэтому встречаются как пропуски, так и высев по два-три семени вместо одного, что приводит к снижению урожайности.

Предложено новое дозирующее устройство, в котором присасывающий диск и дисковая накладка отделены друг от друга (рис. 124).

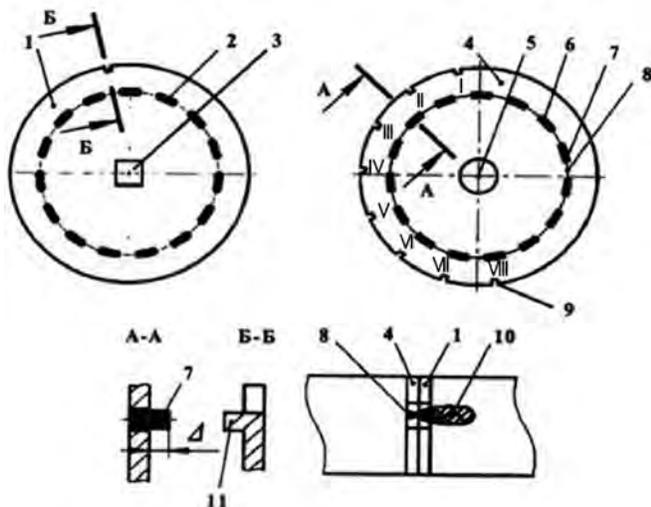


Рисунок 124 – Универсальный высеваящий диск:

1 – присасывающий диск; 2 – сквозные присасывающие отверстия; 3 – квадратное отверстие; 4 – накладка; 5 – круглое отверстие; 6 – продолговатые пазы; 7 – направлятель; 8 – проволока; 9 – вырезы; 10 – семя; I-VIII – зацепы II

На присасывающем диске 1 толщиной 1...1,5 мм с центральным квадратным отверстием 5 равномерно по окружности расположены присасывающие отверстия 2, выполненные в виде продолговатых сквозных пазов. Исходя из размеров наиболее крупных семян пропашных культур, например кукурузы, отверстия 2 делают шириной 2,0...2,5 мм, длиной 10,0...12,0 мм.

На накладке 4 толщиной 1...1,5 мм с центральным круглым отверстием равномерно по окружности $\varnothing 120$ мм (как и у диска 1) расположены аналогичные продолговатые пазы 6, в одной из торцевых частей которых вырезаны и повернуты на 90° направлятели 7 в виде узкой полоски шириной 2,0...2,5 мм, равной ширине присасывающих отверстий 2. Выступающая часть Δ направлятеля 7 равна толщине присасывающего диска 1. На периферии последнего сделан зацеп II, а на накладке 4 – вырезы 9 (восемь штук), позволяющие регулировать рабочую длину присасывающих отверстий от 1 до 8 мм с интервалом 1 мм. По окружности расположения

продолговатых пазов b на накладке 4 установлена проволока 8 диаметром до $0,3 \dots 0,4$ мм.

Перед настройкой дозирующего устройства на семена конкретной пропашной культуры рассчитывают длину присасывающего отверстия, м:

$$e = \frac{S}{b} = \frac{F}{Pb} = \frac{40mg}{Pb},$$

где b – ширина отверстия, м;

$F = 40mg$ – необходимая присасывающая сила, Н (m – масса семени, кг).

Для кукурузы: $m = 0,25 \cdot 10^{-3}$ кг; $b = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м:

$$e = \frac{40 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{5000 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}} \approx 0,008 \text{ м} \approx 8 \text{ мм.}$$

На практике можно использовать упрощенную формулу:

$$e = 3m_{10},$$

где m_{10} – масса 10 семян, г.

Для кукурузы:

$$e = 3 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ мм.}$$

На одной из посевных секций сеялки на квадратную часть приводного вала устанавливают присасывающий диск 1 . Поворачивают накладку 4 так, чтобы ее вырез 9 совпадал с VIII зацепом 11 на диске 1 . Ставят прокладку и крышку. Включают компрессор и прокручивают колесо сеялки, вращение от которого передается приводному валу высевающего диска. Устанавливают, сколько присасывается семян 10 . Если присасывается больше одного или есть пропуски, проводят корректировку рабочей длины отверстия, после чего окончательно настраивают все дозирующие устройства сеялки.

Проволока 8 препятствует западанию семян 10 в присасывающее отверстие 2 .

III. Механизация внесения удобрений

Виды удобрений

Различают удобрения минеральные и органические. Они содержат основные элементы питания растений, фосфор *P*, калий *K* и азот *N*.

Минеральные удобрения применяют в виде гранул, кристаллов, порошка или жидкости. По содержанию питательных элементов они бывают простые, содержащие один элемент, и сложные, составленные из двух-трех питательных элементов.

Органические удобрения содержат вещества животного или растительного происхождения: навоз, торф, растительную массу, заделываемую в почву.

Основные технологические свойства минеральных удобрений:

- плотность: 0,8...1,7 т/м³;
- размеры гранул: 1...5 мм;
- сыпучесть: способность проходить через отверстия $\varnothing 7$ мм;
- слеживаемость: способность образовывать глыбы при хранении;
- микроскопичность: способность поглощать влагу из воздуха.

У органических удобрений оценивают плотность, липкость и коэффициенты внутреннего и внешнего трения, которые зависят от солоμистости и влажности.

Способы внесения удобрений в почву

В зависимости от сроков внесения различают следующие способы:

- допосевное;
- припосевное;
- послепосевное или подкормка.

По характеру распределения удобрений по площади поля:

- разбросной с последующей заделкой;
- рядковый при посеве и последующей обработке;
- полосовой или ленточный при подкормке, в основном жидкие удобрения;
- контурный, при предварительной оценке содержания питательных элементов по участкам поля и использование компьютерных программ.

По технологии внесения удобрений:

- проточный: склад – машина для внесения – поле;
- перегрузочный: склад – транспортное средство – машина для внесения – поле;
- перевалочный: склад – транспортное средство – полевое хранилище – машина для внесения – поле или размещение органических удобрений в виде куч с последующим их разбрасыванием.

Машина для внесения твердых минеральных удобрений МВУ-8Б

Машина МВУ-8Б (рис. 125) предназначена для транспортировки и рассева по поверхности почвы минеральных удобрений и слабопылящих известковых материалов.

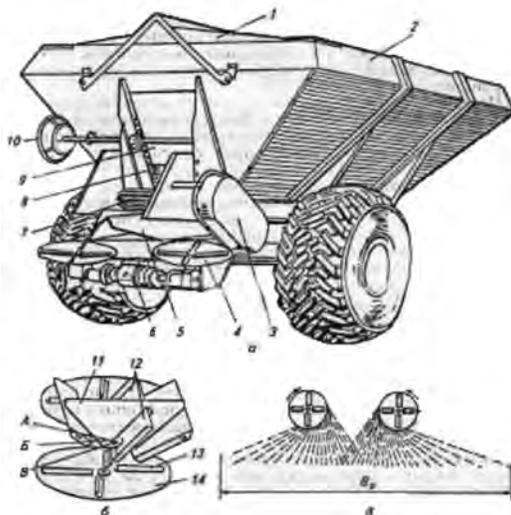


Рисунок 125 – Схема машины МВУ-8Б:

- a* – 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

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, т – 11

Ширина захвата при внесении удобрений, м:

- гранулированных – 14...20
- кристаллических – 8...14
- Доза внесения, кг/га – 200...10000
- Рабочая скорость движения, км/ч – до 15
- Масса, кг – 3200

Общее устройство

Машина (рис. 124) представляет собой одноосный полуприцеп, на раме которого смонтированы: кузов, рассеивающий аппарат, туконаправитель, механизмы и передачи. Цельнометаллический сварной кузов имеет наклонные борта и плоское дно, по которому движется верхняя ветвь цепочно-планчатого конвейера. Конвейер надет цепями на звездочки ведущего и ролики ведомого валов и приводится в движение от ходового колеса цепным приводом или от ВОМ трактора через редуктор трансмиссии и цепной привод. При внесении удобрений в дозе 200...2000 кг/га используют первый вариант привода, а при внесении меллиорантов в дозе 1000...10000 кг/га – второй вариант. Переключение передачи с первого варианта на второй и обратно осуществляют поворотом рычага редуктора, расположенного слева на раме машины, в положение «Включен» или «Выключен». В задней стенке кузова вырезано окно для подачи удобрений из кузова к рассеивающему аппарату. Для изменения высоты окна и регулирования этим дозы удобрений служит заслонка, которую механизмом перемещают вверх-вниз.

Туконаправитель служит для деления потока удобрений на две равные части. Он состоит из делителя потока и двух съемных лотков. Переставляя болты крепления в отверстиях, изменяют наклон лотков и место поступления удобрений на диски.

Рассеивающее устройство снабжено двумя дисками, на поверхности которых закреплены лопасти. Диски закреплены на вертикальных валах редуктора и приводятся во вращение от ВОМ трактора.

Технологический процесс работы

Удобрения загружают в кузов погрузчиком, выезжают в поле и включают передачу на конвейер-питатель и диски. При движении машины по полю прутковый конвейер перемещает из кузова слой удобрений, по толщине равный высоте окна, и сбрасывает их непрерывным потоком на делитель туконаправителя. Разделившись на два потока, удобрения поступают на вращающиеся диски, увлекаются ими во вращение и разбрасываются по полю полосой.

Регулировки

Для агрегатирования с МВУ-8Б на тракторе устанавливают необходимую частоту вращения ВОМ (1000 мин^{-1}). По таблице выбирают положение заслонки для заданной дозы внесения удобрений и вращением штурвала совмещают край заслонки с соответствующим номером деления шкалы. Равномерность распределения удобрений по ширине рассева зависит от установки тукораспределителя и лотков. При подаче удобрений ближе к оси вращения диска увеличивается количество высеваемых удобрений по краям захватываемой полосы, при подаче дальше от оси вращения – в средней части захватываемой полосы. С увеличением частоты вращения дисков равномерность распределения улучшается. Наклон к радиусу в сторону вращения на $10...15^\circ$ также способствует более равномерному распределению удобрений. Дозу внесения тукоток регулируют изменением скорости движения транспортера и заслонкой. Ее перемешивают вверх-вниз по шкале, показывающей необходимый размер выпускного окна (с учетом данных таблицы на стенке кузова).

С тракторами тягового класса 1,4 агрегируется машина для внесения минеральных удобрений 1РМГ-4Б, обеспечивающая внесение удобрений от $100...6000 \text{ кг/га}$.

На зарубежных машинах аналогичного типа ширина захвата регулируется еще и поворотом разбрасывающих лопастей (рис. 126).



Рисунок 126 – Регулировка ширины захвата поворотом разбрасывающих лопастей

На шкале точно указана получаемая ширина захвата. Кроме того, рассеивающие диски оснащены устройствами, уменьшающими ширину захвата на границах и краях полей (рис. 127).



Рисунок 127 – Схема изменения ширины захвата

Этим самым исключается неэффективное использование удобрений.

Расчет ширины рассеивания удобрений

Для двухдискового рассеивающего устройства:

$$B_p = \frac{\pi n R}{15} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}},$$

где n – частота вращения дисков, мин⁻¹;

R – радиус диска, м;

H – высота расположения дисков над поверхностью, м.

Например: $n = 500$ мин⁻¹; $R = 0,35$ м; $H = 0,5$ м.

$$\text{Тогда } B_p = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 0,35}{15} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{9,8}} = 12,1 \text{ м.}$$

Роторное распределяющее устройство

Рассеивающее устройство (рис. 128) включает в себя два ротора 1 и 2, вращающиеся вокруг горизонтальной оси, и два туконаправителя 3. Роторы снабжены лопатками 4.

Эта схема используется на машинах СТТ-10.

При движении машины транспортер перемещает удобрения вперед и через дозирующее окно в передней стенке кузова подает их на туконаправители 3. Последние направляют поток удобрений на лопатки роторов, вращающихся в противоположных направ-

лениях с частотой 810 мин⁻¹. За счет различного наклона лопаток роторы разбрасывают удобрения в четыре рабочие зоны и распределяют их по полю.

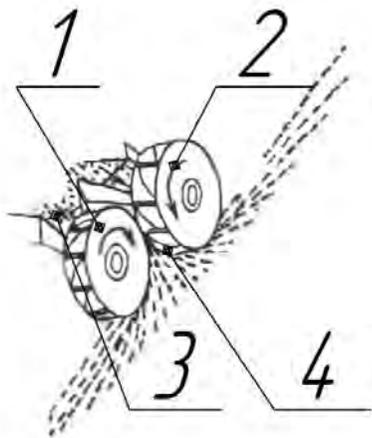


Рисунок 128 – Рассеивающее устройство машины СТТ-10

Дозу внесения удобрений в пределах от 100 до 2000 кг/га регулируют заслонкой, расположенной на задней стенке кузова машины. Управление дозирующей заслонкой осуществляется от гидросистемы трактора. Ширина захвата 10...15 м, доза внесения 100...2000 кг/га.

Подкормка сельскохозяйственных культур

Для подкормки зерновых колосовых культур используют широкозахватные штанговые подкормщики типа ПШ-21,6.

Машина представляет собой полуприцеп с конвейером-питателем, штангу с распылителями, пневмосистему.

Привод конвейера-питателя от колес обеспечивает синхронизацию подачи удобрений и скорости движения агрегата.

При движении машины удобрения из кузова подаются конвейером питания в тукораспределитель, откуда потоком воздуха, нагнетанием вентилятора транспортируются по штангам к дефлекторным распылителям и равномерно распределяются по поверхности почвы.

Ширина захвата 21,6 м, доза внесения гранулированных удобрений 50...500 кг/га, рабочая скорость движения до 10 км/ч, масса 2100 кг.

Для подкормки жидкими удобрениями используют широкозахватные опрыскиватели (рис. 129). Отличительной особенностью их является установка вместо распылителей на штанге шлангов.



Рисунок 129 – Общий вид внесения жидких удобрений

Удобрения доставляются непосредственно в прикорневую зону растений, исключая потерю от испарения, снос ветром. Для стабилизации расположения шлангов в травостое на их концах размещают грузы.

На современных машинах для внесения удобрений при подкормке устанавливают оптико-электронные датчики, которые по цвету листов озимой пшеницы определяют потребность отдельных участков обрабатываемого поля в азоте и соответствующим образом регулируют дозу внесения. Осуществляется дифференцирование вносимых удобрений.

Для внесения минеральных удобрений в зону корневой системы растений при подкормке используют туковысевающий аппарат АТП-2.

Его также используют при припосевном внесении удобрений. Аппарат крепят на бруске культиватора с помощью кронштейнов из расчета один на каждый рядок.

Аппарат туковысевающий АТП-2 состоит из бункера 1 (рис. 130) вместимостью 45 дм³ с указателем уровня туков 3. В нижней части бункера закреплен вал 4 с высевающим механизмом в виде двух пружинных шнеков с правой 7 и левой 8 навивкой. На втулках вала закреплены рассеиватели 6, расположенные внутри воронок 5.

Привод вала осуществляется от опорных колес культиватора с помощью цепных передач. Зазор между шнеками и дном бункера должен быть 2...3 мм.

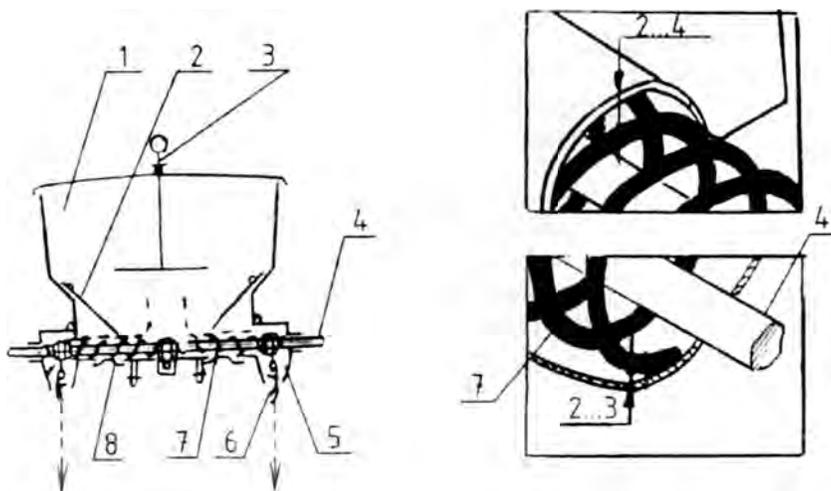


Рисунок 130 – Схема туковывсевающего аппарата АТП-2:

1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – указатель уровня туков; 4 – вал; 5 – воронка;
6 – рассеиватель; 7, 8 – пружины

Предварительно готовят минеральные удобрения. При необходимости их просеивают через сита с отверстиями диаметром 5...7 мм.

Те удобрения, которые в чистом виде не высеваются (калийная селитра) из-за плохой сыпучести, смешивают с другими минеральными удобрениями (суперфосфатом) или молотым мелом, известью.

Подготовленные удобрения засыпают в бункер 1. При движении культиватора удобрения пружинами 7 и 8 выносятся из бункера в воронки 5, где рассеиватели 6, активно воздействуя на поток, обеспечивают их равномерную подачу в тукопроводы и далее в подкормочные лапы.

Установленные на культиваторе аппараты АТП-2 обеспечивают внесение от 50 до 600 кг/га удобрений. Дозу внесения регулируют изменением передаточного отношения привода валов аппаратов с помощью сменных звездочек. Передаточное отношение (i) изменяется от 0,092 до 0,929. Так если при $i = 0,1$ норма высева составляет 50 кг/га, то при $i = 0,3$...150 кг/га, при $i = 0,5$...250 кг/га.

Расчет передаточного отношения ведут по формуле:

$$i = \frac{q_y b_M \pi d_k}{10\,000 \cdot 2m_c},$$

где q_y – норма внесения, кг/га;
 b_M – ширина междурядья, м;
 d_k – диаметр приводного колеса, м;
 $m_c = 0,042$ кг – масса удобрений, высеваемая в одно окно за один оборот вала высевающего аппарата (по гранулированному суперфосфату, имеющему плотность $p_c = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³).

Например, необходимо внести культиватором КРН-5,6Б с АТП-2 при подкормке аммиачную селитру с плотностью $p_a = 0,8 \cdot 10^3$ кг/м³ в количестве $q_y = 100$ кг/га; $b_v = 0,7$ м; $d_k = 0,51$ м.

Тогда

$$m_a = m_c \cdot \frac{p_a}{p_c} = 0,042 \cdot \frac{0,8 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^3} = 0,0336 \text{ кг.}$$

Находим требуемое передаточное отношение:

$$i = \frac{100 \cdot 0,7 \cdot 3,14 \cdot 0,51}{10\,000 \cdot 2 \cdot 0,0336} = 0,167.$$

С учетом проскальзывания приводного колеса передаточное отношение надо увеличить на 6... 10 %, то есть $i = 0,180$. Имеющийся набор звездочек обеспечивает $i = 0,178$, что близко к расчетному. Перед началом работы в поле проводят проверку правильности расчета и определяют фактическую подачу удобрений. Поднимают культиватор, устанавливают брус на опоры. Определяют, сколько нужно сделать оборотов колеса (n) для высева удобрений на площади 0,01 га:

$$n = \frac{100}{\pi d_k} \cdot b_M K_p,$$

где K_p – количество обрабатываемых рядков.

$$n = \frac{100}{\pi d_k} \cdot b_M K_p = \frac{100}{3,14 \cdot 0,51} \cdot 0,7 \cdot 8 = 11.$$

Прокручивают вручную приводное колесо, делая 11 оборотов. Полученную суммарную массу в килограммах умножают на 100.

Это и будет фактический высев удобрений в кг/га. В зависимости от конкретных условий полученное значение корректируют на величину проскальзывания приводных колес (6...10 %).

Аппарат туковысевающий геликоидный АТГ-2

Туковысевающий аппарат АТГ-2 (рис. 131) предназначен для подкормки растений при междурядной обработке пропашных культур.



Рисунок 131 – Общий вид туковысевающего геликоидного аппарата АТГ-2

Высевающий механизм представляет собой вал, на котором установлены гравитационные (геликоидные) устройства с правой и левой навивками. Механизм обеспечивает высев минеральных удобрений и их смесей в гранулированном, порошкообразном и кристаллическом видах.

Данная конструкция дозирующего устройства позволяет изменять дозу внесения удобрений – 50...400 кг/га;

Конструкцией туковысевающего аппарата предусмотрено внесение удобрений посередине междурядий, что обеспечивает образование мощной, разветвленной корневой системы, занимающей всю площадь питания (рис. 132).

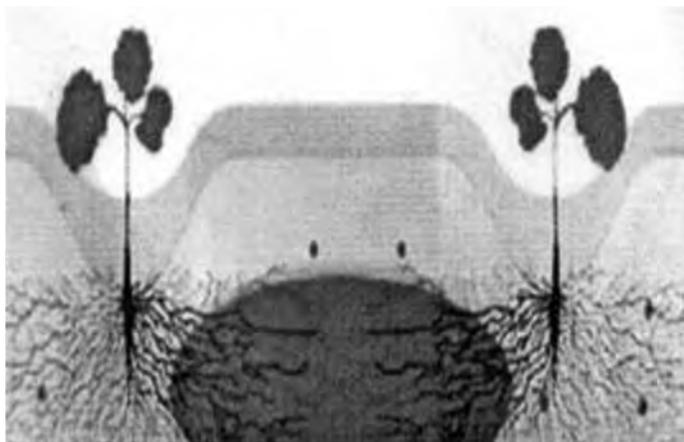


Рисунок 132 – Схема расположения корневой системы при внесении удобрений посередине междурядий

Вместимость бункера туковывсевающего геликоидного аппарата до 100 л.

Внесение органических удобрений

Машины для внесения твердых органических удобрений типа ПРТ-10, ПРТ-16 (рис. 133) представляют собой двухосный полуприцеп, на раме которого установлен металлический кузов с надставными бортами. По дну кузова движется цепочно-планчатый питающий транспортер. Разбрасывающее устройство машины состоит из двух шнековых барабанов: измельчающего и разбрасывающего, оси которых расположены горизонтально. Устройство установлено на месте заднего борта кузова и приводится в действие от ВОМ трактора.

Питающий транспортер состоит из четырех сварных грузовых цепей, объединенных попарно в две ветви. Каждая ветвь оборудована самостоятельным натяжным устройством. К цепям с равными промежутками прикреплены хомутами металлические скребки. Во время движения агрегата транспортер перемещает весь объем удобрений, находящихся в кузове, к разбрасывающему устройству. Барабаны, вращающиеся снизу вверх, воздействуют на весь слой удобрений. При этом зубья нижнего барабана интенсивно рыхлят удобрения и измельчают соломистые включения. Нижний барабан подает удобрения на верхний барабан.

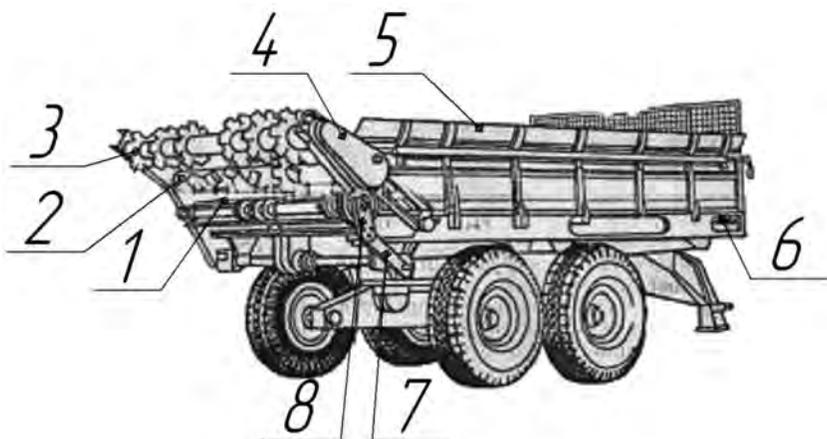


Рисунок 133 – Машина для внесения
твердых органических удобрений ПРТ-10:

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

Последний, вращаясь с большой скоростью, подхватывает удобрения и разбрасывает их по поверхности поля. Вследствие того, что шнековая навивка на барабане от центра расходится к его концам, ширина разброса удобрений значительно превышает ширину кузова. Кроме того, верхний барабан отбрасывает лишние удобрения в кузов, обеспечивает частичное выравнивание слоя.

Доза внесения удобрений зависит от скорости движения транспортера и агрегата.

Скорость транспортера определяется по следующей формуле:

$$U_T = \frac{QVB_p}{10^4 B_k H_y \rho},$$

где Q – доза внесения удобрений, кг/га;
 V – рабочая скорость движения машины, м/с;
 B_p – ширина захвата (разбрасывания), м;
 H_y – высота слоя удобрений в кузове, м;
 ρ – плотность удобрений, кг/м³;
 B_k – ширина кузова, м.

Если учесть, что расстояние между смежными проходами агрегата для машин ПРТ-10, ПРТ-16 должно быть в пределах $L = 5,5 \dots 6,0$ м, ширина захвата составит $B_p = B_k + L = 2 + (5,5 \dots 6,0) = 7,5 \dots 8,0$ м.

Плотность органических удобрений может меняться от 500 до 1100 кг/м³.

Например: $Q = 40\ 000$ кг/га; $V = 3$ м/с; $B_p = 8$ м; $B_k = 2,2$ м; $H_y = 2,0$ м; $p = 600$ кг/м³.

$$\text{Тогда } U_T = \frac{40\ 000 \cdot 3 \cdot 8}{10\ 000 \cdot 2,2 \cdot 2,0 \cdot 600} = 0,036 \text{ м/с.}$$

Данную скорость транспортера устанавливают путем смены ведущей и ведомой звездочек его привода.

Определение качественных показателей

Фактическая доза внесения удобрений

Вначале взвешивают пустую машину, затем машину с удобрениями, разность между этими показателями равна массе загруженных удобрений m .

Агрегат устанавливают на ровной площадке, разместив над ним полиэтиленовую пленку или брезент. Запускают его в работу. Фиксируют время опорожнения кузова t и общую ширину захвата B_o . Фактическую ширину находят из выражения $B_{рф} = 0,7B_o$.

По полученным данным находят фактическую дозу внесения удобрений:

$$Q_{\phi} = \frac{10^4 \cdot m}{t \cdot B_{рф} \cdot V},$$

где V – принятая рабочая скорость агрегата, м/с.

Например: $m = 8$ т; $B_{рф} = 7,4$ м; $V = 3$ м/с; $t = 85$ с.

$$Q_{\phi} = \frac{10\ 000 \cdot 8}{85 \cdot 7,4 \cdot 3} = 42,4 \text{ т/га.}$$

Фактическая доза должна отличаться от заданной не более чем на 10 %.

$$\text{В данном случае } O_y = \frac{42,4 \cdot 10,0}{40,0} \cdot 100 = 6 \text{ \% .}$$

Если отклонение превышает 10 %, то варьируют скоростью движения агрегата или сменой звездочек.

Равномерность распределения удобрений по поверхности поля

Определение ведут на площадке, покрытой полиэтиленовой пленкой. На выделенных по ширине захвата площадках определяют количество гранул на них или массу удобрений. В зависимости от дозы внесения размеры площадок могут быть $1 \times 1 \text{ м}^2$ или $0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$. Полученные значения по площадкам не должны отличаться друг от друга более чем на 15 %.

Допустимые отклонения глубины заделки удобрений при подкормке не должны превышать $\pm 10 \%$.

IV. Механизация защиты растений от вредителей, болезней и сорняков

Для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков применяют пестициды (*pestis* – зараза, *caedo* – убиваю). Пестициды классифицируются по их целевому назначению: гербициды – для борьбы с сорными растениями; инсектициды – с вредными насекомыми; фунгициды – с болезнями растений; дефолианты – для удаления листьев; десиканты – для снижения влажности листьев перед уборкой.

Пестициды применяют с использованием следующих технологических операций: протравливание, опрыскивание, опыливание, фумигация, аэрозольная обработка.

4.1. Протравливатели

Протравливатели предназначены для обработки семян против возбудителей болезней и улучшения их посевных качеств.

В соответствии с принципиальной технологической схемой протравливатели включают бункер для семян, дозатор 1 (рис. 134), распределитель семян 3, загрузочную воронку 2, распределяющий диск 4, разбрызгиватель 5, смеситель 6.

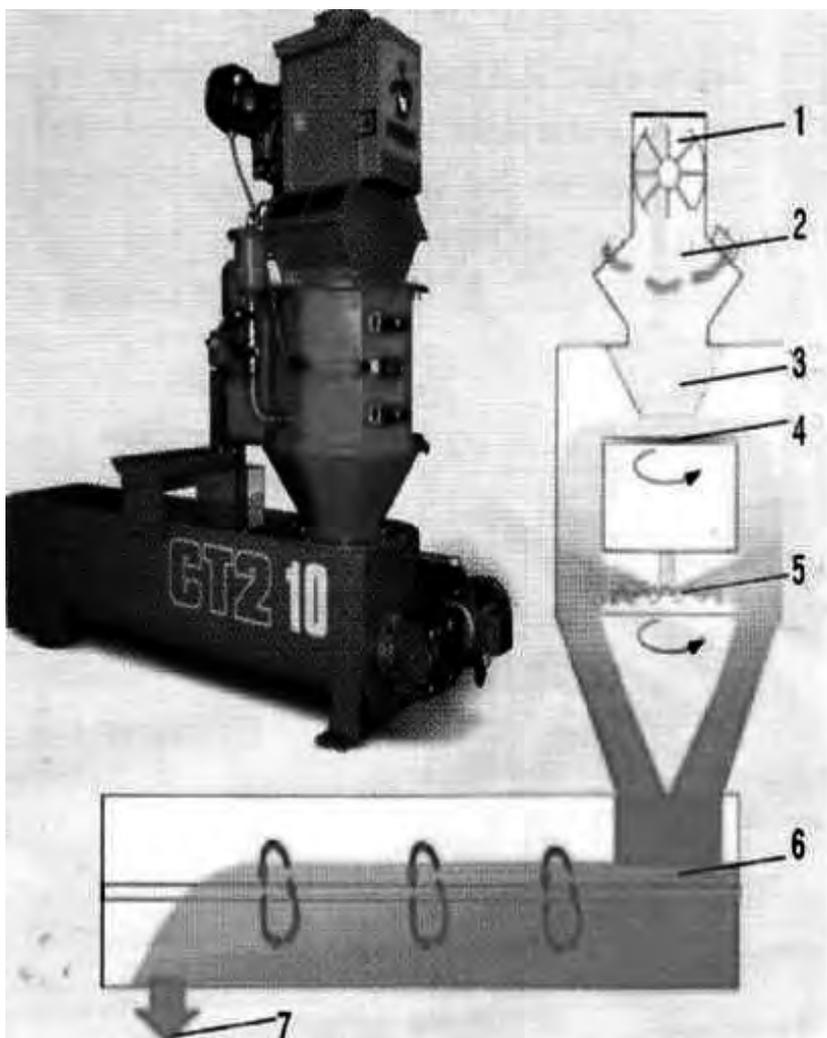


Рисунок 134 – Общий вид и технологическая схема протравливателя:
 1 – дозатор; 2 – загрузочная воронка; 3 – раструб;
 4 – диск распределителя семян; 5 – разбрызгиватель протравителя;
 6 – смеситель; 7 – выход протравленных семян

Расход рабочего раствора ядохимиката, чаще всего в виде суспензии (раствор – вода, фаза – твёрдый ядохимикат), определяется при помощи формулы

$$q = \frac{QWE}{60m},$$

где Q – доза внесения суспензии, кг/т;
 W – производительность протравливателя, т/ч;
 m – масса засыпаемого в резервуар ядохимиката, кг;
 E – вместимость резервуара, л.

Расход препарата проверяют по мерному цилиндру.

В процессе работы семена из бункера поступают в дозатор 1, который отрегулирован на заданную производительность W . Производительность регулируется в пределах – 2...25 т/ч семян. Далее через загрузочную воронку семена поступают на вращающийся в горизонтальной плоскости диск 4, который равномерно распределяет их по ширине.

Суспензия через разбрызгиватель 5 поступает также на вращающийся диск и превращается в мелкодисперсное, туманообразное состояние, за счёт чего и происходит процесс протравливания семян. Расход суспензии регулируется насосом-дозатором.

Окончательное перемешивание семян с суспензией осуществляется в лопастном смесителе 6, из которого они идут на выгрузку.

Показатели качества работы протравливателей

Неравномерных концентраций пестицида в рабочих жидкостях до 5 %.

Равномерность подачи рабочей жидкости – до 95 %.

Неравномерность распределения рабочей жидкости в массе семян – до 10 %.

Допускаемое повреждение семян – до 0,5 %.

4.2. Опрыскиватели

Опрыскиватели (рис. 135) предназначены для распыла и нанесения жидких пестицидов в виде растворов, суспензии на растения.



Рисунок 135 – Принципиальная схема опрыскивания

Классификация

По способу агрегатирования: прицепные, навесные, монтируемые (на автомобили, самолёты), ранцевые.

По типу распыливающих устройств – гидравлические, вентиляторные, комбинированные.

По способу внесения: сплошные, ленточные, дискретные.

В зависимости от доз раствора рабочей жидкости:

- полнообъемные – >100 л/га;
- малообъемные – $10...100$ л/га;
- ультрамалообъемные – <10 л/га;

Общее устройство

Современные опрыскиватели включают трёхкамерную ёмкость: бак для рабочего раствора, бак для промывания водой, бак для чистой воды; насос, фильтры, заправочный эжектор, регулятор давления, секционную штангу с гидросистемой управления, распыливающие наконечники. Ширина захвата штанги опрыскивателей варьирует в пределах от 6 до 40 м.

Технологический процесс

Заправка основного бака водой осуществляется с использованием эжектора (рис. 136). Он работает совместно с насосом опрыскивателя, от которого по нагнетательной магистрали 5 под давлением $1,5...2,0$ МПа поступает жидкость.

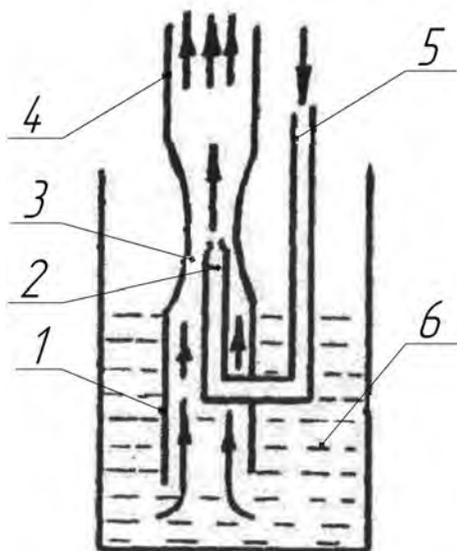


Рисунок 136 – Схема работы гидравлического заправочного эжектора:

1 – эжектор; 2 – сопло; 3 – сужение эжектора; 4 – выходной патрубок;
5 – нагнетательная магистраль; 6 – емкость заправочная

Корпус эжектора 1 опускают в заправочную ёмкость 6 и включают насос. Струя жидкости, выходящей из сопла 2, попадает в сужение эжектора. При сужении потока, уменьшении площади сечения S возрастает скорость жидкости

$$V = \frac{q}{S},$$

где q – расход жидкости, м³/с;
 S – площадь сечения сужающейся части эжектора, м².

Известно, что $p \cdot v = \text{const}$. С увеличением скорости V снижается давление p . Создаётся разрежение, в результат чего жидкость начинает поступать из заправочной ёмкости в бак опрыскивателя.

В процессе работы опрыскивателя жидкость насосом засасывается из основного бака и через фильтр с регулятором давления поступает к распределительным шлангам и далее к шлангам с распыливающими наконечниками.

Так как производительность насоса постоянна, а расход рабочей жидкости меняется в зависимости от условий работы, то излишки подаваемой насосом жидкости из регулятора давления поступают в гидромешалку, расположенную в баке.

Регулятор давления служит для установки требуемого давления в магистрали, а также в качестве предохранительного устройства при чрезмерном росте давления.

Рабочие устройства

Баки

Баки изготавливают из полиэтилена, что исключает их коррозию. Вместимость баков варьирует от 300 до 4200 л. Содержимое бака должно хватать на работу в течение от полусмены до полной смены. В баках устанавливают уровнемер. Форма их должна быть такой, чтобы центр тяжести располагался как можно ниже.

Насосы

Они служат для приготовления, перемещения рабочей жидкости и подачи её к распыливающим наконечникам.

По принципу действия насосы разделены на гидравлические и пневматические.

По развиваемому давлению их подразделяют на насосы:

- высокого давления – 2,6...5,0 МПа;
- среднего давления – 1,0...2,5 МПа;
- низкого давления – до 1,0 МПа.

Пневмонасосы применяют в ранцевых опрыскивателях.

Гидронасосы подразделяют на поршневые, плунжерные, центробежные, шестеренчатые, мембранные.

Штанги

Для опрыскивания полевых культур применяют горизонтальные штанги, садов и виноградников – вертикальные.

Это пространственная ферма, расположенная поперёк направления движения.

Штанги, как правило, имеют параллелограммную подвеску, что позволяет достичь рабочей высоты опрыскивания от 0,5 до 2,5 м. Это даёт возможность проводить опрыскивание некоторых культур, например рапса в фазе цветения.

Штанга состоит из нескольких секций, соединяющихся шарнирно, что обеспечивает изменение при необходимости ширины захвата, при этом отключаются от работы секции штанги как одновременно с двух сторон, так и асимметрично (рис. 137).

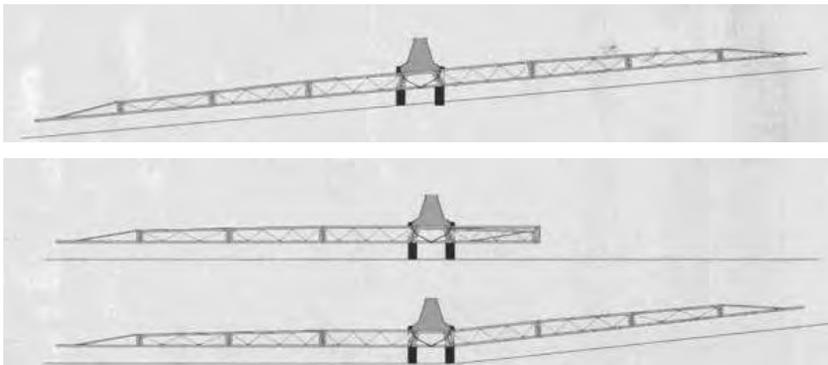


Рисунок 137 – Схема изменения ширины захвата и угла установки штанги

Кроме того, на штангах устанавливают ультразвуковые датчики, измеряющие и при необходимости меняющие угол наклона.

На штанге размещают распыливающие наконечники.

Распыливающие наконечники

Они предназначены для дозирования и диспергирования рабочей жидкости. От них зависит размер капель, форма факела распыла, равномерность распределения препарата по ширине захвата.

По принципу действия они разделяются на центробежные, щелевые, дефлекторные, пневматические, в виде вращающейся головки (диска).

В центробежных распыливающих наконечниках жидкость перемещается по винтовому каналу 2 (рис. 138а) под давлением, приобретает вращательное движение и выходит через сопло 3 в виде конусообразной плёнки. Под действием сопротивления воздуха она распадается на мелкие капли.

Чем меньше шаг резьбы и диаметр сопла, тем больше дисперсность распыла.

Щелевой распылитель (рис. 138б) имеет отверстие в виде узкой щели, расширяющейся в сторону выхода жидкости. Проходя под давлением такое отверстие, жидкость распыляется в виде плоского веерообразного факела. Поворачивая распылитель, можно менять ширину зоны опрыскивания, что важно при ленточном внесении гербицидов.

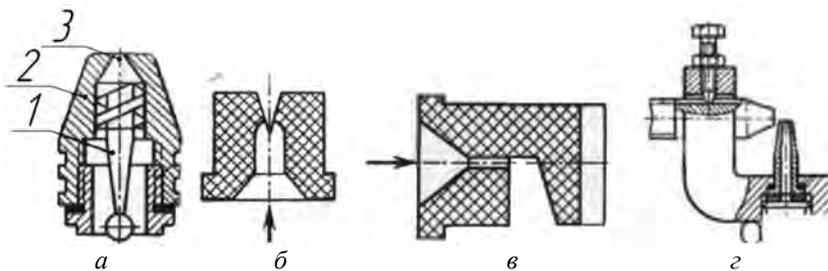


Рисунок 138 – Типы распыливающих наконечников:

a – центробежный; *б* – щелевой; *в* – дефлекторный наконечник; *г* – пневматический распылитель; *1* – золотник; *2* – винтовой канал; *3* – сопло

В дефлекторном распылителе (*в*) струя жидкости выходит из сопла круглого сечения и ударяется о стенку дефлектора, образуя дугообразный распыл.

Пневматические распылители (*г*) подают жидкость под углом к воздушному потоку, где она дробится на мельчайшие капли и транспортируется к объекту обработки.

Эжекторные распыливающие наконечники

Для уменьшенного сноса капель ветром используют эжекторный распылитель. В центробежном распыливающем наконечнике установлена эжекторная вставка (рис. 139). При прохождении жидкости в распылитель засасывается воздух и выходят наружу капли с пузырьками воздуха.

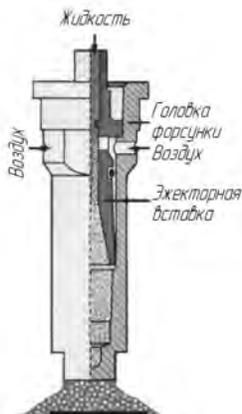


Рисунок 139 – Общий вид эжекторного распылителя

Капли размером более 300 мкм, поэтому они мало сносятся ветром. Попадая на поверхности листьев, воздушные пузырьки лопаются и распыляют мелкие капли по поверхности листа (рис. 140).

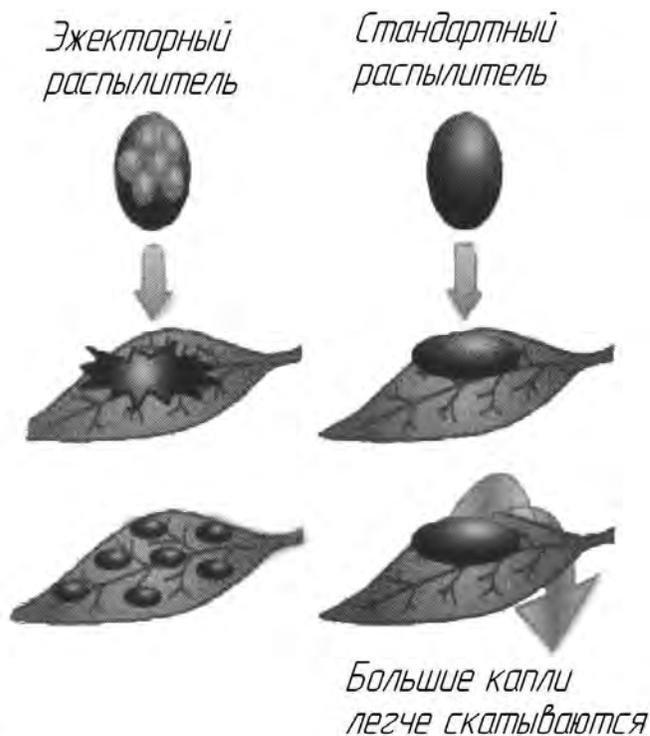


Рисунок 140 – Схема распыла

Улучшается степень покрытия, из-за снижения сноса и скатывания капель уменьшается доза внесения пестицида, снижаются негативные воздействия на окружающую среду.

Для опрыскивания нижней поверхности листьев применяют комбинированные распыливающие устройства.

На одной из штанг устанавливают на жёсткой и гибкой части два типа распыливающих наконечников (рис. 141).

Щелевые распыливающие наконечники ведут обработку растений сверху, а центробежные с боков. Таким образом, практически всё растение обрабатывается пестицидом.

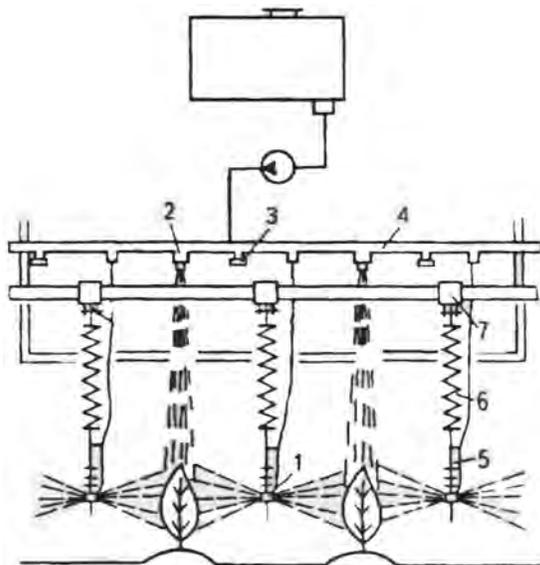


Рисунок 141 – Схема размещения распылителей:

1 – двусторонний центробежный распылитель; *2* – щелевой распылитель;
3 – заглушка; *4* – штанга; *5* – жесткая часть; *6* – гибкая часть; *7* – узел крепления

Распространение получила распыливающая головка с вращающимся диском (тарелкой) (рис. 142).

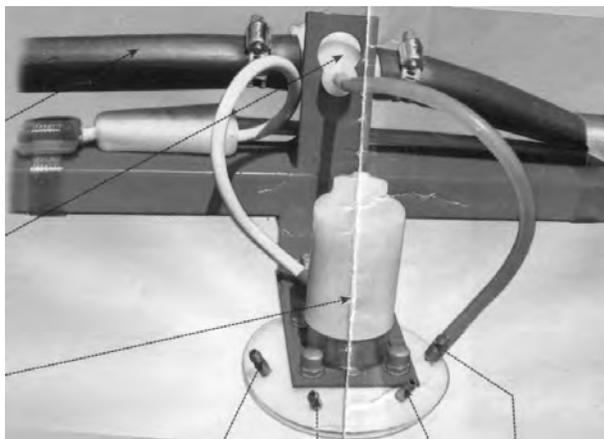


Рисунок 142 – Общий вид дискового распылителя

На каждой головке установлен электродвигатель, обеспечивающий частоту вращения диска 6000 (до 1200°) мин^{-1} . Сменные жиклёры от $0,8$ до $1,5$ мм позволяют достичь требуемого расхода рабочей жидкости. Их применяют для ультрамалообъёмного опрыскивания.

Регулировка опрыскивателя

Вначале выбирают тип распыливающего наконечника и в зависимости от условий работы скорость движения агрегата V .

Затем по формуле определяют расход рабочей жидкости через один распылитель:

$$q_p = \frac{Q_p VB}{600n},$$

где Q_p – заданная доза внесения рабочей жидкости, л/га;
 B – ширина захвата опрыскивателя, м;
 n – количество распылителей на штанге, шт.

Проверяют на воде расчётный и фактический расход через каждый распылитель. Изменяя давление в гидравлической системе, доводят расход до требуемого значения. Для измерения используют мерную колбу вместимостью $1,5$ л. Отклонения между распыливающими наконечниками не должны превышать 5% .

Например: $Q = 30$ л/га; $B = 24$ м; $n = 16$; $V = 7$ км/ч.

$$\text{Тогда } q_p = \frac{30 \cdot 7 \cdot 24}{600 \cdot 16} = 0,525 \text{ л/мин.}$$

По табличным данным определяют, что для центробежного распыливающего наконечника рабочее давление должно быть $0,23$ МПа.

Находят количество пестицида на одну заправку:

$$K_{\Pi} = \frac{Q_6 VB q_{\Pi}}{600 q_p n}, \text{ л.}$$

где Q_6 – вместимость основного бака, л;
 q_{Π} – доза внесения пестицида в препаративной форме, л/га.

$$q_{\Pi} = \frac{q_d}{C} \cdot 100,$$

где q_d – доза внесения по действующему веществу, л/га;
 C – содержание действующего вещества в пестициде, %.

Например: $Q_6 = 2000$ л; $V = 7$ км/ч; $B = 24$ м;

$$q_{\text{п}} = \frac{q_{\text{д}}}{c} \cdot 100 = \frac{1}{50} \cdot 100 = 2 \text{ л/га}; q_{\text{р}} = 0,525 \text{ л/мин}; n = 16.$$

$$\text{Тогда: } K_{\text{п}} = \frac{2000 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 2}{600 \cdot 0,525 \cdot 16} \approx 130 \text{ л.}$$

Фактическую норму внесения жидкости проверяют в поле. Для этого в бак заливают более 100 л воды. На выбранной скорости проводят обработку до полного опорожнения. Фактическую дозу получают делением количества израсходованной воды на обработанную площадь.

$$Q = \frac{10^4 Q_{\text{б}}}{BL}, \text{ л/га}$$

где L – расстояние, которое прошёл опрыскиватель до опорожнения, м.

Если фактическое значение отличается от заданного не более чем на 5 %, настройка проведена правильно.

Как видно из формулы, при постоянных значениях для опрыскивателя $Q_{\text{б}}$, B , $q_{\text{п}}$ переменными в процессе работы могут быть скорость рабочего движения V и расход жидкости через распыливатель $q_{\text{п}}$.

Величина $q_{\text{п}}$ зависит от величины давления в гидросистеме опрыскивателя, она менее вариабельна.

Скорость рабочего движения V зависит в процессе опрыскивания от многих факторов: рельефа поля, неровности поверхности почвы, усталости механизатора.

Поэтому на современных опрыскивателях устанавливают системы компьютерного контроля. В блок компьютера постоянно поступают данные о рабочей скорости опрыскивателя и расходе рабочей жидкости. По этим данным обеспечивается автоматическая поддержка установленной дозы внесения рабочей стороны независимо от рабочей скорости агрегата.

Механизатор имеет возможность при необходимости отключить отдельные секции штанги. Он на дисплее постоянно контролирует все данные технологического процесса опрыскивателя: время работы, обработанную площадь, пройденный путь, уровень жидкости в баке, рабочее давление, расход рабочей жидкости.

Качественные показатели процесса опрыскивания и пути их улучшения

Отклонение концентрации пестицида в растворе жидкости – не более 5 %.

Отклонение фактической дозы внесения пестицида от расчетной – не более 5 %.

Допустимая неравномерность распределения рабочей жидкости по площади поля – не более 20 %.

Плотность распределения капель рабочей жидкости на поверхности листа растения 100...150 шт/см². Определение с помощью вошеной бумаги.

Оптимальный размер капель 100...300 мкм (0,1...0,3 мм). Капли размером менее 100 мкм сносятся ветром, более 300 мкм – скапливаются с поверхности листьев.

Система покрытия листовых пластинок:

- верхних более 80 %;
- нижних не менее 60 %.

Факелы распыла соседних распыливающих наконечников должны наполовину перекрывать друг друга.

Опрыскивать посеы можно при скорости ветра не более 5 м/с и температуре воздуха – не более 23°.

Для улучшения качественных показателей и повышения производительности опрыскивателей применяют несколько технологических и технических решений.

Для принудительного осаждения распылённой жидкости на растения используют воздушный поток, формирующийся осевым вентилятором (рис. 143).

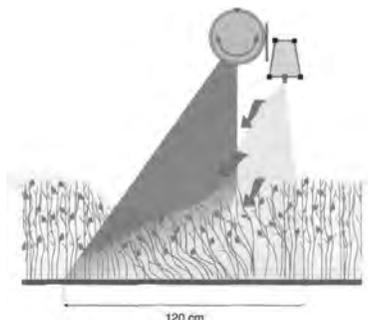


Рисунок 143 – Схема осаждения распыленной жидкости на растения

Распыленную жидкость смешивают с воздушным потоком, она дополнительно дробится на более мелкие капли и принудительно осаждается на растениях.

Принудительное осаждение капель способствует проникновению рабочего раствора в гущу растений, что обеспечивает нанесение пестицидов по всей их длине. При этом существенно улучшается покрытие нижних листовых пластинок.

Кроме того, эта техника позволяет работать при скорости ветра до 7...9 м/с, что обеспечивает рост производительности опрыскивания.

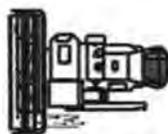
VI. Механизация уборки зерновых колосовых культур

Способы уборки

В зависимости от состояния убираемой культуры, погодных условий урожай убирают одно- (рис. 144), двух- (рис. 145) или трехфазным способом.



Рисунок 144 – Общий вид комбайна при прямом комбайнировании



а



б

Рисунок 145 – Общий вид машин при раздельном комбайнировании:

а – скашивание в валки; *б* – подбор валков

Трехфазный способ уборки включает: срезание растений – транспортировку хлебной массы на пункт обмолота – обмолот зерна.

Существует также еще один способ уборки зерновых культур – очесыванием (рис. 146).

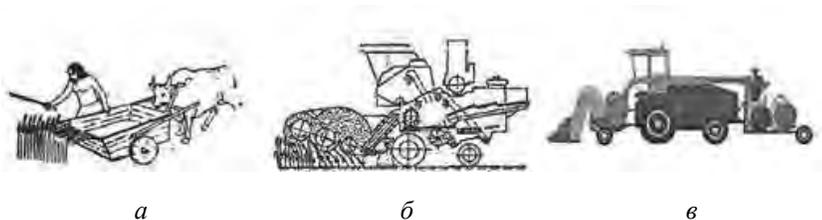


Рисунок 146 – Схемы уборки очесыванием:

а – схема галльской жатки; *б* – схема комбайна с жаткой очесывающего типа; *в* – схема модульного очесывающего комбайна нового поколения

По пропускной способности комбайны делятся на 7 классов:

- 1 класс – 1,0–1,5 кг/с (2,5 % от общего количества комбайнов);
- 2 класс – 2–3 кг/с (7,5 % от общего количества комбайнов);
- 3 класс – 5–6 кг/с (45 % от общего количества комбайнов);
- 4 класс – 7–8 кг/с (17 % от общего количества комбайнов);
- 5 класс – 9–10 кг/с (22–23 % от общего количества комбайнов);
- 6 класс – 11–12 кг/с (5 % от общего количества комбайнов);
- 7 класс – более 12 кг/с.

Однофазный способ или прямое комбайнирование применяют при равномерно созревшем, малозасоренном хлебостое. Уборку начинают при полной спелости зерна, влажностью до 20...25 %.

Двухфазный, или раздельный, способ применяют, если культуры созревают неравномерно, если они склонны к осыпанию и полеганию, сильно засоренные посева. Влажные стебли скашивают и укладывают в валки, которые через 5...6 дней подбирают и обмолачивают зерноуборочным комбайном. Уборку начинают на 6...12 дней раньше, чем прямым комбайнированием при влажности зерна 25...30 %.

При этом надо соблюдать следующие требования:

- густота стояния – не менее 250 растений на 1 м²;
- высота растений – не менее 0,6 м;
- высота среза – 0,15...0,25 м.

Трехфазный способ, или индустриально-поточный, включает скашивание всего биологического урожая, подбор и вывоз его на стационарный пункт, обмолот и очистку зерна. Преимущества этого способа: освобождение полей от соломы, сбор на стационарном пункте зерна, половы и соломы.

Общее устройство и принцип работы зерноуборочных комбайнов

Зерноуборочные комбайны, несмотря на конструктивные отличия, имеют схожее принципиальное устройство и последовательность выполнения технологических операций.

Комбайн (рис. 147) включает жатку, проставку, наклонную камеру, молотильное устройство, соломоотделитель, очистку, копнитель или измельчитель соломы, двигатель, ходовую часть, кабину с органами управления и контроля.

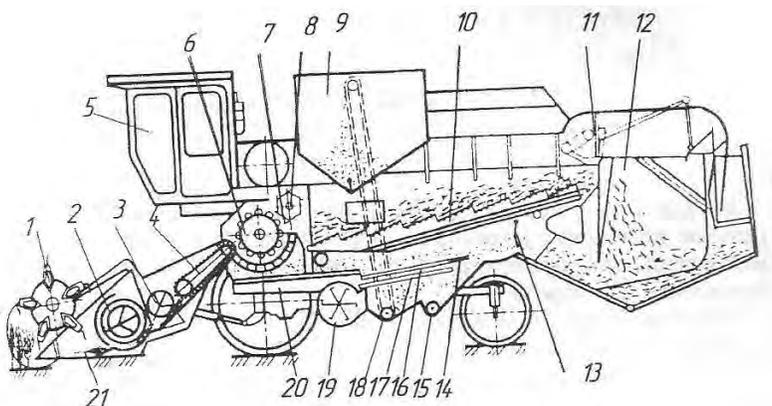


Рисунок 147 – Схема технологического процесса работы зерноуборочного комбайна «Дон-1500 Б»:

- 1 – мотовило; 2 – шнек; 3 – биту проставки; 4 – плавающий транспортер;
- 5 – кабина; 6 – барабан; 7 – подбарабанье; 8 – отбойный битер; 9 – бункер;
- 10 – соломоотделитель; 11 – соломонабиватель; 12 – копнитель;
- 13 – половонабиватель; 14 – удлинитель верхнего решета; 15 – колосовой шнек;
- 16 – верхнее решето; 17 – нижнее решето; 18 – зерновой шнек; 19 – вентилятор;
- 20 – транспортная доска; 21 – режущий аппарат

В процессе работы мотовило *1* своими планками отделяет полосу хлебной массы, подводит к режущему аппарату *21* и после подрезания стеблей передает на шнековый транспортер жатки. Шнек *2* спиралью левого и правого направлений подает срезанные стебли к центру жатки. Пальчиковый механизм шнека захватывает срезанную массу и направляет в окно жатки, где она пальчиковым механизмом битера-номализатора *3* проставки передается в наклонную камеру и транспортером *4* направляется в молотильное устройство, включающее барабан *6* и подбарабанье *7*.

После обмолота образуются два потока – солоmistый (солома, сбоина, часть зерна, примеси растительного и минерального происхождения) и зерновой (зерно, недомолоченные колосья, сбоина, солома, примеси растительного и минерального происхождения).

Солоmistый ворох на выходе из молотильного аппарата отражается отбойным битером *8* и направляется на соломоотделитель *10*, где разделяется на две фракции: солому, которая граблинами соломонабивателя *11* направляется в камеру копнителя *12*, и зерновой ворох, который проваливается через жалюзи клавиш соломоотделителя и поступает на очистку.

Зерновой ворох проваливается через решетчатую деку и падает на транспортную доску *20*. Здесь начинается первичная сепарация (разделение) зернового вороха. За счет колебательных движений транспортной доски ворох расслаивается. Тяжелые составляющие, и прежде всего зерно, опускаются вниз.

Зерновой ворох, объединяясь с солоmistым ворохом, провалившимся через жалюзи клавиш соломоотделителя *10*, попадает на пальцевую решетку. Здесь зерно и другие мелкие примеси проваливаются на верхнее решето *16* очистки, а крупные составляющие (сбоина, солома) по выходу из пальцевой решетки ложатся поверх провалившегося ранее зерна.

На очистке зерновой ворох подвергается воздействию воздушного потока, созданного вентилятором *19*, что способствует расслоению по аэродинамическим свойствам и благоприятствует выделению зерна. На верхнем решете *16* зерновой ворох делится на два потока.

Сходом идут легкие примеси (сбоина, солома, недомолоченные колосья и т.п.), а проходом – зерно и другие мелкие тяжелые примеси.

Зерно с провалившимися через верхнее решето *16* примесями повторно сепарируется с помощью нижнего решета *17*. Здесь при-

меси сходом идут в колосовой шнек 15, а зерно с помощью зернового шнека 18, зернового элеватора и загрузочного шнека направляются в бункер 9. После заполнения бункера зерно выгрузным шнеком выгружается в транспортные средства.

Сход из верхнего решета поступает на удлинитель 14, где подвергается воздействию воздушного потока, отраженного от скатной доски колосового шнека 15, делится на две фракции – полова (легкие примеси) и недомолоченные колосья с тяжелыми примесями. Полова снимается с удлинителя граблями половонабивателя 13 и по лотку направляется в копнитель 12 на его днище. После заполнения камеры копнителя половой и соломой копна выгружается на поверхность почвы. Вместо копнителя может устанавливаться измельчитель соломы.

Недомолоченные колосья с тяжелыми примесями проваливаются через щели между продольными и поперечными жалюзи удлинителя 14, объединяются со сходом с нижнего решета 17 и с помощью колосового шнека 15 и колосового элеватора направляются в домолачивающее устройство. Здесь колосья обмолачиваются, и весь ворох подается в горловину распределительного шнека, равномерно распределяясь по ширине молотилки, и соединяется с потоком зернового вороха, провалившегося через решетчатую деку молотильного устройства. При этом труднообмолачиваемые колосья могут несколько раз циркулировать, пока не произойдет их полный обмолот.

Технические данные комбайнов

В таблице 22 представлены основные данные российских зерноуборочных комбайнов.

Таблица 22 – Основные технические данные российских зерноуборочных комбайнов

Показатель	«Нива-Эффект»	Вектор 410	Енисей 960	ACROS 540	Дон-1500Б
Ширина захвата жатки, м	4,1; 5,6	5,6; 7; 8,5	5; 6; 7	5; 7; 8,6	6,7; 8,6
Диаметр молотильного барабана, мм	600	800	550	800	800
Ширина барабана, мм	1200	1200	1200	1500	1500

Показатель	«Нива-Эффект»	Вектор 410	Енисей 960	ACROS 540	Дон-1500Б
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	743... 1260	420... 945	743... 1260	400... 1045	517... 954
Угол обхвата барабана подбарабаньем, град.	146	130	120	130	130
Число клавиш соломотряса, шт.	4	4	4	5	5
Площадь решет очистки, м ²	2,4	3,6	3,8	4,74	4,74
Частота вращения вентилятора, мин ⁻¹	430...720	380... 1000	430...720	335... 1050	582... 1093
Вместимость бункера для зерна, м ³	3,0	6,0	6,0	9,0	6,0
Мощность двигателя, кВт	110	155	136	194	173
Пропускная способность, кг/с	5,5	7,2	9,0	9,0	10,0
Производительность за час основного времени, т/ч	До 10	До11	До14	До 19	До16

Мотовило

Требования к мотовилу:

- планки при входе в хлебную массу не должны вымолачивать колосья;
- растения должны срезаться в период воздействия на них планок мотовила;
- внешние кромки планок в их нижнем положении должны находиться на уровне центра тяжести срезаемой части стебля;
- планки должны эффективно очищать режущий аппарат от срезанных стеблей, предупреждая падение их на поверхность почвы;
- планки должны удерживать срезанные стебли у шнека, чтобы исключить порционную подачу и потери срезанных растений.

Рабочими элементами мотовила служат планки или граблины. Во время работы мотовило перемещается вместе с комбайном со

скоростью V и одновременно вращается относительно своей оси со скоростью ω .

Частота вращения мотвила находится в зависимости от скорости движения комбайна. Каждой скорости движения должен соответствовать определенный показатель кинематического режима (табл. 23).

Показатель кинематического режима определяется по следующей зависимости:

$$K_M = \frac{U}{V},$$

где U – линейная скорость конца планки мотвила, м/с;
 V – рабочая скорость движения комбайна, м/с.

Таблица 23 – Частота вращения мотвила в зависимости от скорости движения комбайна «Дон-1500 Б»

Скорость комбайна, V	км/ч	2	3	4	5	6	7	8	9
	м/с	0,55	0,83	1,1	1,4	1,67	1,94	2,22	2,5
Частота вращения мотвила, n_m	мин ⁻¹	18	26	31	35	40	43	46	49
	с ⁻¹	0,3	0,43	0,52	0,58	0,67	0,72	0,77	0,82
Показатель кинематического режима	$K_M = U/V$	2,0	1,85	1,7	1,5	1,4	1,3	1,25	1,2

Это значит, что скорость движения планок мотвила должна в 1,2...2 раза превышать скорость движения комбайна.

Высота установки мотвила определяется, прежде всего, из условия, что оптимальная глубина погружения планок в хлебную массу в процессе работы должна равняться расстоянию от вершины стебля до центра тяжести.

Центр тяжести стебля располагается от вершины примерно на 1/3 длины растений. Центр тяжести в момент среза должен находиться на уровне кромки планки мотвила. Если давление на стебель будет ниже, то стебли после срезания могут переваливаться через планку или перебрасываться ею через ветровой щит жатки.

На практике поступают следующим образом: в поле срезанный стебель укладывают на палец (пруток) и находят место, когда сте-

бель, располагаясь в горизонтальном положении, остается в равновесии. Это и есть центр тяжести.

Вынос мотовила фиксируют по величине вылета штока гидроцилиндров. У комбайнов «Дон-1500» он изменяется от 0 до 390 мм. При большом выносе мотовила вперед ухудшаются условия очистки режущего аппарата и транспортирования хлебной массы шнеком, так как планки перестают удерживать стебли возле него. Для устранения этого у жатки комбайна «Дон-1500» предусмотрено автоматическое регулирование угла наклона пальцев мотовила в зависимости от его перемещения в горизонтальной плоскости. При перемещении мотовила по горизонтали автоматически изменяется угол наклона граблин α от -15° (наклон вперед) до $+30^\circ$ (наклон назад). При уборке высокорослых хлебов $\alpha = -15^\circ$, нормальных прямостоячих – $\alpha = 0^\circ$, низкорослых – $\alpha = 15^\circ$, полеглых – $\alpha = 30^\circ$. При уборке полеглых хлебов штоки гидроцилиндров максимально выдвинуты, а высоких хлебов – полностью вдвинуты.

Угол α выбирают таким, чтобы стебли скользили по граблям при погружении их в хлебную массу, а не прогибались пальцами вниз.

Мотовило отключают от работы при уборке полеглых хлебов, когда комбайн вынужден передвигаться навстречу полеглым стеблям. Мотовило поднимают вверх и отключают от работы, чтобы не прижимать колосья к режущему аппарату.

Режущий аппарат

Требования к сегментно-пальцевому режущему аппарату:

– обеспечение нормального среза стеблей, нож должен работать с перебегом ± 2 мм, оси сегментов переходят за оси пальцев в обоих крайних положениях ножа;

– скорость резания стеблей должна быть не менее 1,2 м/с;

– для снижения энергоемкости зазор между сегментами и противорежущими пластинами (вкладышами пальцев) в передней части должен быть не более 0,3 мм, в задней части – 1,5 мм, а между прижимом и сегментом – до 0,5 мм; режущий аппарат должен работать без стуков.

На жатках комбайнов все большее распространение получает режущий аппарат системы Шумахера (рис 148).

Основной конструктивной особенностью данного аппарата является расположение сегментов ножа с ориентацией скоса режущей кромки поочередно вверх и вниз. Противорежущие кромки

на спаренных пальцах находятся вверх и вниз. Поочередное направление скоса режущей кромки сегментов способствует лучшему удержанию убираемых стеблей в процессе резания и препятствует затягиванию массы в зазор режущих пар.

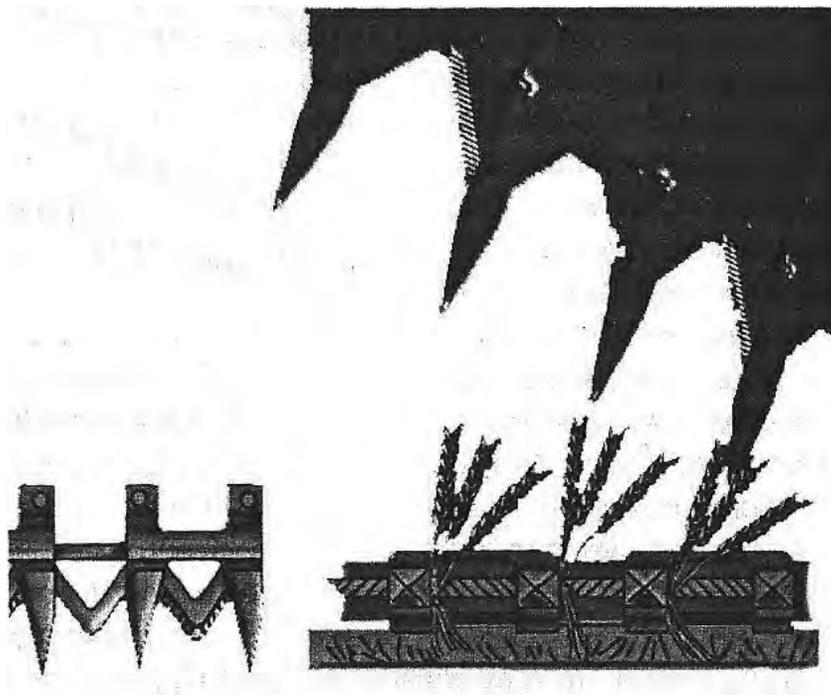


Рисунок 148 – Общий вид режущего аппарата системы Шумахера (Schumacher)

Режущий аппарат комбайна обеспечивает срезание растений на определенной высоте. С помощью башмаков жатки её можно установить равной 50, 100, 145 или 185 мм.

Высоту среза устанавливают в зависимости от густоты и высоты хлебостоя. С увеличением длины и густоты растений высоту среза увеличивают (табл. 24), что снижает излишнюю загрузку молотильного устройства соломистой массой.

Таблица 24 – Оптимальная высота среза растений при прямом комбайнировании

Длина растений, мм	Густота стояния, шт/м ²				
	200	300	400	500	600 и более
600...900	130	140	150	160	180
901...1200	170	180	200	220	250
1201...1500	250	280	300	320	350

При уборке низкорослых стеблей высота среза составляет 70...100 мм.

Для полеглых хлебов высоту среза уменьшают до 50 мм, чтобы режущий аппарат находился ниже расположения колосьев.

Молотильно-сепарирующее устройство

Требования к молотильному устройству:

- полный вымолот зерна из колосьев;
- исключение дробления и микрповреждений зерна;
- максимальная сепарация зерна через деку;
- минимальное измельчение соломы;
- высокие прочностные и износостойкие показатели рабочих органов.

Молотильные устройства комбайнов бывают: поперечно-поточные, или барабанные, и аксиально-роторные. Барабанные МСУ подразделяют на бильные и штифтовые. В бильных устройствах на подбичниках барабана закреплены билы (бичи), а в штифтовых на планках – штифты (зубья). Билы выполнены рифлеными. У роторов бичи размещают на образующей цилиндрической поверхности, а затем по винтовым линиям с углом до 35°. Длинные (основные) бичи чередуются с короткими длиной 350...450 мм. На комбайне TORUM 740 вращается и кожух подбарабанья. Это исключает скапливание растительной массы и обеспечивает сепарацию зерна на всей поверхности (360°).

Ввиду того, что путь обмолота увеличивается – увеличивается и зазор, что уменьшает травмирование зерна.

Барабанные МСУ бывают одно-, двух- и трехбарабанными (рис. 149).

Самыми распространенными являются однобарабанные МСУ (рис. 149а). Однако увеличивается число комбайнов с установлен-

ными на них барабанами-ускорителями и двумя (тремя) барабанами (рис. 149б).

Перед молотильным барабаном устанавливают барабан-ускоритель (рис. 149в) хлебной массы с подбарабаньем. Частота его вращения составляет 80 % от частоты вращения молотильного барабана. Барабан-ускоритель разгоняет хлебную массу перед поступлением в молотильный аппарат и сепарирует через решетку подбарабанья зерно, выделенное рабочими элементами жатки и наклонной камеры.

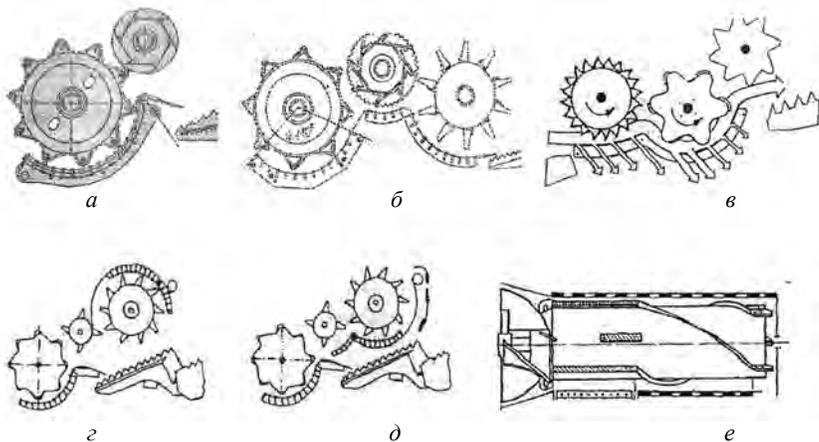


Рисунок 149 – Типы молотильно-сепарирующих устройств:

а – «Т» молотильное устройство с битером; *б* – «ББС» молотильный барабан + разделительный барабан + сепарирующий барабан; *в* – «БуБО» барабан-ускоритель + молотильный барабан + битер; *г* – «ББОР» молотильный барабан + битер + очесывающий барабан (обычный режим работы); *д* – «ББОР» молотильный барабан + битер + очесывающий барабан (интенсивный режим работы); *е* – роторный барабан

Таким образом, улучшается равномерность и уменьшается толщина потока, увеличивается предварительная сепарация зерен на дополнительном подбарабанье. Это ведет к повышению производительности и сепарирующей способности молотильного устройства, снижению нагрузки на барабан.

Отличительной особенностью технологического процесса обмолота и сепарации зерна в двухбарабанной молотилке является

то, что зерно из колоса вымолачивается в две стадии (ступени). Первую ступень обмолота хлебная масса проходит в первом молотильном аппарате, барабан которого при пониженной частоте вращения и увеличенных зазорах между бичами и планками подбарабанья вымолачивает наиболее спелое, крупное и легкообмолачиваемое зерно при минимальных повреждениях – щадящий обмолот. Затем масса проходит вторую ступень обмолота во втором молотильном барабане. Он работает в более жестком режиме, с повышенной частотой вращения и меньших зазорах. Все это снижает потери зерна от недомолота и его травмирование.

Оригинальность конструкции в следующем: применение сепарирующих барабанов не изменило длины клавишного соломотряса, процесс обмолота и сепарации хлебной массы может осуществляться как в интенсивном, так и в обычном режимах (с убранным подбарабаньем). Такое техническое решение обеспечивает гибкость проведения при переходе на уборку малосоломистых и специальных культур.

Молотильное устройство комбайна «Дон-1500 Б» является поперечно-поточным и включает вращающийся барабан и неподвижное подбарабанье – деку (рис. 150).

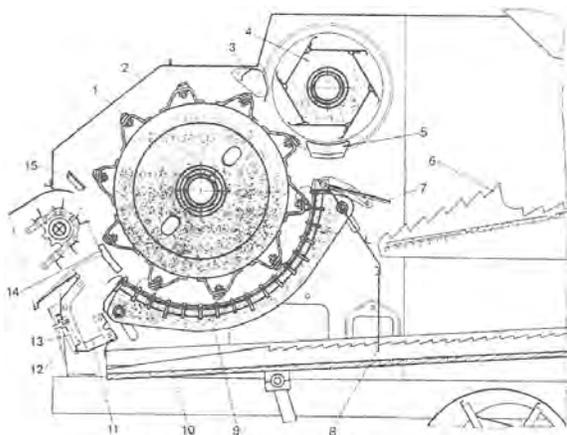


Рисунок 150 – Молотильное устройство:

- 1 – барабан; 2 – крышка; 3 – отсекальщик воздушного потока; 4 – отбойный бичер; 5, 14, 15 – щитки; 6 – соломоотделитель; 7 – гребенка; 8 – полотняный фартук; 9 – подбарабанье (дека); 10 – транспортная доска; 11 – камера камнеуловителя; 12 – рукоятка; 13 – откидная крышка

Ось вращения перпендикулярна к линии движения вороха. На подбичниках барабана закреплены рифленные билы (бичи). К боковым обоймам подбарабанья прикреплены поперечные планки, параллельные оси барабана, сквозь которые проходят продольные прутки, образуя решетчатую деку.

Регулирование радиального зазора между билами барабана и планками подбарабанья возможно как групповое, в начале и в конце зоны молотильного пространства одновременно, так и индивидуальное, только в начале или в конце.

Регулировку молотильного устройства начинают с установки частоты вращения барабана. Она зависит от убираемой культуры и ее состояния, прежде всего влажности (табл. 25).

Таблица 25 – Оптимальная частота вращения барабана молотильного устройства при уборке различных культур

Культура	Частота вращения, (мин ⁻¹), при влажности хлебной массы, %		
	9...12 (сух.)	13...16 (норм.)	17...20 (влаж.)
Пшеница	700...750	750...800	850...900
Ячмень	600...650	650...700	700...750
Овес	500...550	550...600	600...650

Установив необходимую частоту вращения барабана, регулируют размер зазора между билами барабана и планками подбарабанья (табл. 26).

Таблица 26 – Частота вращения барабана в зависимости от убираемой культуры

Культура	Размер зазоров между барабаном и подбарабаньем, (мм)	
	на входе	на выходе
Пшеница	21	5
Ячмень	21	5
Овес	23	9

Окончательную настройку проводят в поле поиском оптимума при контрольных проходах.

Очистка

Требования к очистке (сепаратору зернового вороха):

- обеспечение чистоты зерна в бункере не ниже 97 %;
- потери зерна в полуку не должны превышать 0,5 %;
- исключение или сведение к минимуму поступления свободного зерна в колосовой шнек;
- полное выделение недомолоченных колосьев для повторного обмолота.

Узел очистки комбайна включает в себя: транспортную доску 1 (рис. 151), верхнее 3 и нижнее 4 решета, удлинитель верхнего решета 5, вентилятор 2, скатную доску 6, колосовой 8 и зерновой 7 шнеки. Сокращенно его называют очистка.

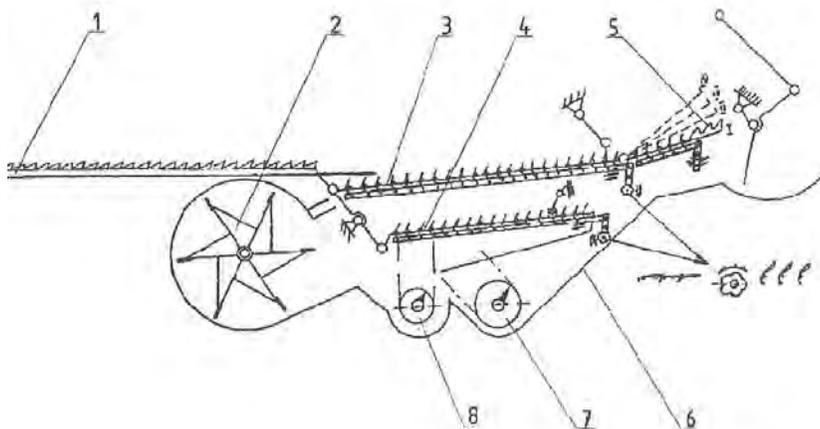


Рисунок 151 – Схема очистки комбайна:

- 1 – транспортная доска; 2 – вентилятор; 3 – верхнее решето;
4 – нижнее решето; 5 – удлинитель верхнего решета; 6 – скатная доска;
7 – зерновой шнек; 8 – колосовой шнек

Транспортная доска заканчивается пальцевой решеткой, а верхнее решето – удлинителем 5. На очистку поступает ворох, содержащий 60...80 % зерна и 40...20 % полвы, сбионы, недомолоченных колосьев, органических и минеральных примесей.

Ворох, выделенный молотильным устройством и соломоотделителем, поступает на транспортную доску 1.

Рабочая поверхность доски ступенчатая и разделена продольными гребенками, удерживающими ворох при наклонах комбайна.

К концу перемещения по доске ворох разделяется: внизу сосредоточиваются зерна, а сверху – солома и солома. Установленная в конце пальцевая решетка выделяет на начало верхнего решета зерно, а соломистые частицы направляет дальше на менее загруженный участок сепарирующей поверхности решета, тем самым улучшая условия его работы.

Разделение вороха на отдельные его компоненты происходит на колеблющихся жалюзийных решетках по размеру и воздушным потоком от вентилятора по аэродинамическим свойствам (парусности).

Через верхнее решето просыпается зерно с примесью недомолоченных колосьев. Окончательное отделение зерна происходит на нижнем решете, жалюзи которого регулируют в соответствии с размерами зерен убираемой культуры.

С помощью удлинителя верхнего решета ведется окончательное улавливание и сепарация через регулируемые жалюзи невыделенного зерна и колосьев. По скатной доске б они поступают в колосовой шнек и далее на повторный обмолот в домолачивающее устройство.

Частоту вращения вентилятора выбирают в зависимости от культуры, ее влажности и аэродинамической характеристики – критической скорости зерна (скорости витания). С увеличением скорости витания и влажности хлебной массы частоту увеличивают, а при меньших значениях – уменьшают.

Частоту вращения вентилятора настраивают при работающем молотильном устройстве. Один оборот регулировочного маховика изменяет частоту вращения на 91 мин^{-1} .

Регулируемые параметры очистки: угол раскрытия жалюзи, угол наклона удлинителя верхнего решета, частота вращения вентилятора.

Перед уборкой в зависимости от состояния хлебной массы проводят предварительную настройку очистки комбайна (табл. 27).

Окончательную регулировку проводят в поле. Изменяют указанные параметры, добиваясь требуемой чистоты зерна в бункере при минимально допустимых потерях.

Таблица 27 – Регулируемые параметры очистки

Культура	Влажность хлебной массы, %	Частота вращения вентилятора, мин ⁻¹	Зазоры между пластинами жалюзи (мм)			Угол наклона удлинителя, град.
			верхнего решета	нижнего решета	удлинителя	
Пшеница	9...12	650...700	12	7	12	8
	13...16	750...850	15	8	14	17
	17...20	850...950	18	9	16	26
Ячмень	9...12	550...600	12	8	12	8
	13...16	600...650	14	9	14	17
	17...20	650...700	16	10	16	26
Овес	9...12	500...550	13	8	12	8
	13...16	550...600	14	10	14	17
	17...20	600...650	16	12	16	26

Расчет рабочей скорости движения комбайна

Перед началом уборки, зная урожайность на данном поле, коэффициент соломистости, определяют допустимую рабочую скорость движения комбайна по формуле

$$V = \frac{36q(1-\beta)}{BU},$$

где V – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;
 q – пропускная способность комбайна, кг/с;
 β – коэффициент соломистости;
 B – ширина захвата жатки, м;
 U – урожайность, т/га.

Например: определить скорость движения комбайна «Дон-1500 Б» при уборке пшеницы с урожайностью $U = 5$ т/га, коэффициент соломистости $\beta = 0,6$; жаткой шириной захвата $B = 6$ м:

$$V = \frac{36 \cdot 10 \cdot (1 - 0,6)}{6 \cdot 5,0} = 4,8 \text{ км/ч.}$$

Таким образом, качественная работа комбайна в данных условиях будет при рабочей скорости не более 4,8 км/ч.

Зная рабочую скорость, можно определить производительность комбайна за час основной работы (т/ч):

$$W_0 = 0,1VB U = 0,1 \cdot \frac{36 \cdot q(1-\beta) \cdot B \cdot U}{BU} = 3,6q(1-\beta).$$

Получим $W_0 = 3,6 \cdot 10 \cdot (1-0,6) = 14,4$ т/ч, или

$$W_{\text{га}} = \frac{W_0}{U} = \frac{14,4}{5,0} = 2,88 \text{ га/ч.}$$

При этом соломы будет собрано:

$$Q_c = \frac{W_0\beta}{1-\beta} = \frac{14,4 \cdot 0,6}{1-0,6} = 21,6 \text{ т/ч.}$$

$$\text{Проверка: } \beta = \frac{Q_c}{Q_c + W_0} = \frac{21,6}{21,6 + 14,4} = 0,6.$$

Настройка комбайна при различных условиях уборки

Для уменьшения потерь урожая при различных условиях уборки осуществляют следующее.

Уборка низкорослых растений (с длиной стебля менее 600 мм):

- максимально уменьшают высоту среза до 50...100 мм;
- на граблины мотовила устанавливают планки, обеспечивающие своевременный съём с режущего аппарата срезанных стеблей. При необходимости на планки крепят прорезиненные или брезентовые накладки;
- добиваются, чтобы нижняя часть траектории граблей была удалена от режущего аппарата по высоте на 1/3 длины срезанного стебля;
- вынос мотовила по горизонтали делают минимальным. С этой целью отсоединяют штоки гидроцилиндров, приближают мотовило к шнеку и фиксируют специальными штырями;
- используют более широкую жатку.

Уборка изреженных посевов:

- работу ведут с максимально допустимой по состоянию поверхности поля скоростью движения, чтобы улучшить захват и подачу стеблей к режущему аппарату;
- увеличивают частоту вращения мотовила, не допуская при этом выбивания зерна из колосков;

- вал мотовила выносят вперед относительно режущего аппарата, не ухудшая его очистку.

Уборка полеглых растений:

- осуществляют движение поперек полегания или под углом 30...40° к направлению полегания;
- высоту среза устанавливают не более 50 мм;
- граблины мотовила устанавливают под углом 30° назад (+30°), штоки гидроцилиндров максимально выдвигают;
- мотовило опускают, чтобы концы граблин касались поверхности почвы, планки снимают;
- на каждую секцию пальцев режущего аппарата ставят стеблеподъемники;
- чем более полеглый хлеб, тем меньше должна быть ширина захвата жатки;
- на жатке устанавливают делители торпедного типа;
- при движении комбайна против полегания мотовило выключают из работы и поднимают максимально вверх.

Уборка влажного, засоренного хлебостоя:

- увеличивают скорость движения ножа или используют двухножевой режущий аппарат;
- повышают частоту вращения мотовила для улучшения очистки пальцевого бруса режущего аппарата;
- увеличивают, вплоть до максимальной, частоту вращения барабана молотильного устройства;
- увеличивают скоростные режимы всех механизмов комбайна;
- уменьшают скорость движения комбайна.

Уборка высокоурожайных длинностебельных растений (с длиной стебля более 1200 мм):

- высоту среза устанавливают более 180 мм;
- вынос мотовила делают минимальным, при этом штоки полностью находятся в гидроцилиндрах. Граблины мотовила располагаются под углом 15° вперед (–15°);
- зазор между пальцами пальчикового механизма и днищем жатки устанавливают в пределах 20...30 мм.

Качественные показатели работы комбайна

Потери и повреждения (рис. 152):

- *потери зерна через неплотные соединения комбайна – до 0,1 %;*

- *потери зерна за жаткой – до 1 %, в том числе: с несрезанным колосом – до 0,1 %, со срезанным колосом – до 0,7 %, свободного зерна – до 0,2 %;*
- *потери зерна за соломоотделителем – до 0,7 %, в том числе с недомолоченным колосом – до 0,2 %, свободного зерна – до 0,5 %;*
- *потери зерна за очисткой (в полове) – до 0,7 %, в том числе с недомолоченным колосом – до 0,2 %, свободного зерна – до 0,5 %, суммарные потери зерна – не более 2,5 %.*

Степень повреждения зерна (макроповреждения) при уборке: на продовольственные цели – до 2 %, на семенные цели – до 1 %.

Степень засоренности бункерного зерна – до 3 %.

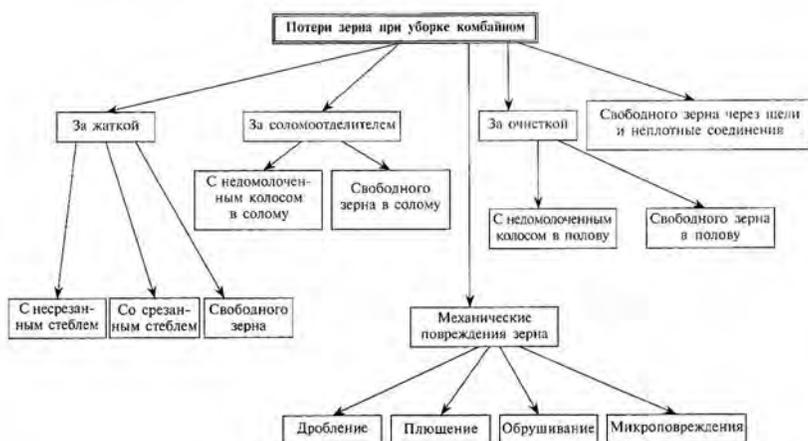


Рисунок 152 – Потери и повреждения зерна при уборке комбайном

Потери через щели и неплотные соединения

Эти потери определяют до выезда в поле на стационаре. На площадке расстилают пленку, желательнее черную (или брезент). При этом пленка должна покрывать площадь от стыка корпуса жатки с приставкой до управляемых колес комбайна. Сходы с лотка половодобивателя и с соломоотделителя не должны попадать на пленку.

На жатку вручную подают срезанную в поле хлебную массу в количестве 200...250 кг из расчета, чтобы продолжительность подачи составляла не менее 30 с.

По находящемуся после обмолота на пленке зерну определяют места просыпания на комбайне. На черной пленке зерно хорошо видно. Щели, через которые теряется зерно, устраняют и герметизируют.

Возможные зоны просыпания зерна: сопряжения корпуса жатки с проставкой; проставки с наклонной камерой; последней с молотильным устройством; через щели у крышек люков: наклонной камеры, молотильного устройства, зернового и колосового элеваторов, выгрузного шнека, домолачивающего устройства; зазоры между транспортной доской, решетными станами с боковинами корпуса, между задним поперечным соединителем транспортной доски и корпусом вентилятора.

Просыпанное зерно взвешивают и определяют потери по формуле

$$\Pi_{\text{щ}} = \frac{m_{\text{щ}}}{m_3 + m_{\text{щ}}} \cdot 100 \%,$$

где m_3 – масса обмолоченного зерна, кг;

$m_{\text{щ}}$ – масса зерна, просыпавшегося через щели, кг.

Значение m_3 определяют путем взвешивания зерна в бункере после обмолота или расчетным путем, зная количество хлебной массы, поданной на обмолот m_0 , и коэффициент соломистости β :

$$m_3 = m_0(1 - \beta).$$

Например, на обмолоте подано 200 кг хлебной массы, имеющей $\beta = 0,6$. Потери через щели составили 0,17 кг.

$$m_3 = 200 \cdot (1 - 0,6) = 80 \text{ кг};$$

$$\Pi_{\text{щ}} = \frac{0,17}{80 + 0,17} \cdot 100 \% \approx 0,2 \%$$

Потери зерна через неплотности $\Pi_{\text{щ}}$ не должны превышать 0,1 %.

Потери за жаткой

Потери за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ складываются из потерь свободного зерна $\Pi_{\text{з.ж}}$, несрезанных стеблей $\Pi_{\text{н.ж}}$ и срезанных стеблей $\Pi_{\text{с.ж}}$:

$$\Pi_{\text{ж}} = \Pi_{\text{з.ж}} + \Pi_{\text{н.ж}} + \Pi_{\text{с.ж}}.$$

Величину потерь за жаткой определяют на кошеном участке в пяти местах. Эту операцию проводят на первых проходах комбайна и затем периодически повторяют. Контрольные места определяют случайным образом, по диагонали убранного участка.

С площадок, равных 1 м², собирают потерянное зерно, срезанные и несрезанные растения с колосьями.

По полученным усредненным данным определяют потери.

Потери свободного зерна (рис. 153)



Рисунок 153 – Причины потерь свободного зерна за жаткой

Величину потерь $\Pi_{з.ж}$ (%) рассчитывают по формуле

$$\Pi_{з.ж} = \frac{\kappa_{з.ж} \cdot m_{1000}}{1000U}$$

где $\kappa_{з.ж}$ – количество потерянных зерен, шт.;
 m_{1000} – абсолютная масса 1000 зерен, г;
 U – урожайность, т/га.

Значения m_{1000} и U берутся из данных, полученных при оценке состояния культуры.

Например, определить потери свободного зерна за жаткой, если на площадке собрано в среднем 30 зерен, при $m_{1000} = 40$ г, $U = 5$ т/га.

$$\Pi_{\text{з.ж}} = \frac{30 \cdot 40}{1000 \cdot 5} = 0,24 \%$$

При этом из общего количества потерянных зерен вычитывают зерна, находившиеся на поверхности поля до прохода комбайна (осыпавшиеся).

Потери несрезанных стеблей (рис. 154).



Рисунок 154 – Причины потерь несрезанных стеблей за жаткой

Величину потерь $\Pi_{\text{н.ж}}$ (%) находят по количеству несрезанных стеблей $K_{\text{н.ж}}$ и определенной ранее густоте стояния растений Γ_p , шт/м²:

$$\Pi_{\text{н.ж}} = \frac{K_{\text{н.ж}} \cdot 100}{\Gamma_p}$$

Например, на площадке 1 м² оказались несрезанными 2 стебля, густота стояния на поле составляет 400 шт/м².

$$П_{н.ж} = \frac{2 \cdot 100}{400} = 0,5 \%$$

Потери срезанных стеблей (рис. 155)



Рисунок 155 – Причины потерь срезанных стеблей с колосьями за жаткой

Величину потерь $П_{с.ж}$ (%) срезанных стеблей с колосьями определяют по формуле

$$П_{с.ж} = \frac{K_{с.ж} \cdot 100}{\Gamma_p}$$

где $K_{с.ж}$ – количество потерянных срезанных стеблей с колосьями, шт/м²;
 Γ_p – густота стояния растений, шт/м².

Суммарные потери за жаткой $\Pi_{ж}$ не должны превышать 1 %, а при уборке полеглых хлебов – 1,5 %.

При оперативном контроле можно придерживаться следующих требований: качество работы жатки удовлетворительное, если на площадке 1 м² после прохода комбайна находится не более трех стеблей с колосьями (срезанных и несрезанных) и до 30 свободных зерен. При этом осматривают нескошенный участок и на площадках 1 м² определяют количество осыпавшихся зерен, которые вычитывают из общих потерь свободного зерна.

Потери за соломоотделителем (рис. 156) Π_c складываются из потерь недомолоченных колосьев $\Pi_{к.с}$ и свободного зерна $\Pi_{з.с}$:

$$\Pi_c = \Pi_{к.с} + \Pi_{з.с}.$$



Рисунок 156 – Причины потерь свободного зерна в солому

Источником роста потерь недомолоченных колосьев является, прежде всего, молотильное устройство.

Потери свободного зерна увеличиваются при движении комбайна по неровному рельефу: в гору, под гору, по косогору. В таких

случаях скорость движения вороха по соломоотделителю возрастает или снижается, при этом растёт толщина вороха или ворох сбивается в сторону.

Все это ухудшает процесс сепарации, и часть зерна не успевает выделиться на соломоотделителе.

Берут солому, перетряхивают над пленкой и подсчитывают количество свободных зерен $\mathcal{C}_{3.c}$. Колосья вымолачивают вручную и подсчитывают количество выделенных зерен $\mathcal{C}_{3.k}$.

По этим данным и по известному количеству зерен в одном колосе κ_3 , полученному при оценке состояния культуры на конкретном поле, находим потери:

$$\Pi_{к.с} = \frac{\mathcal{C}_{3.k} \cdot 100}{\mathcal{C}_к \cdot \kappa_3}; \quad \Pi_{3.c} = \frac{\mathcal{C}_{3.c} \cdot 100}{\mathcal{C}_к \cdot \kappa_3},$$

где $\mathcal{C}_к$ – число колосьев в пробе, шт.;
 κ_3 – количество зерен в одном колосе, шт.

Например, при определении потерь в пробе оказалось: $\mathcal{C}_к = 80$ колосьев, из которых вымолочено $\mathcal{C}_{3.k} = 7$ зерен, свободных зерен $\mathcal{C}_{3.c} = 12$.

Зная, что в одном колосе на данном поле $\kappa_3 = 30$ зерен, получим:

$$\Pi_{к.с} = \frac{7 \cdot 100}{80 \cdot 30} = 0,29\%; \quad \Pi_{3.c} = \frac{12 \cdot 100}{80 \cdot 30} = 0,5 \%$$

Потери зерна из-за недомолота не должны превышать 0,3%, а свободного зерна в соломе – 0,5 %.

Потери за очисткой в полосу Π_0 складываются из потерь свободного зерна $\Pi_{3.o}$ и зерна в недомолоченных колосьях $\Pi_{к.o}$:

$$\Pi_0 = \Pi_{3.o} + \Pi_{к.o}.$$

Уровень потерь недомолоченного и свободного зерна регулируют открытием жалюзи решет и удлинителя верхнего решета, его наклоном, частотой вращения вентилятора и режимом работы молотильного устройства.

Потери в полосу определяют при уборке делянки длиной до 20...30 м в зависимости от состояния культуры. После прохода делянки комбайн останавливают и промолачивают всю массу (30...40 с). Полученную копну выгружают на пленку. Из передней нижней части копны и с лотка половонабивателя собирают полосу. Выделяют из нее свободно зерно и недомолоченные колосья, которые обмолачивают вручную.

Потери зерна определяют по формуле

$$\Pi_{3.0} = \frac{m_{3.0}}{BIU},$$

где $m_{3.0}$ – масса свободного зерна или зерна от недомолота, кг;
 B – ширина захвата жатки, м;
 L – длина учетной делянки, м;
 U – урожайность, т/га.

Например, необходимо определить потери зерна в поле при уборке делянки длиной $l = 20$ м, ширина захвата жатки $B = 6$ м, масса свободного зерна в поле $m_{3.0} = 300$ г, масса зерна в недомолоченных колосьях $m_{н.о} = 120$ г.

Потери свободного зерна:

$$\Pi_{3.0} = \frac{m_{3.0}}{BIU} = \frac{300}{6 \cdot 20 \cdot 5} = 0,5 \text{ \%}.$$

Потери от недомолота:

$$\Pi_{н.о} = \frac{m_{н.о}}{BIU} = \frac{120}{6 \cdot 20 \cdot 5} = 0,2 \text{ \%}.$$

Комбайн РСМ-181 «TORUM 740»

Одной из отличительных особенностей комбайна TORUM 740 (рис. 157) является молотильно-сепарирующее устройство 3.

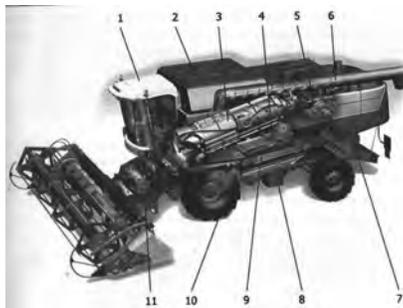


Рисунок 157 – Зерноуборочный комбайн «TORUM 740»:

- 1 – кабина; 2 – бункер; 3 – МСУ; 4 – главный контрпривод;
- 5 – моторная установка; 6 – выгрузной шнек; 7 – измельчитель соломы;
- 8 – ящик аккумуляторный; 9 – очистка; 10 – ведущее колесо;
- 11 – наклонная камера

Оно представляет собой продольно расположенный ротор (рис. 158а), который вместе с вращающейся декой (рис. 158б) позволяет вести обмолот на 360° .

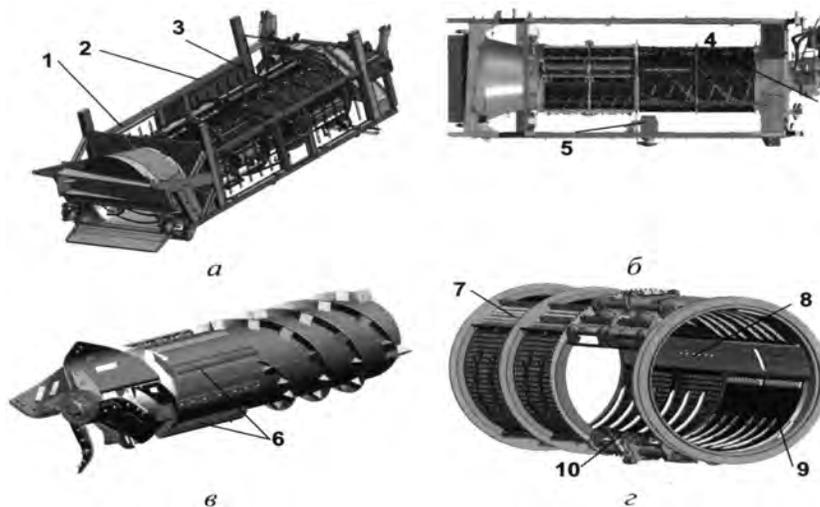


Рисунок 158 – Молотильно-сепарирующее устройство:

- а* – в сборе; *б* – привод МСУ; *в* – ротор; *г* – дека;
 1 – задний корпус; 2 – панель; 3 – дека; 4 – редуктор привода ротора;
 5 – редуктор привода деки; 6 – бичи; 7 – лонжерон; 8 – пальцевый ворошитель;
 9 – сменные деки; 10 – регулировка деки

Привод ротора бесступенчатый, благодаря которому осуществляется точная настройка параметров обмолота. Ротор имеет диаметр 762 мм, длину 3200 мм. Площадь обмолота и сепарации составляет $5,4 \text{ м}^2$. Зазор между бичами ротора и бичами деки регулируется в пределах $5 \dots 35 \text{ мм}$.

Благодаря такой системе обмолота зерно меньше травмируется, качественная работа ведется с более влажной и засоренной массой.

Оценка механических повреждений зерна

В результате интенсивного воздействия рабочих органов комбайна: молотильного устройства, элеваторов, домолачивающего устройства, решет очистки с зернами, последние получают механические повреждения.

Механические повреждения зерна делят на макроповреждения и микроповреждения. **Макроповреждения:** дробление, плющение. **Микроповреждения:** мелкие травмы, трещины, скрытые внутренние повреждения.

Зерна с макроповреждениями внешне отличаются от целых и легко от них отделяются. Зерна с микроповреждениями обнаруживаются лишь с помощью лупы 10-кратного увеличения, а скрытые внутренние повреждения можно установить только путем определения их всхожести в сравнении со всхожестью зерна ручного обмолота.

При уборке комбайном учет ведут только зерна с макроповреждениями, хотя зерен с микроповреждениями бывает намного больше, чем с макроповреждениями, что существенно снижает товарные, хлебопекарные и посевные качества убранный урожай.

Степень механических повреждений зерна зависит от нескольких факторов:

- физико-механические свойства хлебной массы, сила связи зерна с колосом, или способность культуры к обмолачиванию, соотношение зерна и соломы, влажность и засоренность;
- техническое состояние молотильного устройства: повреждение, износ бил, наличие острых кромок, прогиб поперечных планок подбарабанья, перекося барабана или подбарабанья;
- технологические регулировки молотильного устройства: частота вращения барабана и зазоры между барабаном и подбарабаньем;
- режим работы комбайна: скорость движения комбайна, порционная подача.

Повышенная частота вращения барабана и малые зазоры между барабаном и подбарабаньем являются основными причинами механических повреждений зерна.

Оценку качества бункерного зерна проводят путем взятия проб в нескольких местах бункера. Из них составляют средний образец массой 50...70 г.

Образец разбирают на следующие фракции:

- целое зерно $\kappa_{ц}$;
- зерно в колосьях $\kappa_{к}$;
- дробленое зерно $\kappa_{д} = \kappa_{д}' + \kappa_{д}''$;
- семена сорняков, органические (соломистые частицы) и минеральные примеси $\kappa_{н}$.

Количество дробленых частиц переводят в целое число делением на два для половинок (κ'_d) и на три – при наличии более мелких частей зерна (κ''_d).

Например, в образце оказалось $\kappa'_d = 8$ половинок и $\kappa''_d = 15$ мелких частей. Тогда количество дробленого зерна будет:

$$\kappa_d = \kappa'_d/2 + \kappa''_d/3 = 8/2 + 15/3 = 4 + 5 = 9 \text{ зерен.}$$

Колосья после выделения зерна относят к органическим примесям.

Определяют в процентах:

– степень повреждения зерна:

$$C_d = \frac{\kappa_d}{\kappa_{ц} + \kappa_k} \cdot 100.$$

– степень засоренности зерна:

$$C_z = \frac{\kappa_{п}}{\kappa_{ц} + \kappa_k + \kappa_d} \cdot 100.$$

Совершенствование способов уборки

Одним из путей повышения производительности, снижения энергозатрат, потерь и повреждений зерна является применение нового способа уборки с использованием очесывающего устройства, монтируемого на жатке. Жатки очесывающего типа «ЖОН-4», «ЖОН-6» агрегируются со всеми российскими и зарубежными комбайнами фирм «John Deere», «Claas» и др.

Жатка (рис. 159) включает передний 1 и задний 2 очесывающие барабаны, шнековый транспортер 3, кожух 5, наклонную камеру, состоящую из корпуса 6 и цепочно-планчатого скребкового транспортера 7.

Диаметр очесывающего барабана 0,7 м, длина очесывающей гребенки 0,08 м, рядов гребенок 6, угловая скорость вращения барабана 35...45 с⁻¹.

Привод транспортеров, барабанов осуществляется посредством цепных и ременных передач. Жатка навешивается на комбайн с помощью торсионной подвески, что обеспечивает хорошее копирование поверхности поля.

Очесывающие барабаны вращаются навстречу друг другу. При вращении гребенки барабанов разделяют стебли, очесывают колосья и полученный ворох подают транспортерами в молотильное

устройство комбайна. Происходит существенное уменьшение поступления технологической массы в комбайн, что позволяет в 1,8...2,0 раза снизить потери и увеличить производительность. Рабочая скорость возрастает с 4,0...5,0 до 8,0...9,0 км/ч. За счет оптимизации режима работы молотильного устройства снижается повреждение зерна, улучшается его очистка.

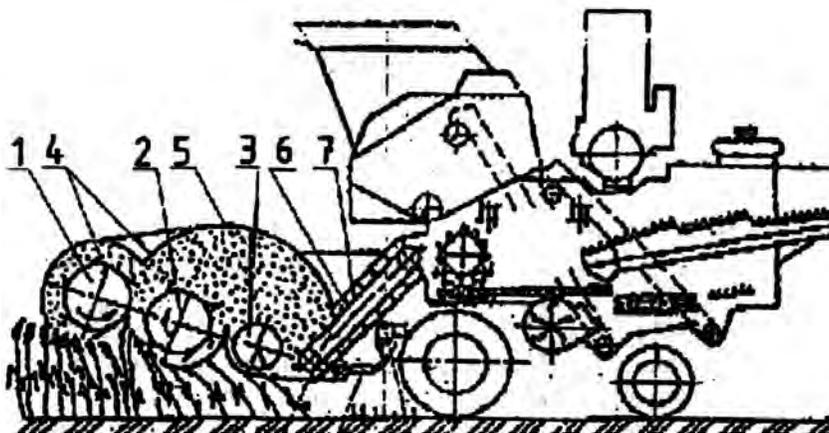


Рисунок 159 – Схема комбайна с жаткой очесывающего типа:

1, 2 – передний и задний очесывающие барабаны; 3 – шнековый транспортер;
4 – гребенки; 5 – кожух; 6 – корпус; 7 – скребковый транспортер

Появляется возможность работать при повышенной влажности, засоренности и полеглости растений, что увеличивает рабочее время комбайна в течение суток.

Комбайн с жаткой очесывающего типа используют при уборке злаковых культур: гороха, фасоли, сои; семенников кормовых и лекарственных растений: люцерны, клевера, донника, ромашки и т. д.

Оставшиеся после очеса стебли срезают и разбрасывают по полю или скашивают косилками с последующим прессованием.

Результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов

Таблица 28 – Результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов

Показатель	Марка комбайна, страна-изготовитель			
	«Дон-1500 Б», Россия	«КЛААС-Мега-208», Германия	«Джон-Дир СТС», США	«КЕЙС 2366», США
Мощность двигателя, кВт	173	173	210	176
Масса комбайна, кг	11600	10550	11970	9500
Урожайность, т/га	45	45	45	45
Ширина захвата жатки, м	6,0	6,0	6,1	6,1
Пропускная способность (пшеница), кг/с	10,0	12,0	12,1	11,2
Производительность за 1 час основного времени, т	18,7	24,1	24,4	22,6
Потери зерна, %	1,46	1,2	0,66	1,8
Степень дробления зерна, %	1,0	1,6	1,2	0,4
Чистота зерна, %	98,3	98,6	98,4	99,6
Расход топлива на 1 т зерна, кг	1,58	1,40	1,72	2,24
Затраты труда, чел.-ч/га	0,38	0,27	0,26	0,31

Современные зарубежные зерноуборочные комбайны:

- «NEW HOLLAND» (20 модификаций с двигателями мощностью от 125 до 275 кВт);
- «JONH DEERE»;
- «CLAAS LEXION 480»;
- «MASSEY FERUSON» (MF 7250 и др., всего 7 модификаций с двигателями мощностью от 120 до 242 кВт).

VI. Механизация уборки кукурузы на зерно и подсолнечника

В настоящее время распространены три способа уборки кукурузы на зерно:

- уборка кукурузы в початках;
- уборка кукурузы с одновременным обмолотом початков;
- уборка кукурузы с получением зерностержневой смеси.

При использовании переоборудованных зерноуборочных комбайнов применяют второй способ. При этом выполняется шесть основных операций: срезание стеблей, отделение от них початков, очистка початков от обёрток и обмолот зерна, измельчение стеблей, сбор зерна в бункере, сбор измельченной листостебельной массы в тракторные средства.

Приставки к зерноуборочным комбайнам для уборки кукурузы

Для уборки кукурузы на зерно как применяют специальные кукурузоуборочные комбайны, так и оснащают зерноуборочные комбайны специальными приставками.

Приставка ППК-4 используется с комбайном СК-5 «Нива», ПКП-8 с адаптером КМД-6 с комбайном «Вектор», «Дон-1500Б» и др.

Приспособления для уборки подсолнечника

Для уборки подсолнечника (рис. 160) используют приставки к зерноуборочным комбайнам типа ПКД-873, ПКД-1273, ПСП-10.

Продвигаясь по рядкам, делители рядков и боковые делители поднимают стебли с корзинами, даже опустившиеся вниз. Цепные транспортеры стеблей плавно перемещают их к роторному ножу режущего аппарата.

Обеспечивается равномерная и без потерь подача осыпавшихся семян и корзинок в желоб шнека и далее в наклонную камеру и к молотильно-сепарирующему устройству комбайна.

Шарнирная конструкция лифтеров позволяет проводить уборку пологих стеблей подсолнечника, что существенно снижает потери.



Рисунок 160 – Общий вид комбайна при уборке подсолнечника

Краткая техническая характеристика приставок типа ПКД представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Техническая характеристика приставок ПКД

Приставка	Комбайны	Число убираемых рядков	Ширина междурядья, мм	Высота среза, м	Рабочая скорость, км/ч	Масса, кг
ПКД-873	Нива, Вектор, Дон-1500 Б	8	700...7760	0,2...0,6	8...10	1700
ПКД-1273	Дон-1500 Б	12	700...760	0,2...0,6	6...8	2500

Габаритные размеры: ПКД-873 – 6000×3200×1670 мм, ПКД-1273 – 9000×3250×1670 мм.

Приставки предназначены для уборки подсолнечника при влажности семян 12...20 % и влажности корзинок до 50...58 %.

Регулировки

Молотильно-сепарирующее устройство

Оптимальную частоту вращения барабана молотильно-сепарирующего устройства устанавливают в пределах 300...350 мин⁻¹.

Рабочие зазоры между барабанами и подбарабаньем :

- на входе: 26 ± 2 мм;
- на выходе: 11 ± 1 мм.

Очистка

Частота вращения вентилятора: 550...600 мин⁻¹;

Зазоры между пластинками жалюзи:

- верхнего решета: 17 мм;
- нижнего решета: 10 мм;
- угол наклона удлинителя верхнего решета 26° ;
- жалюзи удлинителя закрыты.

Допустимая величина потерь семян – не более 2 %.

Точное вождение комбайна по рядкам при уборке кукурузы и подсолнечника обеспечивает устройство «Автопилот». Датчики четко регистрируют положение комбайна относительно рядков.

Регулировки молотильно-сепарирующего устройства начинают с установки частоты вращения барабана.

При уборке кукурузы на зерно оптимальная частота составляет 350...400 мин⁻¹.

Затем регулируют зазоры между бичами барабана и планками подбарабанья. Они должны составлять:

- на входе: 32 ± 2 мм;
- на выходе: 20 ± 2 мм.

Окончательную регулировку проводят в поле.

Регулировка очистки:

- частота вращения вентилятора: 850...900 мин⁻¹;
- зазоры между пластинами жалюзи верхнего решета – 17 мм, нижнего – 10 мм;
- угол наклона удлинителя верхнего решета – 26° ;
- жалюзи удлинителя закрыты.

Качественные показатели

При уборке кукурузы в початках:

- полнота сбора початков – не менее 98,5 %;
- степень очистки от обёрток – не менее 95 %;
- чистота вороха початков – не менее 99 %;
- количество поломанных початков – не более 2 %;
- количество поврежденных зёрен в початках – не более 1 %;
- степень вышелушивания зерна из початков не более 2 %.

При уборке кукурузы с обмолотом початков:

- потери зерна – не более 2 %;
- количество повреждённых зёрен – не более 5 %.

VII. Механизация уборки сахарной свеклы

В настоящее время четко сформировались три основных типа машин для уборки сахарной свеклы.

Первый тип – комбайны, обеспечивающие уборку ботвы и корнеплодов за один проход. Ботва, как правило, срезается с корнеплодов, измельчается и разбрасывается по полю. Корнеплоды выкапываются, очищаются от почвы и растительных остатков и подаются в транспортное средство, которое движется рядом с комбайном. Возможна иная схема: свекла сначала накапливается в бункере комбайна, а затем перегружается в транспортное средство или выгружается в бурт на поле.

Второй тип – машины (самоходные или прицепные) для раздельной уборки ботвы и корнеплодов. Сначала при помощи ботвоуборочной машины убирается ботва. Затем отдельный агрегат выкапывает корнеплоды и загружает их в технологический транспорт, который является обязательной составной частью такого уборочного агрегата.

Третий тип – машины (прицепные или навесные) для уборки ботвы и корнеплодов в три этапа. Уборка ботвы происходит по той же схеме, что и для машин второго типа, а выкапывание корнеплодов осуществляется без загрузки корнеплодов в транспортные средства, с формированием бурта на освобожденной от урожая поверхности поля. Из бурта корнеплоды подбираются и загружаются в транспортные средства третьим агрегатом — подборщиком-погрузчиком, поэтому машины этого типа называются машинами для трехфазной уборки.

Однофазный способ уборки реализуют свеклоуборочные комбайны «ПАЛЕССЕ BS624» (Белоруссия) (рис. 161), «Franz Kleine» (рис. 162), «Terra Dos» (Германия) и «WKV-9000» (Нидерланды).



Рисунок 161 – Самоходный свеклоуборочный комбайн СКС-624 «ПАЛЕССЕ BS624»

Краткая техническая характеристика самоходного свеклоуборочного комбайна СКС-624 представлена в таблице 30.



Рисунок 162 – Самоходный свеклоуборочный комбайн
FRANZ KLEINE SF-20

Таблица 30 – Краткая техническая характеристика
самоходного свеклоуборочного комбайна СКС – 624

Характеристика	Значение
Эксплуатационные характеристики	
Производительность за час основного времени, га/ч	1,0...2,7
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	290(395)
Ширина захвата, м	2,7
Количество одновременно убираемых рядков, шт.	6
Ширина междурядья, см	45
Объём бункера, м ³	24
Скорость движения, не более	
– рабочая, км/ч	10
– транспортная (с пустым бункером), км/ч	25

Характеристика	Значение
Габаритные размеры	
В транспортном положении:	
длина, мм	13700
ширина, мм	3800
высота, мм	4000
В рабочем положении:	
длина, мм	14300
ширина, мм	4200
высота, мм	5000
Объем топливного бака	800
Масса	25000

Самоходный комбайн СКС-624 «ПАЛЕССЕ BS624» и его модификация СКС-624-1 предназначены для однофазной уборки сахарной свеклы во всех почвенно-климатических зонах, кроме полей с низкой несущей способностью почв и горных районов. В ходе технологического процесса комбайн выполняет следующие операции:

- срезание ботвы и разбрасывание по полю;
- обрезку головок и выкапывание корнеплодов;
- сепарацию и очистку вороха корнеплодов от почвы и растительных остатков;
- загрузку корнеплодов в бункер с последующей выгрузкой в транспортное средство или в полевой бурт (кагат).

Соединение всех операций по уборке сахарной свеклы в одной самоходной машине позволяет уменьшить количество проходов техники по полю, уплотнение почвы, сократить расход топлива и трудозатраты, избежать лишней перевалки корнеплодов и сохранить высокое качество сырья для сахарных заводов.

Самоходный свеклоуборочный комбайн FRANZ KLEINE SF-20

Свеклоуборочный комбайн SF-20 предназначен для уборки свеклы. Он имеет: интегральный измельчитель ботвы, конструкцию интегрированной балансировки ботвоизмельчителя. Благодаря бункеру ёмкостью 30 м³ SF-20 позволяет экономить время на выгрузку в транспортные средства. Производительность комбайна

SF-20 10,2 га/ч. Процесс уборки сахарной свеклы начинается с ее копки виброкопачами. Затем свекла при помощи транспортировочного вала поступает на систему очистки. Бережно и чисто – по этому принципу работает система очистки пятью роторными очистителями.

Для двухфазной уборки применяют свеклоуборочные комплексы, состоящие из ботвоуборочной машины и свеклоуборочного комбайна, например БС-6, СКП-6 (рис. 163) или комплекс «Wis» (Amity Technology, США), он включает еще и ботвоуборочную машину.

Свекловичный комбайн СКП-6 предназначен для извлечения корней сахарной свеклы из почвы, очистки и погрузки в рядов идущий транспорт. Комбайн работает после предварительного удаления ботвы ботвоудаляющей машиной БС-6, оснащенной ротором с металлическими ножами или аналогичной машиной.



Рисунок 163 – Свеклоуборочная машина СКП-6

На СКП-6 установлен активный регулируемый нож-копач, который не выкапывает свеклу, а как бы выдавливает ее из почвы, что позволяет убирать свеклу без отрыва нижней части корнеплода, затем корни свеклы подаются на сепарирующее устройство,

где происходит первичная очистка свеклы от почвы. Далее свекла подается через приемный бiter и бiter-комкодробитель на продольный транспортер, где производится дальнейшая сепарация почвы, с продольного транспортера свекла подается на погрузочный транспортер и в транспортное средство.

Краткая техническая характеристика свеклоуборочного комбайна СКП-6 приведена в таблице 31.

Таблица 31 – Краткая техническая характеристика свеклоуборочного комбайна СКП-6

Тип	Прицепной
Агрегатирование	Трактор тягового класса 1,4 (МТЗ-80, 82; Т-70С)
Ширина захвата, м	2,7
Количество убираемых рядков, шт.	6
Ширина междурядья, мм	450
Рабочая скорость, км/ч	2...5
Производительность, га/ч	1,35
Тип копача	Активный нож и пассивный диск
Количество турбинно-сепарирующих устройств, шт.	2
Габаритные размеры, мм:	
длина	6000
ширина	3000
высота	3550

Количество извлеченных корнеплодов должно быть не менее 99 %, загрязненность их почвой – до 10 %, повреждения – не более 5 %.

Заключение

Представленный набор применяемой и новой сельскохозяйственной техники, агротехнических приемов дает возможность обосновывать концепции энергосбережения, влагонакопления и влагосбережения.

Выполнение указанных качественных показателей обработки почвы, посева, ухода за посевами, уборки урожая, соблюдение технологических требований обеспечивают существенное повышение эффективности растениеводства.

Анализ представленных технических решений, рекомендаций производства, а также усилия науки позволят проводить дальнейшее совершенствование технологических процессов и технических средств.

Библиографический список

1. Жалнин, Э. В. Отечественные зерноуборочные комбайны – как они есть / Э. В. Жалнин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2008. – № 1, № 2.
2. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. А. Саун. – М. : Колос, 1994.
3. Руденко, В. Н. Механическая обработка почвы. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2013.
4. Руденко, Н. Е. Сеялки для посева семян пропашных культур. – Ставрополь : Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005.
5. Руденко, Н. Е. Механизация ухода за пропашными культурами. – Ставрополь : Изд-во СтГАУ, «АГРУС», 2005.
6. Руденко, Н. Е. Технологические возможности комбайнов «Дон-1500» / Н. Е. Руденко, В. Г. Захарченко, С. А. Овсянников. – Ставрополь : Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2006.
7. Труфляк, Е. В. Современные зерноуборочные комбайны / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2013.
8. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М. : Колос, 2006.
9. ЭБС «Универсальная библиотека ONLINE».

Научное издание

РУДЕНКО Николай Ефимович,
КУЛАЕВ Егор Владимирович,
РУДЕНКО Валерий Николаевич

МЕХАНИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Монография

Редактор *Е. А. Шулякова*

Заведующий издательским отделом *А. В. Андреев*

Подписано в печать 20.03.2014. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times». Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,77.

Тираж 150 экз. Заказ № 631.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000

Издательство Ставропольского государственного аграрного университета «АГРУС»,
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

Тел/факс: (8652) 35-06-94. E-mail: agrus2007@mail.ru

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.