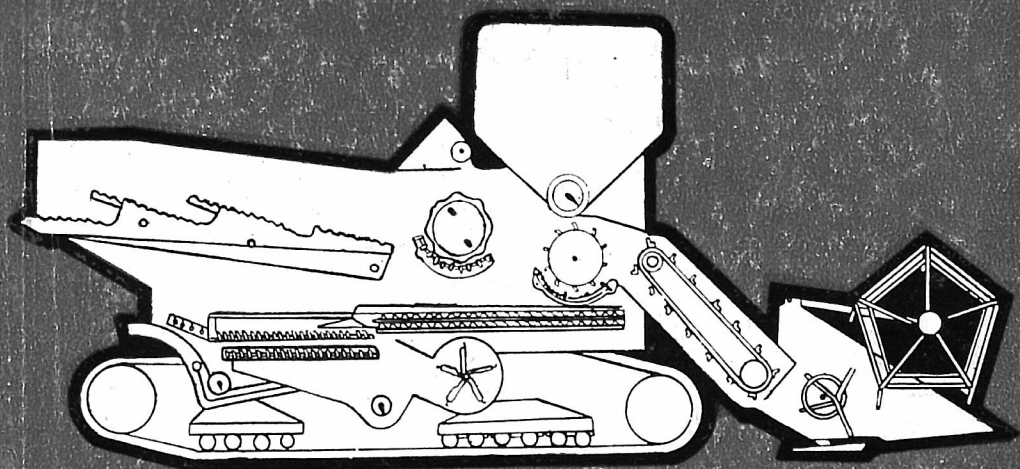


Н. И. Маслов

Машины для уборки бобовых культур



О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|-----|
| Предисловие | 3 |
| I. Агробиологические, физико-механические свойства зернобобовых культур и агротехнические требования к машинам для их уборки | 4 |
| II. Конструкции машин | 12 |
| 1. Косилки | 14 |
| 2. Жатки | 25 |
| 3. Машины для уборки гороха | 32 |
| 4. Машина ФА-4 для уборки фасоли | 33 |
| III. Рабочие органы | 37 |
| 1. Ленточные теребивильные аппараты | 37 |
| 2. Дисковые теребивильные аппараты | 38 |
| 3. Обрывающе-режущие пальцевые барабаны | 40 |
| 4. Сегментные режущие аппараты | 44 |
| 5. Ротационные режущие аппараты | 58 |
| 6. Рабочие органы приспособлений к косилкам | 61 |
| 7. Рабочие органы жаток | 70 |
| 8. Делители и стеблеподъемники | 75 |
| 9. Рабочие органы молотильных аппаратов | 91 |
| IV. Уборка бобовых культур зерноуборочными комбайнами | 98 |
| V. Экономическая эффективность машин | 111 |
| Список литературы | 113 |

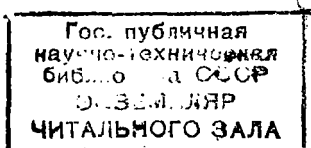
Н. И. Маслов

канд. техн. наук

Машины для уборки бобовых культур



МОСКВА. «МАШИНОСТРОЕНИЕ». 1973



34

14897

73-40092

Маслов Н. И. Машины для уборки бобовых культур. М., «Машиностроение», 1973, 112 с.

В книге рассмотрены конструкции машин и зерноуборочных комбайнов, предназначенных для уборки бобовых культур в разных почвенно-климатических условиях, правила их монтажа, регулировки и эксплуатации. Даны рекомендации по изысканию рациональных технологических и конструктивных схем машин с учетом агробиологических и агрофизических свойств бобовых культур.

Книга предназначена для инженерно-технических работников заводов сельскохозяйственного машиностроения, а также может быть полезна механизаторам колхозов и совхозов. Табл. 6, ил. 59, список лит. 6 назв.

Рецензент инж. И. С. ЧУРБАНОВ

М $\frac{423-270}{038(01)-73}$ 270-73

Николай Иванович Маслов

МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Редактор издательства А. Н. Саверина

Технический редактор Л. А. Макарова.

Корректор В. А. Воробьева. Художник Е. П. Пермяков.

Сдано в набор 3/VIII-1973 г. Подписано к печати 12/XI-1973 г.
 Т-17848 Формат 60X90/16 Бумага № 1 Печ. л. 7,0.
 Уч. изд. л. 7,1. Тираж 1.600 экз. Заказ 2883. Цена 39 коп.

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, Б-78,
 1-й Басманный пер., 3
 Типография изд-ва «Московская правда»,
 Потаповский пер., 3.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Зернобобовые культуры (горох, соя, фасоль, чечевица и др.) занимают одно из ведущих мест в севообороте благодаря высокому содержанию белка в семенах и зеленой массе, а также разнообразному использованию. Кроме этого, зернобобовые культуры являются хорошими предшественниками для других культур, так как азот, усваиваемый клубеньковыми бактериями, оказывает положительное влияние на плодородие почвы.

Зернобобовые культуры играют большую роль в питании человека и кормлении сельскохозяйственных животных. В белке семян этих культур содержатся почти все незаменимые аминокислоты, необходимые для роста и развития живого организма.

Кроме использования семян зернобобовых культур для продовольственных целей, их применяют для приготовления высококачественных сортов клея и пластмасс.

Значительная влажность растительной массы, неравномерность созревания и полеглость убираемых культур требуют создания специальных рабочих органов и машин для возделывания и уборки.

Одним из путей решения вопроса полной механизации возделывания и уборки зернобобовых культур без применения ручного труда является совершенствование существующих и создание новых рабочих органов машин и орудий, способных работать с устойчивыми качественными показателями в разных почвенно-климатических условиях.

Зернобобовые культуры по агробиологическим и физико-механическим свойствам, а также по способам возделывания и уборки отличаются от зерновых колосовых, кукурузы и других культур.

I. Агробиологические, физико-механические свойства зернобобовых культур и агротехнические требования к машинам для их уборки

Зернобобовые культуры по агробиологическим и физико-механическим свойствам, а также по способам возделывания и уборки отличаются от зерновых колосовых культур. Однако при механизации уборки все бобовые культуры нельзя объединить в одну группу. Одни из них (например, горох, чина, вика) сильно лежат и спутываются, что затрудняет уборку. Другие (чечевица, люпин) не лежат, но отличаются неравномерностью созревания.

Рассмотрим основные агробиологические свойства зернобобовых растений, влияющие на машинную уборку этих культур.

Горох — однолетнее растение семейства бобовых имеет полый, четырехгранный, иногда ветвящийся у основания стебель. У низкорослых сортов длина стебля не превышает 50 см, у среднерослых 150 см, а у высокорослых достигает 250 см.

При созревании стебель гороха грубеет неравномерно, при этом корневая шейка становится тоньше. Для отрыва стебля от корня бывает достаточно небольшого усилия. Стебли гороха имеют очень малую жесткость, небольшое сопротивление на излом и изгиб. Особенности строения стебля гороха и его физико-механические свойства вызывают полегание всей стеблевой массы. Стебли под тяжестью стручков, а также под влиянием атмосферных факторов падают на землю. Обычно 20—30% стручков находятся на расстоянии 5—10 см от земли.

Листья гороха заканчиваются разветвленными длинными усиками. Эти усики цепляются за соседние стебли так, что поле представляет собой сплошной покров. Это затрудняет при уборке отделение растений от земли и укладку их в валки.

Бобы гороха созревают неравномерно и легко растрескиваются, теряя семена. Низкое крепление бобов к лежащим стеблям, неравномерность созревания и растрескивание — все это затрудняет уборку гороха без потерь.

Фасоль — однолетнее бобовое растение (табл. 1) характеризуется низким расположением бобов, часть которых своими концами касается почвы. Существует незначительное число сортов с более высоким креплением бобов. Стебель фасоли — травянистый, ветвится почти от основания, чаще на небольшой высоте.

Большое распространение получает кустовая фасоль с длинной стебля до 60 см. Такие сорта выведены специально для механизированной уборки. Растения фасоли с завывающимися верхушками достигают 50—75 см, полувьющихся — до 1,5 м. Вьющаяся фасоль вырастает до 3 м.

Бобы волокнистых сортов фасоли при достижении спелости отличаются легкой растрескиваемостью створок. При этом створки скручиваются и семена высыпаются. Разные сорта фасоли имеют различную степень разрушаемости боба, зависящую от строения створок и шва, связывающего их.

Усилие разрыва стеблей в 8—10 раз превышает усилие тербления растений.

Соя высевается с междурядьями 45—50 см и при уборке требует низкого среза, поэтому при скашивании в валки стебли сои ложатся на почву. При частых дождях обмолот из валков значительно сложнее, чем уборка прямым комбайнированием.

Растения представляют собой куст с сильно ветвящимися стеблями. Стебель высотой 30—100 см прямой или изогнутый в местах крепления листьев. Средняя высота растений составляет 56—57 см, наибольшая 73—75, наименьшая — 44 см; средний диаметр стеблей у корневой шейки 0,65—0,71 см, наибольший — 1,1, наименьший — 0,4 см.

При уборке сои зерноуборочным комбайном потери зависят от высоты нижнего конца боба, а не от высоты его крепления к стеблю, так как нож режущего аппарата, проходящий ниже точки крепления боба, разрезает этот боб.

Усилие отрыва одного боба средних размеров составляет 1 кгс. Заметное влияние на это усилие оказывает вес боба, его размер и длина плодоножки. Разрывное усилие стебля диаметром в месте разрыва 5,8 мм равно 39 кгс.

Народнохозяйственное значение имеют и другие зернобобовые культуры, например, чечевица, люпин, нут.

Для проектирования рабочих органов и технологических процессов сельскохозяйственных машин необходимо экспериментальное изучение физико-механических свойств растений. Типовая программа изучения основных физико-механических свойств сельскохозяйственных растений включает определение следующих показателей.

1. Размещение растений в поле: расстояние между рядами, гнездами, кустами; отклонение от центральной линии рядка; число растений на 1 м², число растений в гнезде, в кусте; распределение органов растения на поверхности поля, в пространстве рядка и в почве (корнеклубнеплоды).

2. Размерная и весовая характеристика растений: высота и диаметр стеблей у корневой шейки, на уровне среза или у места крепления плодоносящих органов; высота, толщина и ширина кустов и гнезд; длина, ширина и толщина соцветий, междоузлий, плодов, семян; вес растения в целом и отдельно его органов по

Характеристика бобовых культур

| Наименование показателей | Чечвица | | | | Соя | | | | Фасоль | | | | |
|--|--------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|---------|-------------|-----------|---------|--------------|
| | Петров-ская, 4/105 | Пензен-ская | Петров-ская юбилейная | Петров-ская зеленая-подарская | Примор-ская 529 | Примор-ская 494 | Примор-ская 762 | Мичиган-ская | Донская | Грибов-ская | Триум-фер | Сантлак | Скоро-спелая |
| Высота растения в см | 46,5 | 47,8 | 51,9 | 49,3 | 65 | 58 | 57 | 41,7 | 27,4 | 22,9 | 33,0 | 39,0 | 35 |
| Высота прикрепления нижнего боба | 29,3 | 27,4 | 32,2 | 31,8 | 21 | 16 | 16 | — | — | — | — | — | — |
| Среднее число растений перед уборкой на 1 м ² | 171 | 136 | 171 | 161 | 7,7 | | | — | — | — | — | — | — |
| Толщина стебля в мм | 2—3 | 1—3 | 1—3 | 1—3 | 6,5—7,1 | | | 5,8 | 4 | 4 | 4,7 | 4,2 | — |
| Количество ветвей у одного растения | 2—11 | 2—15 | 1—15 | 3—16 | 2—7 | | | — | — | — | — | — | — |
| Масса 1000 семян в г | 62,70 | 67,31 | 76,00 | 59,79 | 220 | 193 | 192 | — | 220—265 | | — | — | — |
| Количество бобов на одном растении | 21,3 | 24,3 | 29,3 | 20,9 | 14 | 17 | 18 | 9,1 | 5,9 | 4,6 | 6,5 | 10,0 | — |
| Урожай зерна в ц/га | 32,26 | 31,26 | 34,19 | 29,98 | 17,8 | 19,9 | 17,6 | 9,4 | 7,1 | 8,2 | 17,42 | 17,23 | — |
| Урожай соломы в ц/га | 37,51 | 39,09 | 44,47 | 37,88 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Средняя влажность зерна при уборке в % | 4 | — | 15 | — | 15 | 15 | 15,4 | — | — | — | 42,7 | 51,9 | — |
| Ширина кустов в см: | | | | | | | | | | | | | |
| вдоль рядков | — | — | — | — | — | — | — | 36,0 | 29,7 | 19,7 | 9,5 | 15,9 | 13,0 |
| поперек рядков | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10,2 | 29,5 | 25,0 |
| Расположение боба от поверхности по ярусам в %: | | | | | | | | | | | | | |
| 0—5 см | — | — | — | — | 7 | 1—6 | — | 16,8 | 57,6 | 80,9 | 69,08 | 40,38 | 51,9 |
| 5—8 см | — | — | — | — | 12 | 7—12 | — | 11,7 | 17,4 | 10,7 | 26,0 | 30,71 | 25,1 |
| 8 см | — | — | — | — | 7 | 13—18 | — | 71,5 | 25,0 | 8,4 | 4,0 | 18,05 | — |
| Средняя длина бобов в см | — | — | — | — | — | — | — | 7,5 | 7,2 | 8,6 | 9,5 | 6,9 | — |
| Количество культурных растений на 1 м длины рядка | — | — | — | — | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 7 | 10 | 9 | 12 | 9 | — |
| Усилие для выдергивания одного растения в кгс: | | | | | | | | | | | | | |
| среднее | — | — | — | — | 7,8 | 5,8 | — | 8,6 | — | — | 4,9 | 7,6 | — |
| максимальное | — | — | — | — | 16 | 12 | — | 15,4 | — | — | 8,8 | 14,2 | — |
| минимальное | — | — | — | — | 3 | 3 | — | 4,0 | — | — | 1,9 | 3,0 | — |
| Ширина междурядий (максимальная) в см | 15 | 15 | 15 | 15 | 55 | 55 | 55 | 45,4 | 48,0 | 45,0 | 43,9 | 45,0 | — |

зонам высоты и ширины куста или гнезда; абсолютный и индивидуальный вес семян и плодов; объемный вес семян и продуктов обработки.

3. Влажность растений в уборочный период: изменение влажности основных частей растения за период уборки и в течение суток.

Изучение основных свойств растений дает основание для определения размеров, пропускной способности и прочности отдельных узлов проектируемых сельскохозяйственных машин.

При определении прочности частей растений изучаются следующие деформации: растяжение, сжатие, изгиб-излом в статических условиях; резание в статических и динамических условиях; выделение плодов и семян из плодоносящих органов в динамических условиях (обмот).

Все эти данные позволяют установить закономерности деформации; определить показатели механических свойств и технологического эффекта в зависимости от различных условий приложения нагрузок, параметров рабочего инструмента и размеров растительного объекта; определить жесткость вегетативных органов растения и взаимную связь между ними, а также условия выделение семян и плодов.

Определение прочности отдельных частей растений имеет целью установить условия разрушения и сохранения их в процессе уборки и обмолота, установить форму и размеры поверхностей у изгибающихся рабочих деталей, обосновать технологический процесс, выявить приближенный силовой и энергетический режим, а также дать качественную оценку получаемому технологическому эффекту.

Для правильного выбора материала рабочей детали машины и режима взаимодействия его с растительной массой необходимо знать, как изменяются силы трения и коэффициент трения частей растения о различные материалы рабочих поверхностей в зависимости от давления

и скорости за период уборки, а также сопоставить коэффициенты трения в статических и динамических условиях.

Методика изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений основывается на применении приборов, аппаратуры и технических приемов, принятых при исследовании материалов. Показатели физико-механических свойств каждой культуры изменяются в зависимости от сорта, фазы развития растения, агротехники, влажности, климатических и других факторов.

В связи с этим исследованию подлежат растения, взятые с 1 м длины рядка или с площади 0,25 м² в 10—20-кратной повторности. Растения отбираются по диагонали участка с одинаковыми, заранее рассчитанными интервалами между рядками или площадками.

Затем отобранные растения распределяются на классы по длине (колос, стебель), диаметру (стебель, корень) или весу (зерно, плод, клубень). Для исследований выделяется пропорциональное число объектов каждого класса с таким расчетом, чтобы общее число объектов позволяло обработать их в тот же день, а также обеспечивало достаточную точность опыта.

Прочность частей растения при растяжении (разрыве) и сжатии (сплющивании, раздавливании) изучается на экстензометре и рычажном динамометре. Первый прибор позволяет наблюдать растения в статических условиях и определять соответствующие удлинения (или укорочения) в течение всего процесса растяжения (сжатия) образца вплоть до разрыва (разрушения). Второй прибор позволяет определить только усилие разрыва и удлинение (укорочение) в момент разрушения.

На показатель прочности влияет продолжительность действия нагрузки, поэтому работа на динамометрах ведется со скоростью опускания нижнего зажима 200 мм/мин. Из этих же соображений зажимная длина образцов принимается равной 100 мм, иногда 50 мм.

В результате испытаний на разрыв вычисляются следующие показатели.

Временное сопротивление

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

где P — усилие разрыва в кгс;

F — площадь поперечного сечения стебля в мм².

Площадь сечения может быть определена по формуле

$$F = \frac{G}{\rho l},$$

где G — абсолютная сухая масса испытываемого образца (получаемая в результате высушивания);

l — длина образца;

ρ — плотность клетчатки.

Относительное удлинение

$$E = \frac{\Delta l}{l},$$

где Δl — абсолютное удлинение в мм;

l — зажимная длина образца до испытания в мм.

Работа при разрыве может быть определена по диаграмме или подсчитана по формуле

$$A = kP \Delta l,$$

где k — коэффициент, который можно принять равным 0,5;

$$\Delta l = n - u,$$

где n — величина опускания нижнего зажима в мм;

u — прогиб балки в мм.

На экстензометре можно определить напряжение

$$p = \frac{P}{F}.$$

Величины n и u вычисляются как разность между последующим и предыдущим показаниями.

Для изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений используются следующие приборы: рычажный разрывной динамометр; динамометр для определения силы связи растений с почвой; экстензометр; динамометр-работомер; маятниковый копер; наклонная плоскость; дисковый прибор трения; центрифуга для выделения зерна из колоса; классификатор обмолачиваемости зерновых культур.

Физико-механические свойства некоторых зернобобовых культур приведены в табл. 2—5.

Таблица 2

Прочность семян фасоли при сжатии их под углом 45°

| Сорт | Влажность в % | Разрушающая нагрузка в кгс | | |
|--------------------------------|------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| | | средняя | максимальная | минимальная |
| Щедрая | 9,8 | 7,8 | 9,1 | 6,2 |
| Триумф луцильный | 9,8 | 8,0 | 10,8 | 5,6 |
| Сапюлок | 9,5 | 7,9 | 9,7 | 5,8 |
| Латвия 800 | 9,5 | 7,6 | 9,7 | 5,8 |
| Кустовая без волокна | 10,6 | 6,4 | 8,4 | 5,5 |

Таблица 3

Коэффициенты трения частей растений в покое

| Части растений | Коэффициенты трения | | |
|-------------------|---------------------|-----------|---------------------------|
| | по стали | по резине | по прорезиненному полотну |
| Стебель | 0,4—0,61 | 0,46—0,75 | 0,48—0,76 |
| Листья | 0,45—0,69 | 0,49—0,78 | 0,60—0,77 |
| Бобы | 0,32—0,72 | 0,45—0,79 | 0,47—0,83 |
| Куст | 0,42—0,53 | 0,56—0,60 | 0,56—0,64 |

Примечания: 1. Предельный угол трения растений о сталь 18—36°, о резину 24—38° и прорезиненное полотно 25—40°. 2. Опыты проводились при влажности растений 17,6%.

Таблица 4

Коэффициенты трения стеблей зернобобовых культур по различным материалам

| Культура | Влажность стеблей в % | Коэффициенты трения движения | | | | | | | |
|----------|-----------------------|------------------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|----------------|
| | | по стали | | по дереву | | по резине | | по резиновому ремню | |
| | | вдоль стебля | поперек стебля | вдоль стебля | поперек стебля | вдоль стебля | поперек стебля | вдоль стебля | поперек стебля |
| Горох | 11,0 | 0,45 | 0,43 | 0,30 | 0,40 | 0,67 | 0,66 | 0,50 | 0,59 |
| | 23,2 | 0,58 | 0,43 | 0,31 | 0,40 | 0,55 | 0,63 | 0,59 | 0,59 |
| | 36,8 | 0,61 | 0,47 | 0,38 | 0,38 | 0,63 | 0,68 | 0,61 | 0,59 |
| | 64,4 | 0,62 | 0,70 | 0,48 | 0,61 | 0,69 | 0,80 | 0,69 | 0,68 |
| | 68,5 | 0,82 | 0,56 | 0,59 | 0,55 | 0,86 | 0,70 | 0,85 | 0,72 |
| Фасоль | 71,0 | 0,63 | 0,59 | 0,51 | 0,57 | 0,70 | 0,78 | 0,70 | 0,72 |
| | 75,2 | 0,72 | 0,63 | 0,60 | 0,57 | 0,75 | 0,81 | 0,78 | 0,84 |
| Чина | 63,0 | 0,92 | 0,79 | 0,71 | 0,69 | 0,95 | 0,84 | 0,97 | 0,75 |
| | 68,2 | 0,71 | 0,75 | 0,52 | 0,57 | 0,98 | 0,78 | 0,99 | 0,79 |
| | 69,2 | 0,87 | 0,69 | 0,66 | 0,55 | 1,1 | 0,95 | 0,96 | 0,82 |
| | 74,8 | 1,08 | 0,88 | 0,77 | 0,80 | 0,91 | 0,97 | 0,94 | 0,92 |
| Нут | 35,0 | 0,49 | 0,45 | 0,32 | 0,34 | 0,64 | 0,61 | 0,66 | 0,59 |
| | 55,8 | 0,73 | 0,53 | 0,43 | 0,43 | 0,72 | 0,85 | 0,77 | 0,74 |
| | 58,6 | 0,50 | 0,44 | 0,39 | 0,38 | 0,68 | 0,66 | 0,71 | 0,66 |
| | 68,5 | 0,84 | — | 0,65 | — | 0,68 | — | 0,76 | — |
| Бобы | 32,0 | 0,70 | 0,74 | 0,44 | 0,52 | 0,72 | 0,77 | 0,64 | 0,69 |
| | 70,6 | 0,84 | 0,52 | 0,63 | 0,47 | 0,69 | 0,71 | 0,81 | 0,68 |
| | 72,5 | 0,93 | 0,58 | 0,65 | 0,61 | 0,73 | 0,80 | 0,72 | 0,63 |

Прочностные показатели зернобобовых культур
(при влажности зерна 11,3%)

| Культура | Влажность стеблей в % | Прочность стеблей на разрыв | | | | Прочность связи боба со стеблем | | Примечание |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
| | | у корня | | в средней части | | Толщина плодоножки в мм | Усилие отрыва в кгс | |
| | | Толщина стебля в мм | Усилие на разрыв в кгс | Толщина стебля в мм | Усилие на разрыв в кгс | | | |
| Горох | 23,2—34,4 27,7—44,4 61,4—73,6 | 0,7 0,1—1,8 2,2—2,6 | 0,25 1,15—2,65 2,0—2,5 | 3,3 3,8—4,2 3,5—4,6 | 2,55 2,2—3,8 2,5—3,7 | 1,1 0,6—1,0 0,9—1,1 | 0,6 0,25—0,6 0,25—1,25 | Разрыв происходит ниже шейки корня |
| Чина | 69,1—71,6 | 1,1—1,5 | 1,95—2,9 | 1,4—1,7 | 0,7—2,3 | 1,6—1,9 | 0,6—1,25 | Разрыв стеблей в средней части происходит ниже узла кушения. Разрыв плодоножек происходит в средней части |
| Нут | 70,6 | 1,4 | 3,45 | 1,1 | 5,45 | 0,5 | 0,2 | Разрыв стеблей происходит в узле кушения. Разрыв плодоножек происходит в месте прикрепления боба |

II. Конструкции машин.

Конструкции машин для уборки зернобобовых культур разнообразны, так как различны физико-механические свойства этих культур.

Для уборки зернобобовых культур применяются рабочие органы (рис. 1), которые подразделяются на: теребильные, вы-

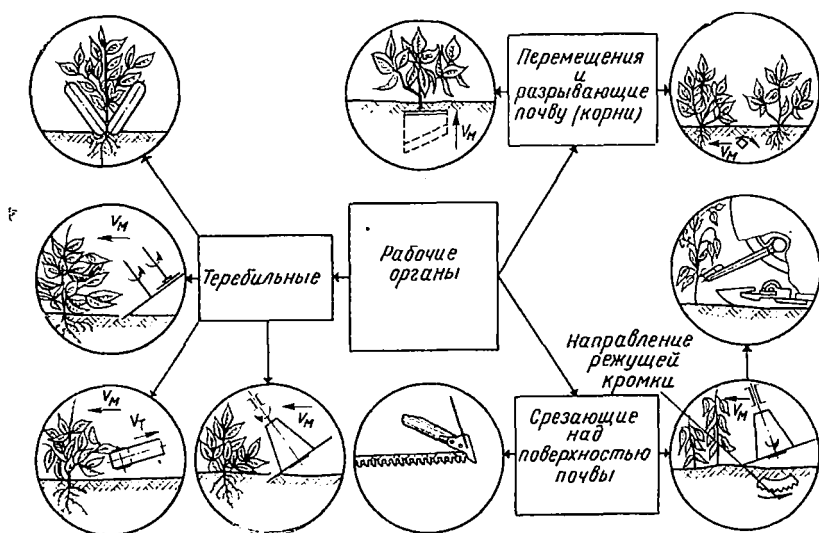


Рис. 1. Рабочие органы машины для уборки зернобобовых культур

полненные в четырех конструктивных вариантах — колесные, дисковые, ленточные и дисково-зубовые; срезающие стебли над поверхностью почвы — сегментный и дисковый пожи, пальцевый барабан с сегментным пожом; нарушающие связь растений с почвой за счет смещения корневой системы — сдвигающие корневую систему горизонтальные пластины, расположенные под углом к направлению движения машины, и вращающиеся квадратные штанги.

Не все рабочие органы применяются для уборки зернобобовых культур, поэтому на схеме показаны культуры, наиболее характерные для данных рабочих органов.

Теребильные ленточные и теребильно-колесные рабочие органы имеют существенный недостаток, заключающийся в том, что, воздействуя на растения в зоне расположения бобов, они повреждают их, и поэтому возникают большие потери урожая.

Дисковые режущие ножи с конусным битером на уборке фасоли работают удовлетворительно до тех пор, пока не затупится режущая кромка. В связи с этим диск или только режущую кромку изготовляют из твердой стали для повышения сопротивления абразивному действию почвы.

Пассивные подрезающие ножи удовлетворительно работают при условии хорошо заточенных режущих кромок. Залипание ножей происходит при влажности 10% и выше.

Штанговый рабочий орган работает неэффективно, часто обматывается растительной массой, глубина его хода непостоянна. На уборке фасоли также неудовлетворительно работает сегментный режущий аппарат. Забиваются стеблеподъемники, создавая большие потери зерна.

Рассмотрим технологические схемы машин для уборки гороха и способы механизации уборки.

Механизация уборки гороха затруднена прежде всего тем, что эта культура — стелющаяся, с высокой степенью полегания и спутанностью стеблей. Успех комплексной механизации производства гороха во многом зависит от условий его возделывания и уборки.

В некоторых хозяйствах для облегчения механизации уборки применяют смешанные посевы — высевают горох в смеси с поддерживающими культурами: овсом, белой горчицей и др. Однако смешанные посевы в большинстве случаев не достигают цели: при высокой норме высева поддерживающей культуры вытесняется основная, урожаем гороха бывает низким, а при пониженной норме высева растения гороха полегают вместе с поддерживающей культурой. Смешанные посевы гороха давали урожай значительно ниже чистых посевов. Таким образом, чистые посевы зернобобовых по сравнению со смешанными наиболее рентабельны. Однако к моменту созревания стебли гороха полегают, что не позволяет скашивать их обыкновенными косилками и жатками без соответствующего переоборудования рабочих органов.

Основной способ уборки гороха — отдельный, осуществляемый при помощи специальных жаток, переоборудованных сенокосилок и комбайнов с подборщиками.

Физико-механические свойства гороха определяют две схемы уборки. Первая схема предусматривает скашивание растений косилкой КС-2,1 с приспособлением ПБ-2,1 и устройством ПБА-4 или косилкой КЗН-2,1 с приспособлением ПБ-2,1 и устройством для сдваивания валков и обмолот валков комбайном СК-4 (рис. 2), а также скашивание жаткой ЖБН-3,5 с укладкой маesy в трапециевидные валки и обмолот их комбайном СК-4.

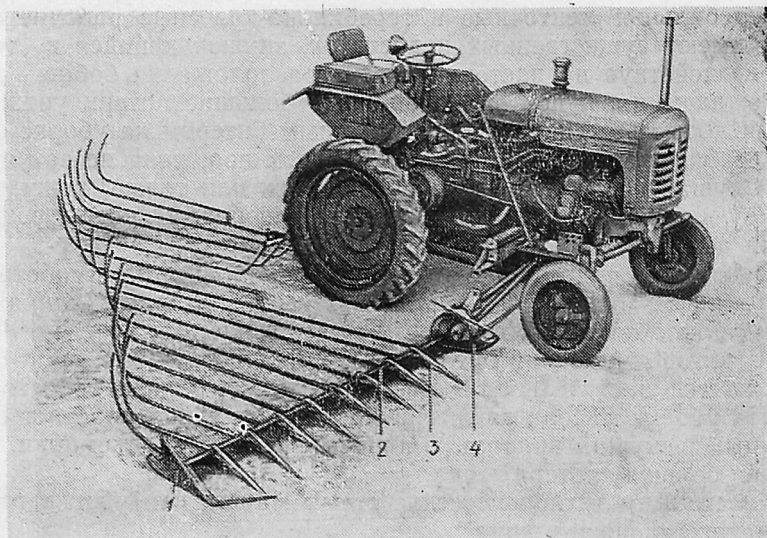


Рис. 2. Скашивание гороха косилкой КЗН-2,1 с приспособлением ПБ-2,1

1 — наружный башмак; 2 — режущий аппарат; 3 — стеблеподъемник; 4 — внутренний башмак

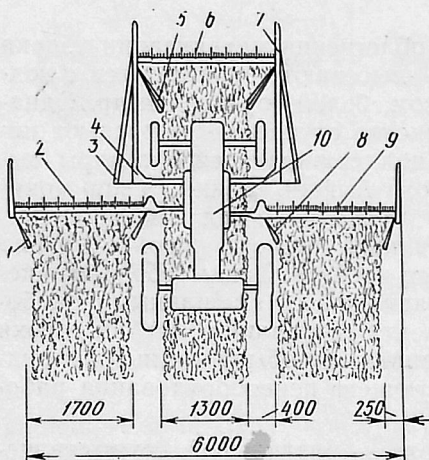


Рис. 3. Окашивание гороха врасстил косилкой КНУ-6 (фронтальным и правым брусом) и подбор валков комбайном СК-4 с широкозахватным подборщиком:

1, 5, 7, 8 — отводные доски; 2 — боковой левый режущий аппарат; 3 — отводной пруток; 4 — башмак; 6 — фронтальный режущий аппарат; 9 — боковой правый режущий аппарат; 10 — подвесная рама

Вторая схема (рис. 3) предусматривает скашивание гороха врасстил косилкой КНУ-6 (фронтальным и правым брусом) и подбор валков комбайном СК-4 с широкозахватным подборщиком.

1. Косилки

Косилки с приспособлением Б-2,1 (см. рис. 2) предназначены для скашивания и укладки в валки полеглых зернобобовых культур.

Приспособление может быть использовано с косилками КСХ-2,1 и КСД-2,1, навешенными на тракторы ДТ-12, ДТ-14Б или ДТ-20, а также с задненавесной косилкой КЗН-2,1.

Кроме этого, приспособление ПБ-2,1 может работать с косилкой КСП-2,1А, навешиваемой на самоходное шасси ДСШ-14 или ДСШ-16, а также

с прицепной косилкой К-2,1М — первой из агрегата, состоящего из трех косилок, присоединяемых к трактору. Косилка К-2,1М работает только с тракторами, имеющими раздельно-агрегатную гидросистему, при условии применения специального устройства, позволяющего осуществить гидравлический подъем режущего аппарата, используя выносной гидроцилиндр трактора.

Косилка КЗН-2,1 приспособлена для работы с тракторами ДТ-24, Т-28, Т-40 и «Беларусь» с задними навесными устройст-

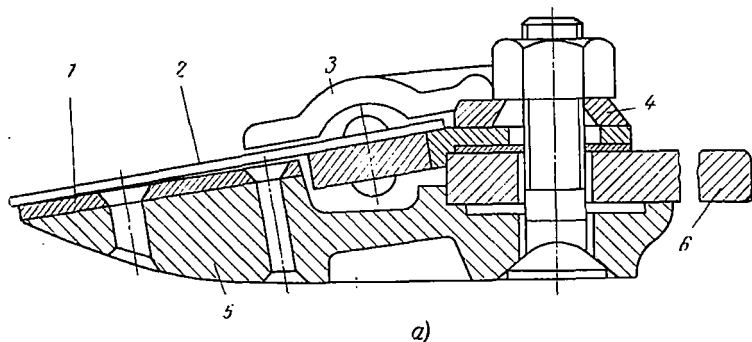
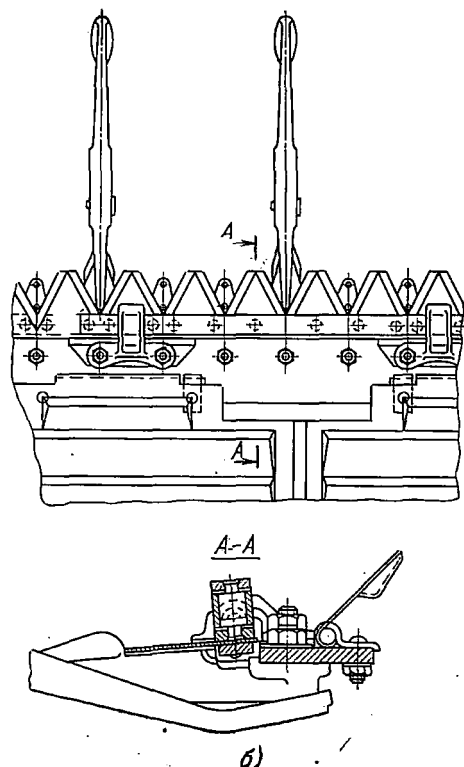


Рис. 4. Режущие аппараты:

a — с укороченными пальцами косилки КЗН-2,1; *б* — со стеблеподъемником жатки ЖБА-3,5; 1 — пластинка; 2 — сегмент; 3 — прижимная лапка; 4 — пластинка трения; 5 — носок; 6 — пальцевый брус



вами и оборудованными раздельно-агрегатной или единого агрегатной гидросистемой. Обслуживается она трактором.

Приспособление ПБ-2,1 к косилке имеет режущий аппарат нормального резания с одинарным пробегом ножа и со специальными укороченными и без верхнего пера пальцами (рис. 4 и 5). Основными деталями режущего аппарата являются пальцевый брус (рис. 4), башмаки — внутренний с подошвой и наружный с полевым делителем, пальцы с вкладышами, спинка пластины трения, прижимы, лифтеры и нож.

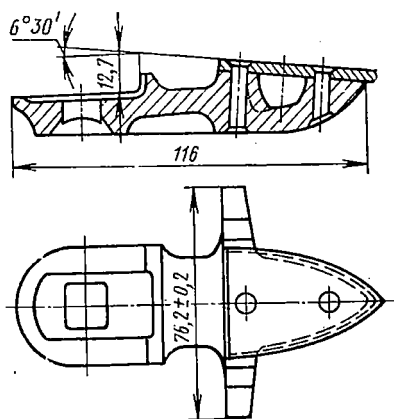


Рис. 5. Укороченный палец косилки с противорежущим сегментом

Пальцевый брус представляет собой стальную полосу переменного сечения. К нему болтами с потайными головками прикреплены 19 пальцев с приклепанными вкладышами, служащими упором при срезании стеблей, и восемь пальцев с приклепанными вкладышами для крепления лифтеров.

Чтобы приподнять полеглый травостой и направить его к режущему аппарату, на каждом третьем пальце установлен лифтер. Конусовидным колпачком лифтер надевается на палец, а болтом крепится к пальцевому брусу. Для копирования

рельефа почвы лифтеры имеют пружину, которая прижимает носик лифтера к земле. Величину опускания носика лифтера по отношению к плоскости опоры наружного и внутреннего башмаков регулируют болтом, имеющимся на лифтере.

Нож имеет обычные сегменты и совершает возвратно-поступательное движение. Задней частью головки и сегментов нож лежит на плоскостях трения, расположенных на пальцевом брусе, а передней частью — на вкладышах. Для нормальной работы косилки необходимо, чтобы сегменты ножа располагались в одной плоскости, а не были отогнуты. В собранном режущем аппарате передние концы сегментов ножа лежат на вкладышах пальцев (см. рис. 4, а). Стебли растений, попадающие между пальцами при движении косилки, прижимаются лезвиями сегментов к противорежущей кромке вкладышей и срезаются.

Во время работы нож стремится отойти назад к пальцевому брусу и спинкой прижимается к пластинкам трения. Чтобы сегменты ножа плотно прилегали к вкладышам пальцев, к пальцевому брусу прикреплены семь прижимов, которые не позволяют ножу подниматься вверх.

Во время работы косилки пальцевый брус скользит по полю на двух башмаках (внутреннем и наружном). На внутреннем башмаке укреплены подошва, пруток-предохранитель, передняя крышка и задняя направляющая головка ножа. К наружному башмаку прикреплен полевой делитель.

Подошва внутреннего башмака и кронштейн подошвы полевого делителя имеют отверстия, позволяющие установить пальцевый брус на различную высоту среза растений в зависимости от состояния поверхности почвы.

Полевой делитель раздвигает стебли и плотно прижимает их к земле. Лифтер расположен рядом с делителем, приподнимает

прижатые стебли растений и этим обеспечивает перерезание их и разделение скошенной массы от нескошенной.

К обоим башмакам режущего аппарата и к середине пальцевого бруса при помощи поперечной планки шарнирно прикреплена основная балкообразующая решетка. К поперечной планке прикреплены одиннадцать продольных стальных полос, свободные концы которых изогнуты по винтовой линии.

Решетка для сдвигания валков состоит из рамы для крепления ее на навесную систему трактора, кронштейнов и стальных полос. Кронштейны с решеткой для сдвигания валков при помощи гидроцилиндра или вручную могут занимать два положения — правое, составляя при этом продолжение основной валкообразующей решетки, и левое — когда между ними остается пространство для прохода валка с основной решетки.

Стебли, срезанные режущим аппаратом, вследствие движения косилки вперед и подпора массы, а также благодаря изогнутым концам планок поднимаются и сворачиваются в спиральный валок, который сходит с решетки в сторону скошенного поля между основной решеткой и решеткой для сдвигания, освобождая место для последующего прохода агрегата.

Решетка для сдвигания валков при первом прокосе занимает крайнее левое положение, при втором прокосе она переводится в крайнее правое положение, и валок с основной валкообразующей решетки поступает на решетку для сдвигания и сбрасывается рядом с первым валком. Далее процесс работы повторяется.

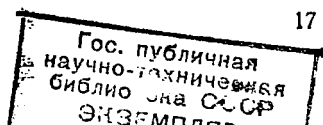
На движение срезанной массы по решетке влияет сцепление ее со стержней и почвой.

При повышенной влажности массы угол наклона концов планок по отношению к поверхности почвы немного уменьшают. На участках с ровным микрорельефом носки лифтеров плотно прикасаются к поверхности почвы.

Для высококачественной уборки при низком и ровном срезе требуется хорошая предпосевная подготовка почвы и высокое качество посева бобовых культур, в частности гороха. Однако при чрезмерной влажности стеблей гороха, например, в ранние утренние часы режущий аппарат приспособления забивается. Поэтому уборку гороха и других полеглых зернобобовых культур целесообразно производить в сухую погоду и после схода росы.

Важным условием нормальной работы приспособления является хорошая обтекаемость лифтеров и полос решетки. Необходимо следить за тем, чтобы рабочие поверхности их были во время работы гладкими.

Привод рабочих органов косилки осуществляется от вала отбора мощности трактора. При дальних переездах режущий аппарат устанавливают в вертикальное положение и закрепляют.



Валкообразующую решетку во избежание ее поломки снимают и перевозят отдельно.

Краткая техническая характеристика косилки КСХ-2,1 с приспособлением ПБ-2,1 следующая:

| | |
|---|-------|
| Ширина захвата в м | 2,1 |
| Шаг пальцев режущего аппарата в мм | 76,2 |
| Шаг лифтеров в мм | 228,6 |
| Габаритные размеры агрегата в мм: | |
| длина | 7400 |
| ширина | 5000 |
| высота | 1530 |
| Масса приспособления в кг | 78,5 |
| Производительность за 1 ч чистой работы в га | 1,03 |
| Высота среза в мм | 50 |
| Расстояние между каждой парой двойных валков в см | 215 |

При отсутствии гидравлических систем на тракторах горох убирают двумя косилками. Первая косилка имеет только одну основную решетку, прикрепленную к пальцевому брусу, а вторая — основную и дополнительную решетки для сдваивания валка. Горох на больших массивах или участках со сложной конфигурацией поля скашивают вкруговую.

Опыт работы передовых колхозов и совхозов показал целесообразность двухфазной уборки неравномерно созревающих зернобобовых культур. При этом уменьшаются потери урожая и улучшается качество зерна. Так, например, косилка с приспособлением ПБ-2,1, работавшая в одном из хозяйств, убрала 60 га чистых посевов гороха. Участки были ровные и, как правило, прикатанные после посева. Средняя длина растений на участках составляла 36—80 см, а степень полеглости в момент скашивания 0,31—0,79. Потери от несрезанных растений и подрезаемых бобов составили 0,4—2,1%. По сравнению с жатками ЖНБ-3,2 и ЖНУ-3,2 приспособление ПБ-2,1 имело лучшие как эксплуатационные, так и качественные показатели. Так, например, коэффициент надежности навесной косилки с приспособлением ПБ-2,1 был в 1,9—2 раза выше, чем у жаток ЖНУ-3,2.

Косилка успешно работала при влажности стеблей до 55%. Но эта же косилка при выпадении росы в ранние утренние часы работала неудовлетворительно. Хотя стандартные режущие аппараты приспособления ПБ-2,1 обеспечивали полный срез, скошенные стебли нависали и сгруживались на стеблеподъемниках, пальцевом брусе и валкообразователе. Это явление объясняется тем, что наружная поверхность стеблей вбирает влагу из воздуха и сила трения, возникающая при перемещении рабочих органов в среде влажных растений, увеличивается. Одновременно с этим скошенные стебли прилипают к рабочей поверхности материалов и валкообразователя.

Следовательно, такие рабочие органы, как лифтеры, решетка валкообразователя, стеблеподъемники, где возникают наибольшие силы трения для перемещения по ним растительной массы,

должны быть тщательно обработаны, а угол входа лифтеров в растительную массу должен быть наименьшим.

Стеблеподъемники (см. рис. 4, б), установленные на косилке, обеспечили подъем растений гороха при движении как под углом, так и поперек и против полеглости. Преимущество этих подъемников в отличие от других состоит в том, что угол вхождения не превышает $4-5^\circ$ и отсутствует верхнее перо (см. рис. 5).

Одним из недостатков работы косилок при малой урожайности гороха являлось раздувание валков ветром. При высокой урожайности валки получались непрерывными и хорошо скрученными с расстоянием между ними, достаточным для прохода комбайна с подборщиком. Эти валки лучше противостояли раздуванию ветром.

С повышением скорости движения машины снижались общие потери. Потери свободным зерном уменьшались на $0,77\%$, а срезанными бобами — на $1,33\%$. Объясняется это тем, что на повышенной скорости обеспечивается лучший подпор, однако при скорости машины $2,17$ м/с на $0,11\%$ повышались потери несрезанными стеблями, что характеризует недостаточную скорость ножа. Кроме этого, с повышением скорости движения машины уменьшались потери зеленой массы от высокого среза на $2,0-2,7\%$, уменьшалась толщина и ширина валка, увеличивался вес 1 м длины валка вследствие более энергичного закручивания и уплотнения массы в валке.

При двухфазном безвалковом способе уборки гороха используются косилки с фронтальным режущим аппаратом без валкообразующих устройств (см. рис. 3). При этом способе скошенная масса гороха остается на месте в прокосах, образуя полосы. Разостланная равномерным рыхлым слоем она быстро сохнет. Косить горох лучше всего в направлении против полегших стеблей или поперек них.

Для уборки гороха безвалковым способом косилки КНУ-6 оборудуют приспособлением ПБ-2,1. Трехбрусная косилка КНУ-6, агрегатируемая с тракторами ДТ-24, Т-28, МТЗ-5, МТЗ-2, МТЗ-5К, МТЗ-5М и др., имеет три режущих аппарата (см. рис. 3) — два боковых и один фронтальный. Подъем режущих аппаратов осуществляется при помощи гидросистемы трактора.

Косилка состоит из следующих основных узлов: фронтально-го б, правого 9 и левого 2 режущих аппаратов с тяговыми штангами, подвесной рамы 10, коленчатого вала, шатунов, фронтального и боковых аппаратов механизма привода от трактора и механизма подъема режущих аппаратов (см. рис. 3).

Фронтальный режущий аппарат крепится впереди трактора на специальной П-образной раме и состоит из пальцевого бруса, левого и правого башмаков (полосков), пальцев с противорежущими пластинками, пластинок трения, прижимов и ножа.

К пальцевому брусу 3 (рис. 6, а) при помощи болта с потай-

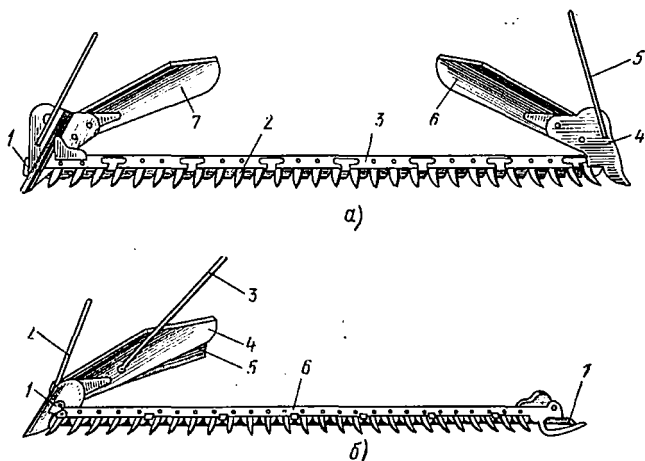


Рис. 6. Режущие аппараты косилки КНУ-6:
а — фронтальный; б — боковой

ными головками прикреплены 28 пальцев 2 с противорежущими пластинами.

Нож состоит из сварной головки 1, спинки и прикрепленных к ней сегментов. Пальцевый брус снабжен двумя башмаками 4, которыми он скользит по полю. К башмакам крепятся отводные прутки 5 и отвальные доски 6 и 7.

Правый башмак состоит из кронштейнов, носка и кожуха делителя. Кронштейн и носок закреплены на пальцевом брус. Прижим, укрепленный на носке, является направляющей ножевой головки. Стальные ползки служат для установки пальцевого бруса на различную высоту среза растений в зависимости от рельефа местности.

Фронтальный аппарат крепится к передним корпусам продольных труб рамы при помощи болтов. Приваренные к трубам фиксирующие планки предохраняют режущий аппарат от сползания во время работы. В передней и задней частях правой продольной трубы установлены подшипники скольжения, в которых вращается вал привода ножа фронтального режущего аппарата. На переднем конце вала закреплено коромысло. Ролик коромысла соприкасается с упорами резиновых вкладышей на ножевой головке. Коромысло имеет опорную пятку, которая прижимает ножевую головку и не позволяет ей подниматься вверх во время работы косилки.

На заднем конце продольного вала имеется второе коромысло, соединенное с шатуном привода фронтального аппарата. Правый и левый режущие аппараты имеют одинаковое устройство, но отдельные детали разной направленности (пальцевый брус, наружный и внутренний башмаки, полевую доску, нож, крышки ножевой головки и шарнир внутреннего башмака).

Правый режущий аппарат, показанный на рис. 6, б состоит

из пальцевого бруса с башмаками 7 и 1, пальцев 6, отводного прутка 2, шарнирно-отвальной доски 4 с палкой 3 и полозка 5.

Отвальные доски правого режущего аппарата длиннее отвальных досок фронтального аппарата и имеют более широкий ползок 5. Режущий аппарат присоединяется к раме косилки при помощи тяговой штанги и шпренгеля. Тяговая штанга крепится к раме шарнирно. На другом конце штанги крепится литой шарнир, к ушкам которого присоединяется внутренний башмак режущего аппарата. Шпренгель присоединяется шарнирно к переднему ушку шарнира и раме косилки. Длина шпренгеля регулируется при помощи литой головки с резьбой. Стойка, приваренная к тяговой штанге, имеет продолговатые отверстия. К этой стойке с одной стороны прилегает кронштейн шарнира с круглым отверстием, а с другой стороны — рифленый сектор с двумя шайбами.

Одна шайба неподвижно соединена со стойкой и тоже имеет продолговатое отверстие, другая — имеет круглое отверстие и соединяется с первой при помощи рифленой поверхности.

В заднем ушке шарнира 2 (рис. 7) внутреннего башмака закреплена эксцентриковая втулка 1 при помощи болта 4. При помощи этой втулки регулируется выдвигание вперед наружного конца пальцевого бруса и установка ножа на одной линии с шатуном в случае ослаб-

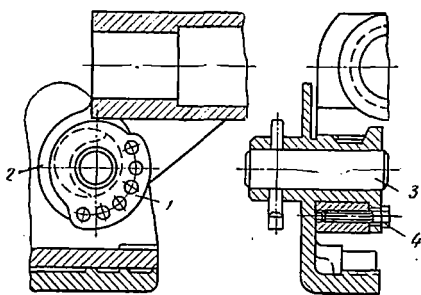


Рис. 7. Эксцентрик регулировки положения пальцевого бруса

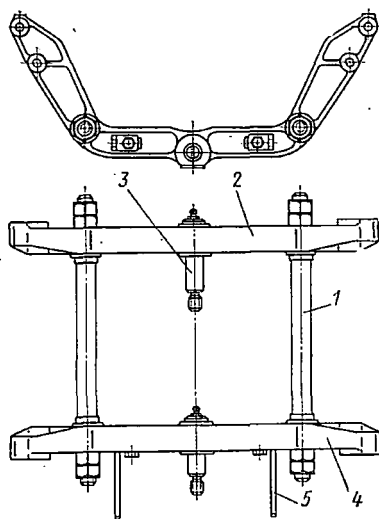


Рис. 8. Кронштейн подвески косилки КНУ-6

ления шарнира тяговой штанги и износа цапфы 3. Рама косилки состоит из правого и левого брусьев, кронштейна подвески и подвесной части. Брусья изготовлены из прямоугольных стальных труб. К ним приварены ушки для крепления гидроцилиндров.

На рис. 8 показан кронштейн подвески (в комплекте). Боковины 2 и 4, изготовленные из ковкого чугуна, соединены между

собой стальными стяжками 1. Полосы 5 крепят кожух карданной передачи. Нижняя часть рамы косилки подвешена на осях 3, которые запрессованы в боковины кронштейна подвески.

Коленчатый вал (рис. 9) привода режущих аппаратов установлен в двух сферических шарикоподшипниках, корпуса которых прикреплены к подвесной раме при помощи четырех болтов. Два колена 1 и 4 соединены при помощи щеки 3.

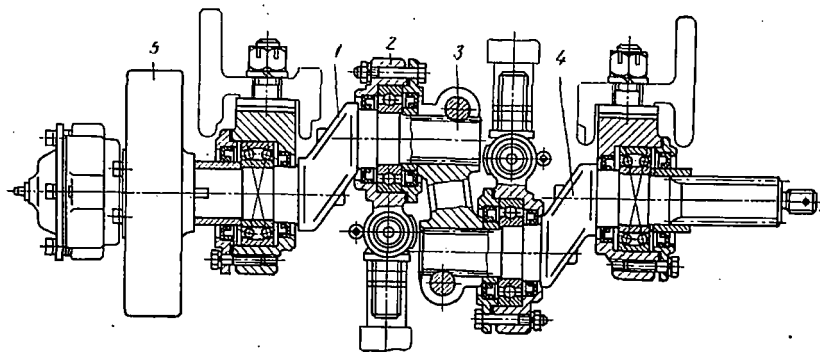


Рис. 9. Коленчатый вал привода аппаратов косилки КНУ-6

Головки 2 шатунов боковых режущих аппаратов установлены на средних шейках коленчатого вала в однорядных шарикоподшипниках. На переднем конце коленчатого вала укреплен эксцентрик 5 с осью, на которой установлена головка шатуна фронтального аппарата. Шатун состоит из цилиндрической трубы, в концы которой сварены втулки с резьбой. При помощи втулки средняя часть шатуна соединяется с державкой верхней головки. Во втулку ввертывается стальной корпус нижней головки шатуна, при помощи которой регулируют длину шатуна.

Все три шатуна имеют одинаковое устройство. Привод коленчатого вала осуществляется от ВОМ трактора при помощи специальной передачи. В эту передачу входит насадок на вал привода, цепная передача и карданная передача с предохранительной муфтой. Корпус насадка крепится к корпусу заднего моста трактора четырьмя болтами. Корпус цепной передачи прикреплен к сальниковой крышке также болтами.

Ведущая звездочка закреплена на шлицевой части вала насадка, а ведомая установлена на эксцентриковой оси в радиальный шарикоподшипник. При помощи эксцентриковой оси регулируют натяжение цепи. Вилка карданной передачи прикреплена к ведомой звездочке, а вторая вилка свободно насажена на вал предохранительной храповой муфты. На шлицевой конец этого вала насажена втулка трубы второго карданного шарнира, соединенного неподвижно с задним концом коленчатого вала.

Техническая характеристика косилки КНУ-6 следующая:

| | | |
|--|---------|-----------|
| Ширина захвата в м | 6,0 | |
| Высота среза (средняя) в мм | 60 | |
| Расстояние между пальцами режущего аппарата в мм | 76,2 | |
| Потребная мощность в л. с. | До 12 | |
| Частота вращения коленчатого вала в минуту | 720—745 | |
| Транспортный просвет в мм | 170 | |
| Габаритные размеры с трактором в мм: в рабочем | | в транс- |
| | | портном |
| | | положении |
| длина | 4900 | 4900 |
| ширина | 6100 | 2300 |
| высота | 2300 | 2500 |
| Масса косилки в кг | | ~600 |

В тяжелых условиях работы при повышенной влажности гороха применяется приспособление к однобрусным косилкам. Оно состоит из режущего аппарата 5 (рис. 10), на пальцах которого вместо противорежущих пластин наклепаны сегменты с насечками, стеблеподъемников 1, полевого делителя 2 с дополнительным грузом массой 6—8 кг для лучшего прижима полеглых растений, двустороннего решетчатого валкообразователя 3, изготовленного из длинных полос с загнутыми концами, и центрального пружинного подъемника 4 в виде треугольника, прикрепленного передним концом к пальцевому брусу косилки.

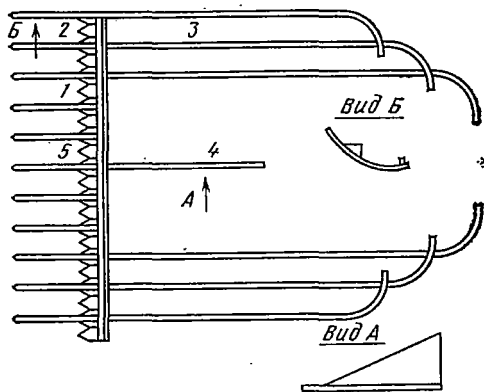


Рис. 10. Приспособление к косилке для уборки увлажненного гороха

Треугольный подъемник 4 поднимает за середину стебля скошенное растение, а загнутым концом валкообразователя приваливает к приподнятому стеблю с двух сторон рыхлую массу. Длинные полосы валкообразователя обеспечивают необходимое сцепление растений со стержней и их оборачивание на загнутых концах полос при укладке в валок.

Валки, как показали опыты, получаются компактные и устойчивые, масса в них просыхает быстро. Однобрусные косилки хорошо работают на небольших с неровным рельефом полях, которые преобладают в нечерноземной зоне страны.

Косилки КЗН-2,1 и КСХ-2,1, кроме приспособлений ПБ-2,1, оборудуются приспособлением ПГР-2,1, которое отличается тем, что у него отсутствует валкообразующая решетка, а для получения прокоса используется дополнительная обжимная доска.

Колею колес трактора ДТ-20 или шасси ДВСШ-16 при этом расширяют до 1800 мм, для того чтобы колеса проходили между прокосами, а масса, скошенная врасстил, лучше просыхала.

При уборке косилкой врасстил производительность труда повышается, прямые издержки и затраты энергии уменьшаются по сравнению с этими же показателями при уборке жаткой в валки.

В первые дни уборки, когда влажность стеблей высокая (более 30—35%), производительность машины при косовом врасстиле значительно выше, чем при использовании косилки с валкообразующими решетками. При любом способе уборки зернобобовых культур очень важно своевременно подготовить поле. Необходимо очистить поле от камней и других предметов, тщательно выровнять поверхности. При скашивании гороха необходимо делать валки одинаковой ширины и толщины без разрывов. Растения, спирально закрученные (при помощи прутковых валкообразователей) в валок, меньше теряют зерна во время сушки и при подборе, так как бобы находятся внутри валка.

Для обеспечения надежной работы режущих аппаратов необходимо соблюдать следующие технические условия.

Угол заточки сегментов должен быть равен 19° . Шаг насечки сегментов ножей жатки выбирают равным 1—1,2 мм, а ножей косилок — 0,2 мм.

Для нормальной работы косилки сегменты (рис. 11) в передней части должны соприкасаться с противорежущими пластинами

(вкладышами) пальцев, а в задней части сегментов должен быть зазор 0,5—1,0 мм. Такое расположение сегментов достигается путем подрихтовки. Прижимы ножа должны касаться сегментов.

Если между вкладышами и концами сегментов или между прижимами и сегментами будут зазоры, то в процессе работы режущий аппарат будет забиваться травой, потребуются большие усилия для среза, что может привести к поломке ножа. После рихтовки пальцев и прижимов все крепежные болты затягивают до отказа.

В крайних положениях шатуна середины сегментов ножа не должны доходить до середины пальцев на 3 мм. Это достигается изменением длины шатуна путем вращения нижней его головки. Шатун разъединяют с ножом, устанавливают середины левого

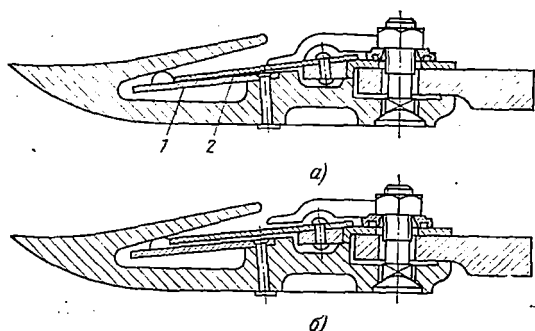


Рис. 11. Положение сегментов ножа режущего аппарата:

a — правильное; *b* — неправильное; 1 — сегмент; 2 — противорежущая пластина

крайнего сегмента ножа на 3 мм влево от середины левого крайнего пальца режущего аппарата, ослабляют затяжку контргайки, устанавливают шатун в правое крайнее положение и вращают нижнюю головку шатуна в нужную сторону до тех пор, пока палец этой головки не войдет в отверстие ножевой головки. В левом крайнем положении шатуна середины сегментов ножа по отношению к серединам пальцев режущего аппарата после этой регулировки будут иметь недобег 3 мм.

Перебег ножа в сторону наружного башмака не допускается, так как в этом случае при постановке режущего аппарата в транспортное (вертикальное) положение шатун встанет враспор.

Если почва неровная, то пальцы режущего аппарата могут врезаться в землю. Во избежание этого следует режущий аппарат наклонить назад. При полеглом травостое режущий аппарат необходимо наклонить вперед, чтобы пальцы не приминали траву, а, заглубляясь в полеглую массу, поднимали ее.

Давление башмаков на землю регулируется натяжением компенсационных пружин. Для внутренних башмаков боковых режущих аппаратов это давление должно быть в пределах 25—35 кгс/см², а для наружных фронтальных режущих аппаратов 10—20 кгс/см². Башмаки фронтального аппарата должны оказывать одинаковое давление на землю.

Высота расположения ножей режущих аппаратов над землей регулируется перестановкой подошв башмаков в зависимости от рельефа местности и необходимой высоты среза.

Перед началом работы необходимо тщательно смазать все трущиеся части косилки. При смазке косилки в первый раз следует предварительно очистить от краски отверстия в пресс-масленках. Через каждые 2 ч работы косилки необходимо смазывать подшипники вала и ролик коромысла ножа фронтального аппарата, подшипники шарниров головок шатунов и шарниров карданной передачи. Остальные трущиеся поверхности смазываются после каждой смены.

Не рекомендуется смазывать ножи при работе косилок на песчаных грунтах и заливных лугах с илистыми или песчаными насосами. Песок, смешиваясь с маслом, будет задерживаться на деталях, и попадая между трущимися частями этих деталей, увеличит их износ. Перед началом работы косилку следует прокрутить на месте вхолостую.

Во избежание несчастных случаев при работе с косилкой необходимо соблюдать основные правила техники безопасности.

2. Жатки

Для раздельной уборки гороха промышленность, кроме приспособлений ПБ-2,1 к косилкам КСХ-2,1 и др. выпускает жатку ЖБА-3,5.

Жатка ЖБА-3,5 предназначена для раздельной уборки бобовых культур, полеглых хлебов и других культур. Она агрегати-

руется с тракторами Т-28 и МТЗ-5М, на которые навешивается сзади.

Жатка (рис. 12 и 13) состоит из платформы 1 с ветровым щитом, плавающего режущего аппарата 2 со стеблеподъемниками 3, эксцентрикового мотовила 5 с пружинными пальцами 6, прорезиненного транспортера 4, навески 8, ВОМ 7—8.

Платформа жатки крепится шарнирно к кожухам полуосей заднего моста трактора и уравнивается блоком пружин.

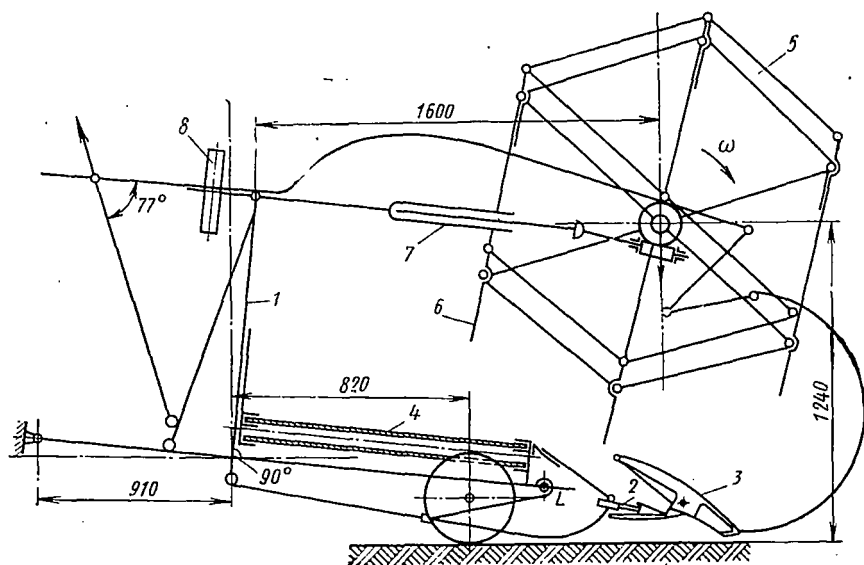


Рис. 12. Зернобобовая жатка ЖБА-3,5

При работе она опирается на два металлических катка, регулируемых по высоте. Система навески позволяет платформе свободно копировать рельеф поля в продольном и поперечном направлениях.

Плавающий режущий аппарат 2 (см. рис. 12) жатки с шарнирными стеблеподъемниками, установленный на четырех копирующих полозках, обеспечивает низкий равномерный срез полеглых спутанных стеблей.

Продольное разделение стеблевой массы производится двумя дугообразными полевыми делителями прижимного действия, установленными по краям режущего аппарата. Сброс срезанной массы в валок осуществляется полотняно-планчатый транспортером 4 из прорезиненной ткани.

Режущий аппарат с шарнирными стеблеподъемниками и решеткой размещается на четырех копирующих полозках, которые сзади соединены с корпусом, а впереди подвешены на плоских или спиральных пружинах. При работе полозки регулируются

хомутами. Высота среза изменяется в результате перестановки крепления заднего шарнира, копирующего ползка и наклона режущего аппарата.

Жатка ЖБА-3,5 имеет шестилопастное эксцентриковое мотовило с пружинными зубьями и регулируемым наклоном граблин, которое при уборке полеглых культур в несколько раз сокращает потери, уменьшает забивание режущего аппарата, дает более низкий срез и выровненную стерню, обеспечивает более

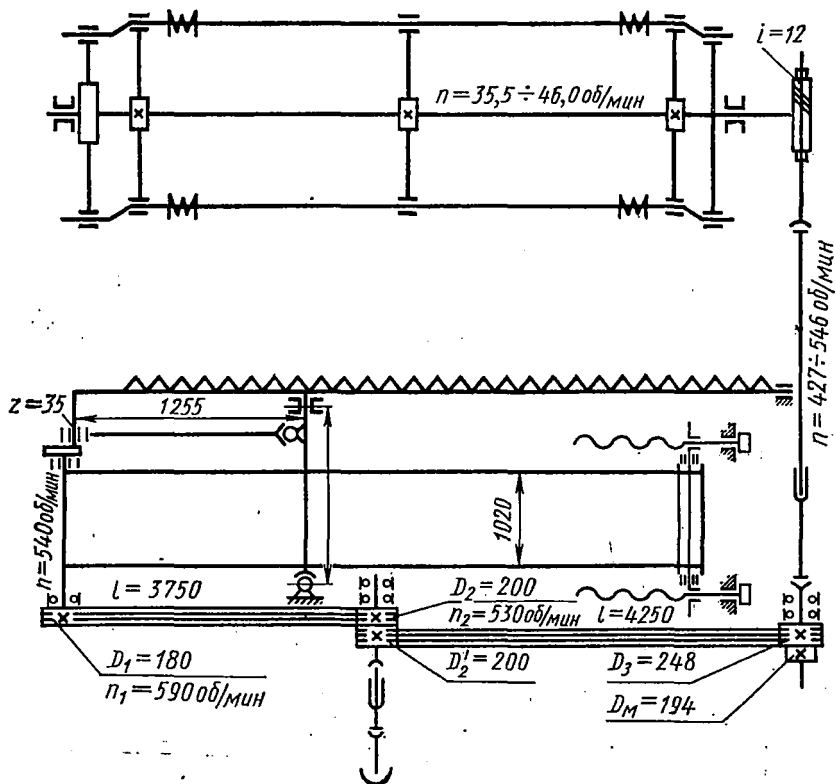


Рис. 13. Кинематическая схема жатки ЖБА-3,5

равномерную подачу массы на транспортер для формирования валка.

Мотовило, подводя стебли к режущему аппарату, удерживает их в период среза и затем передает их на полотняный поперечный транспортер для формирования валка.

Эксцентриковое или параллелограмное мотовило (рис. 14) состоит из вала 1, лучей 8, обоймы и труб 2 с пружинными пальцами 3.

Трубы смонтированы в подшипниках лучей (шарнир 4) и кривошипом шарнирно (шарнир 5) связаны с лучами 6 кольцевой обоймой. Луч 8 вращается относительно шарнира 7, луч 6 — относительно шарнира 9. Расстояние между шарнирами 7 и 9 равно длине части звена 4—5. Таким образом, лучи 8 и 6, кривошип 4—5, трубы и неподвижное звено образуют параллелограммный механизм. При вращении вала сохраняется параллельность звеньев 7—4—9—5 и 7—9—4—5. Так как звено 7—9 не изменяет своего положения, то звено 4—5 в процессе движе-

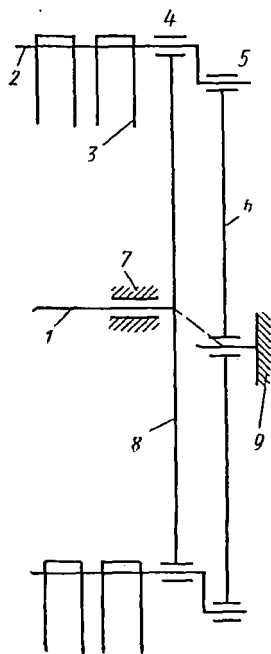


Рис. 14. Схема параллелограммного мотовила

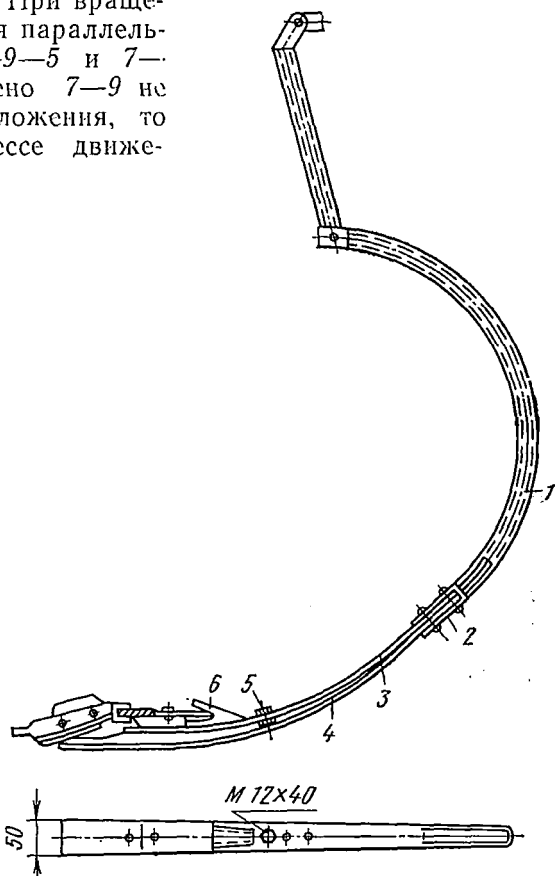


Рис. 15. Модернизированный полевой делитель

ния остается параллельным самому себе, т. е. совершает круговое поступательное движение. Так же движутся и пальцы или планки, жестко соединенные со звеном 4—5 (с трубой). Угол наклона пальцев регулируется за счет изменения положения оси, чем достигается оптимальная настройка мотовила в работе при разном состоянии стеблестоя.

Планка мотовила совершает сложное движение: переносное вместе с машиной со скоростью v и относительное с угловой скоростью ω . При хорошей, ровной поверхности почвы, правильной регулировке и эксплуатации достигается высокая производительность этих машин при незначительных потерях семян.

Опыты показали, что жатки ЖБА-3,5 лучше работают при скорости движения трактора 4,5—6,5 км/ч. При повышенной скорости масса создает необходимый для нормального резания подпор.

В настоящее время промышленность выпускает специальное приспособление для навески жаток ЖБА-3,5 на самоходные комбайны. Такой агрегат более производителен, чем жатка, навешенная на трактор. Благодаря улучшению управления жаткой, лучшей обзорности ее режущего аппарата и выбору оптимальной скорости движения производительность агрегата увеличилась.

Для улучшения работы жатки хвостовую часть стеблеподъемника обрезают, а к задней вертикальной плоскости корпуса с помощью регулировочного болта крепят планку, которая имеет прорезь и два ушка. Пластина шарнирно соединяется штифтом с ушком направляющей планки, которая служит хвостовиком и частью переходной решетки. Конец пластинки опирается на скатный щиток платформы жатки.

Такая конструкция стеблеподъемника содействует плавному переходу массы и устраняет забивание. Чтобы устранить забивание и поломки полевого делителя, к отрезной трубе 1 (рис. 15) делителя через переходную деталь 2 крепят на заклепках две рессорные пружины 3 и 4 сечением 50×6 мм. Верхнюю пружину надевают на палец режущего аппарата при помощи наконечника 6 и прикрепляют к пальцевому брусу двумя болтами 5.

Нижняя пружина служит опорным ползком делителя. Упругость его регулируется болтом 5. На неровном рельефе расстояние от пальцевого бруса до ползка увеличивают, чтобы был постоянным прижим массы растений к поверхности почвы. Производительность жатки ЖБА-3,5 с модернизированными стеблеподъемниками и полевыми делителями увеличилась на 15—20%.

Качество и надежность работы жатки ЖБА-3,5 зависят от регулировки ее рабочих органов. Особенно хорошо должны быть отрегулированы режущий аппарат, положение сегментов ножа относительно пальцев бруса, зазор между прижимами и спинкой ножа, высота режущего аппарата над поверхностью почвы, угол наклона режущего аппарата, давление ползков режущего аппарата на почву, натяжение транспортных тяг и транспортера платформы, степень зажима кулаков головки ножа и носков водила, а также плотность шарового соединения щечек шатуна с шаровой головкой, положение мотовила относительно режуще-

го аппарата и наклон граблин, натяжение приводных ремней и уравнивающих пружин.

Зазор между прижимами и спиной ножа не более 0,5 мм устанавливают при помощи регулировочных прокладок. Оси симметрии сегментов в крайних положениях должны совпадать с осями симметрии вкладышей пальцев. Регулировку производят тягой. Нож режущего аппарата должен легко двигаться в направляющих и прилегать к сегментам и вкладышам по всей длине. Положение его проверяют поворотом квадратного вала шарнирной передачи. Перед этим вал отбора мощности отключают, а двигатель заглушают.

Наклон режущего аппарата регулируют поворотом кронштейна полозка относительно переднего болта, так, чтобы стеблеподъемники хорошо копировали поверхность почвы, не пропускали полегшие стебли и не зарывались в почву.

Давление полозков режущего аппарата на грунт регулируют хомутами, передвигая их ударами до нормально ослабленного состояния цепи подвески.

Транспортные тяги навесной системы регулируют раскосами и перестановкой на шлицах поворотных рычагов, чтобы они не могли препятствовать жатке копировать поверхность почвы. При полностью опущенной жатке раскосы с соединительными тягами должны провисать, а при поднятой жатке ее рама (передний лонжерон) должна быть выше уровня почвы на 850 мм.

Транспортер платформы регулируют натяжными винтами. После предварительного натяжения его прокручивают при малой частоте вращения и следят, нет ли пробуксовки и перекосов. Если же они появляются, регулировку повторяют.

Уравнивающие пружины регулируют винтами. Нормальное усилие при подъеме жатки за передний брус должно быть в пределах 60 кгс. Приводные ремни натягивают перемещением шкивов. Правильность натяжения ремня привода мотопила проверяют, проворачивая лопасти вручную, прикладывая усилие 40 кгс. Ремень при этом должен проскальзывать.

В поле при опробовании жатки дополнительно регулируют уравнивающие пружины, вынос и частоту вращения мотопила, наклон грабель, степень зажима головки ножа и носков водила, шаровое соединение щек шатуна с шаровой головкой поводка, угол наклона пальцев режущего аппарата.

Мотопила жатки при уборке зернобобовых регулируют так же, как для скашивания колосовых культур, по высоте расположения над режущим аппаратом, по выносу вперед, наклону пальцев граблин и частоте вращения.

При скашивании сильно полегших, спутанных стеблей мотопила должно быть опущено как можно ниже над режущим аппаратом, меньше вынесено вперед, угол наклона пальцев граблин и частота вращения мотопила в этом случае должны быть наибольшими.

Мотовило по высоте устанавливают натяжными винтами, расположенными на хвостовой части его поддержек. Вынос мотовила вперед регулируют перемещением ползунов на поддержках, наклон пальцев граблин — поворотом эксцентрика мотовила, изменение скорости вращения мотовила — перестановкой ремня контрпривода. Все это делают одновременно, до тех пор, пока мотовило не начнет подводить стебли к режущему аппарату и подавать их на транспортер платформы. При этом мотовило не должно наматывать стебли или преждевременно сбрасывать их с пальцев, прогибать несложные стебли граблями. Пальцы должны подхватывать стебли примерно на одной трети длины стеблеподъемников, считая от носка, и двигаться параллельно их корпусам, не задевая переходной решетки и переднего щита. Уравновешивающие пружины служат для плотного прилегания полозка делителя к поверхности почвы, не допуская зарывания в землю полозков режущего аппарата.

При переходе на другой участок с иным состоянием стеблестоя жатку регулируют снова в соответствии с условиями работы. Во время скашивания наблюдают за качеством работы механизмов и рабочих органов жатки и вовремя устраняют неполадки. На поворотах платформу жатки поднимают до полного отделения стеблеподъемников от почвы.

Сравнивая двухфазный безвалковый способ уборки гороха переоборудованной сенокосилкой КНУ-6 и комбайном СК-4 с уширенным подборщиком с двухфазным валковым способом, можно сделать следующие выводы.

Двухфазный безвалковый способ уборки гороха позволяет применять более производительные и менее сложные машины (косилка КНУ-6, КЗН-2,1 и др.), чем при скашивании и укладке гороха в валки (жатка ЖБА-3,5, а также косилки с приспособлением для укладки в валки).

Благодаря применению механизированных косилок уборку гороха начинают в более ранние агротехнические сроки. Скошенная врасстил масса гороха обладает более высокой стойкостью против раздувания ветром и сохнет быстрее, чем в валках.

Производительность косилки КЗН-2,1, переоборудованной для уборки гороха врасстил, на 21,5% выше производительности той же косилки при скашивании его в валки, а затраты труда и прямые издержки соответственно ниже в 1,25—1,15 раза.

Двухфазный безвалковый способ уборки, а также уборочные средства, применяемые при этом, являются перспективными и экономически выгодными для районов восточной и западной Сибири, Казахстана и других сходных с ними по климатическим условиям зон.

При скашивании гороха врасстил косилкой КНУ-6 (фронтальным и правым брусом) и подборе валков комбайном СК-4 с широкозахватным подборщиком наименьшие общие потери со-

ставили 9,3%, а жаткой ЖБА-3,5 и комбайном СК-4 9,7% урожая.

Особенно увеличиваются потери при валковом способе (в 2—3 раза), если уборка производится с опозданием, а при скашивании гороха врасстил потери остаются в указанных выше пределах. Наиболее быстро и равномерно подсыхает срезанная масса в полосах расстила, так как в этом случае создаются наилучшие условия для ее равномерного проветривания, что важно при дождливой погоде. После скашивания врасстил полосы гороха меньше перемешиваются ветром по полю, и при скорости 8 м/с масса продолжает оставаться на месте.

После дозревания и подсыхания бобов полосы гороха подбирают и обмолачивают самоходным комбайном СК-4 с уширенным подборщиком. При этом подаваемая в комбайн масса гороха равномерно поступает в приемную камеру, что обеспечивает плавную работу молотильного и сепарирующего аппаратов.

Указанная технология намного упрощает механизацию уборки гороха, позволяет срезать его в стадии восковой спелости независимо от наличия на поле зеленых, недоспевших куртин. Двухфазный безвалковый способ уборки по сравнению с валковым в 2—3 раза сокращает разрыв во времени между срезом и обмолотом, практически устраняет потери зерна.

3. Машины для уборки гороха

Машины для уборки гороха сочетают теребление с подрезанием растений. Такие машины универсальны и пригодны для уборки как высокоурожайного длинностебельного, так и низкостебельного, изреженного и засоренного гороха, а также различных зернобобовых смесей и семенников трав.

Модернизированная жатка ЖБА-3,5 наряду с мотовилом и «плавающим» режущим аппаратом снабжена также барабанным подборщиком, работающим с обычным режущим аппаратом. В зависимости от условий работы можно использовать жатку с мотовилом или с теребильным аппаратом. Испытания жатки ЖБА-3,5 с теребильным аппаратом показали целесообразность такого переоборудования. Потери зерна при уборке гороха переоборудованной жаткой составляли 2,4—6,7%, а высота среза 4—11 см, в зависимости от направления движения машины относительно полеглости стеблей. При тереблении валки получаются более рыхлые, равномерно и хорошо продуваются. При работе на каменистых почвах режущие аппараты снимают.

На качество чистого подбора при уборке зернобобовых культур влияет работа подборщиков. Опыты показали, что лучшие результаты при подборе валков дают подборщики полотняно-планчатого типа, например транспортерный плавающий подборщик ПТП-2,4Б, монтируемый на жатке комбайна. Чистота под-

бора гороха достигает 99,4% при потерях свободным зерном 0,6% вместо 1,8% при подборе подборщиком ПНУ-2,4.

Для уборки гороха применяются также машины с обрывающе-режущими аппаратами. Приспособление для выдергивания растений является основным рабочим органом этой машины и состоит из барабана с убирающимися внутрь него пальцами. Пальцы крепятся внутри барабана на валу, установленном эксцентрично по отношению к оси симметрии барабана. Барабан вместе с пальцами приводится во вращательное движение, при этом пальцы поднимают растения над барабаном.

Полевой делитель машины состоит из дискового ножа, который вращается со скоростью, превышающей скорость движения машины. Диск углубляется в почву на 4—6 см и подрезает растения, которые затем выдергиваются.

Технологический процесс, выполняемый машиной, сводится к следующему. Во время работы пальцы подводят под растения, приподнимают их и направляют к продольному транспортеру. При этом происходит отрыв стеблей от почвы. Продольный транспортер направляет растения с барабана-выдергивателя к поперечному транспортеру. С этого транспортера растения падают на землю в виде непрерывного суженного вала. По этому принципу работают машины МГУ-2,1, ЖНТ-2,1, ГТМ-3,5 и др.

В Румынии для уборки и укладки в валки стеблей гороха создана уборочная машина ММ-2,2, которая выдергивает стебли гороха без механических повреждений. Машина состоит из приспособления для выдергивания, ротационного делителя, продольного и поперечного транспортеров, карданной передачи, регулирующего механизма и рамы с ходовыми колесами.

4. Машина ФА-4 для уборки фасоли

Фасоль убирают двумя способами: отдельным и при помощи комбайнов. При отдельном способе скошенные стебли оставляют в валках для подсыхания. Бобы фасоли располагаются очень низко над поверхностью почвы и при уборке обычными жатками имеются большие потери, поэтому низкое резание можно производить специальными косилками, которые также приспособлены и для уборки гороха.

При любом способе уборки нельзя допускать пересыхания и растрескивания бобов в валках.

Частота вращения молотильного барабана комбайнов составляет 350—500 об/мин. У подбарабанья оставляют только два ряда задних зубьев и устанавливают его так, чтобы не было дробления семян фасоли. Зерно после обмолота очищают, сортируют и просушивают.

Технологические схемы машин, их рабочие органы и конструкция обусловлены физико-механическими свойствами фасоли и агротехническими требованиями, предъявляемыми к фасоле-

уборочным машинам. Так, например, потери зерна при тереблении (подрезании) и укладке растей в валок допускаются не более 3%; при подборе и обмолоте валков — не более 3%, в том числе при подборе — не более 1%; чистота зерна в бункере должна быть не менее 93%, а дробление зерна не должно превышать 3%.

Фасолеуборочная машина ФА-4 теребит растения фасоли и укладывает их в валки для последующего обмолота комбайнами, приспособленными для обмолота зернобобовых культур.

Машина состоит из теребильного аппарата и подборщика, которые навешены на трактор ДТ-20 (рис. 16). Теребильный аппа-

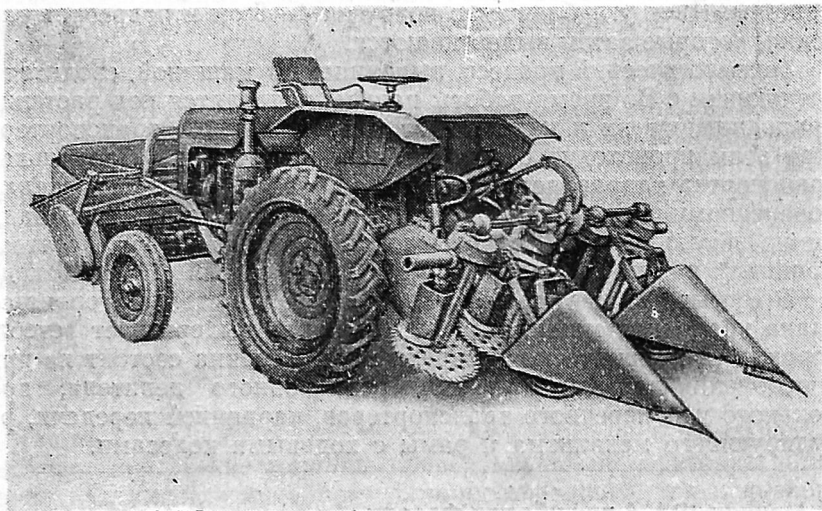


Рис. 16. Фасолеуборочная машина ФА-4

рат имеет трехточечную схему навески. Подборщик навешивается впереди трактора, привод его механизмов осуществляется от вала привода через конический редуктор и карданный вал. В нерабочее положение теребилка и подборщик поднимаются гидравлической системой трактора.

Агрегат, состоящий из теребильного аппарата, трактора и подборщика, движется задним (реверсивным) ходом со скоростью 5 км/ч (на I передаче трактора). Управляет агрегатом один человек.

Теребильный четырехрядный аппарат (рис. 17) имеет теребильные диски, опорные колеса с делителями, главный редуктор и валкообразующие щитки. Рабочими органами теребильного аппарата являются теребильные диски. Во время работы они заглубляются на 2—3 см в почву и теребят фасоль. Вытеребленные стебли снимаются очистительными дисками и отбойными

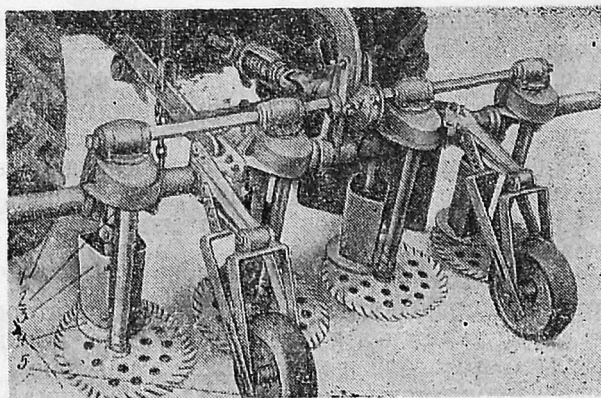


Рис. 17. Теревильный аппарат ФА-4:

1 — ведущий вал; 2 — ось теревильного диска; 3 — отбойный битер; 4 — очистительный диск; 5 — колесо

битами. Опорные колеса служат для копирования рельефа почвы и изменения величины заглабления теревильных дисков.

Подбирающая часть машины состоит из барабанного подборщика с прячущимися пальцами, продольного и поперечного

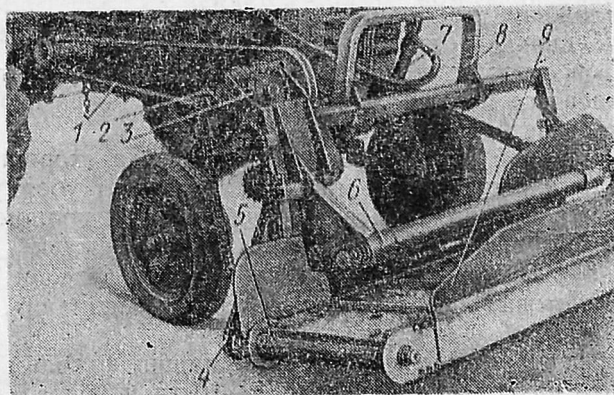


Рис. 18. Подборщик с поперечным транспортом-укладчиком:

1 — клиновой ремень; 2 — цепная передача; 3 — коническая передача; 4 — ведомый вал поперечного транспортера; 5 — поперечный транспортер; 6 — продольный транспортер; 7 — подъемный механизм; 8 — рама; 9 — щит

транспортеров с приводами (рис. 18). Поперечный транспортер крепится к раме. Для направления вытеребленной массы к поперечному транспортеру установлены щиты.

Технологический процесс уборки фасоли протекает следующим образом. Первый проход фасолеуборочный агрегат делает

с поднятой подбирающей частью, двигаясь задним ходом вдоль рядков посева. Теревильные диски, вращаясь с окружной скоростью 3 м/с, захватывают зубьями стебли фасоли. Диски с зубьями установлены наклонно по ходу машины. Их передние кромки заглубляются на 2—3 см в землю. Стебли фасоли защемляются в пазах между зубьями дисков и выдергиваются из земли. Очистительные диски выталкивают вытеребленные стебли из пазов теревильных дисков и укладывают в ленту между колесами трактора.

При первом проходе агрегата подборщик в работе не участвует и находится в транспортном положении. При втором проходе агрегата он опускается в рабочее положение, подбирает вытеребленные стебли фасоли и укладывает их на ленту предыдущего прохода. Получается сдвоенный валок. Машина может образовывать валок и после трех проходов. За 1 ч чистой работы машина убирает 0,9 га.

Регулировка машины ФА-4 состоит в следующем. Для нормального теребления диски теревильного аппарата устанавливают относительно поверхности почвы под углом 25°. Чтобы очистительные диски плотно прижимались к теревильным дискам, высоту пружин регулируют в пределах 70 мм ($P=10\div 12$ кгс).

На выровненных полях с плстной почвой подборщик устанавливают на опорные ползки, на неровных полях с мягкой почвой положение подборщика регулируют опорными винтами. Положение пальцев барабана подборщика регулируют поворотом рычагов с последующей их фиксацией. При работе пальцы должны касаться поверхности поля, если же почва неровная, то заглубляться не более чем на 1—1,5 см.

Для машинной уборки фасоли необходима хорошая подготовка почвы и регулировка машины. Начинают уборку фасоли, не дожидаясь полного созревания бобов. При полном созревании фасоль убирают рано угром или поздно вечером.

Машина ФА-4 предназначена для уборки фасоли главным образом кустовых сортов, таких как «Санлан», «Сакс», «Триумф» и др.

Для эффективного использования машин фасоль выгодней возделывать на полях площадью 5—10 га и более. Опыт показывает, что для нормальной окупаемости машин хозяйства должны иметь не менее 50 га фасоли на каждую фасолеуборочную машину.

III. Рабочие органы

1. Ленточные теребильные аппараты

При тереблении растений получают семена и волокно. Этот способ уборки применяется главным образом для культуры льна. Кошение льна нерационально, так как часть растений остается в виде стерни в поле. Наибольший выход волокна получается в том случае, когда стебли при уборке собираются в ровные и однородные порции, не перепутываются и не повреждаются. При тереблении бобовых культур можно собирать без потерь и повреждений семена. Однако, как показали испытания льнотеребильных машин ТЛН-1,5 и ЛТВ-4, а также фасолеуборочной машины конструкции ВИСХОМа, проведенные на Дальневосточной МИС, метод теребления при уборке сои не может быть использован. Наиболее приемлемым в настоящее время способом уборки сои является прямо комбайнирование с использованием комбайна, оборудованного приспособлением для низкого среза.

Теребильный аппарат льнотеребилки, испытанный при уборке сои и фасоли, состоит из попарно расположенных и прижатых один к другому движущихся ремней, образующих теребильные «ручьи».

Стебли к ремням направляются делителями, имеющими форму пространственных клиньев. По мере продвижения машины вперед стебли наклоняются делителями к средней линии каждой полоски (рис. 19) и захватываются на разной высоте от земли.

Теребильные ремни расположены в плоскости, наклоненной к направлению движения под углом $\alpha = 35 \div 36^\circ$. Ветви ремней, обращенные одна к другой, двигаются относительно машины со скоростью $v_{\text{рем}} = 3,0 \div 3,5$ м/с. Машина движется со скоростью $v_{\text{м}} = 1,3$ м/с. Абсолютная скорость ремня $v_{\text{а}}$, получаемая геометрическим сложением скоростей $v_{\text{рем}}$ и $v_{\text{м}}$, равна 2,1—2,75 м/с. Захваченные в теребильный ручей стебли натягиваются и плавно выдержива-

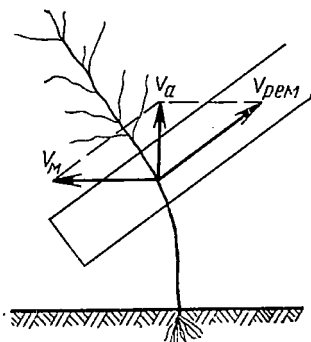


Рис. 19. Схема к расчету теребильного режущего аппарата

ются ремнями, уводящими их зажатую часть в направлении скорости v_a .

Теребление стеблей под некоторым углом к осевой линии корневой шейки стебля требует большего усилия, чем при прямом тереблении. Когда сила P направлена по оси стебля, коэффициент теребления k , т. е. отношение силы P к силе сопротивления стебля P_k , принят равным единице. При отклонении силы P от осевой линии на некоторый угол соотношение сил изменяется в сторону увеличения силы P , т. е. коэффициент теребления k увеличивается.

2. Дисковые теребильные аппараты

Дисковый теребильный аппарат, созданный лабораторией машин для уборки зернобобовых культур ВИСХОМа, воздействует на стебель ниже зоны расположения бобов. Захват теребильным диском осуществляется в наиболее прочной части стебля — близ корневой шейки или за корневую шейку растения.

Наблюдения показали, что не все растения вырываются зубцами диска; гладкие узкие стебли остаются невытербленными, но это в основном сорняки. Таким образом, происходит механическое отделение полезных растений от сорняков.

При уборке фасоли повышенной влажности растительная масса засоряется землей, поэтому применяются диски с вырезами (см. рис. 14) для отделения земли.

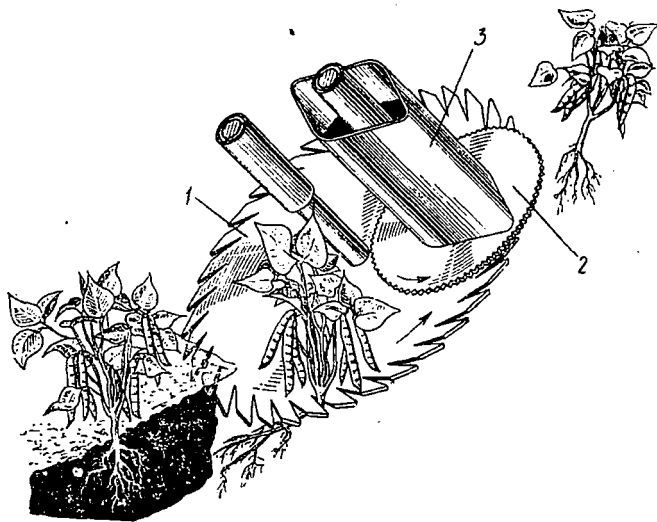


Рис. 20. Теребление фасоли рабочим органом теребильного аппарата ФА-4:

1 — теребильный диск; 2 — очищающий диск; 3 — лопасть

На рис. 20 показан дисковый теребильный аппарат, который имеет вращающийся теребильный диск с клиновыми вырезами для захвата стеблей. Во время поступательного движения вращающегося диска вдоль ряда стебли захватываются клиновидными вырезами и выдергиваются.

Чтобы пазы непрерывно очищались от растений, устанавливают специальный очищающий диск, который одновременно отбрасывает растения в валок. Этот диск для лучшей очистки по сравнению с теребильным диском имеет большую линейную скорость.

Рабочий процесс аппарата можно свести к следующим четырем этапам: вход стебля в паз, заклинивание его между кромками паза, теребление растения и выталкивание стебля из паза.

Зубчатая кромка очищающего диска увлекает за собой стебель и отводит его за пределы теребильного диска до того как паз окажется под очищающим диском.

Диаметр теребильного диска зависит от ширины междурядья, которая равна 445 мм. Если считать, что между краями дисков должен быть зазор, равный 15 мм, то радиус диска

$$R = \frac{445 - 15}{2} = 215.$$

Таким образом, исходя из ширины междурядья, максимальный диаметр диска равен 430 мм.

Угол α наклона диска регулируют в процессе работы, так как ось теребильного диска должна быть наклонной для правильного направления вытеребленных стеблей к транспортеру или для оформления валка.

Проведенные исследования показали, что оптимальная величина заглубления в почву переднего края теребильного диска машины ФА-4 равна 1—2 см, а угол наклона теребильного диска $\alpha = 25^\circ$. Существенное влияние на качество работы теребильных аппаратов оказывают направления паза теребильного диска и его окружной скорости. При работе аппарата середина рядка фасоли должна находиться посередине теребильного рядка (рис. 21).

Если куст подходит не к середине диска, а немного отклоняется к наружной его стороне b (рис. 2), но не настолько, чтобы получить боковые косые срезы, то поверхность среза будет лучше, чем при подходе куста a к середине диска.

Это объясняется тем, что в первом случае окружная скорость, направленная в ту же сторону, что и поступательная,

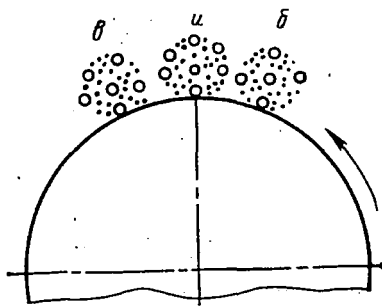


Рис. 21. Расположение середины рядка у теребильного и очищающего дисков

обуславливает улучшение условий резания и более ровную поверхность среза. Во втором случае окружная скорость, направленная в сторону, противоположную движению машины, ухудшает условия резания.

Исходя из этих соображений, целесообразно ориентировать середину ряда не против вала диска, а с небольшим смещением (в пределах 10—15 мм) в сторону, противоположную вращению диска.

Проведенные исследования позволили выбрать оптимальные параметры и режим работы теребивного аппарата: соотношение скоростей теребивного диска 0,39—0,52, угол наклона паза 45—55°, угол раствора кромок паза 10—12° и др. В результате этого потери зерна снизились с 8,0 до 1,3%.

3. Обрывающе-режущие пальцевые барабаны

Подъем, обрывание и транспортирование массы растений осуществляется пальцами барабана, окружная скорость которых изменяется. Угловая скорость пальца барабана в любом его положении определяется по формуле

$$\omega = \frac{\omega_0 (1 - \varepsilon \cos \varphi)}{1 + \varepsilon^2 - 2\varepsilon \cos \varphi},$$

где ω_0 — угловая скорость барабана в 1/с;

$\varepsilon = \frac{a}{r_{\text{п}}}$ — отношение эксцентриситета к радиусу цилиндра барабана;

$\varphi = \omega_0 t$ — угол поворота барабана.

В крайних положениях пальцы имеют скорости v_{max} и v_{min} , а их направление совпадает с направлением эксцентриситета барабана. Скорость пальцев

$$v_{\text{п}} = \frac{\pi r_{\text{п}} n t_{\text{п}}}{30 (t_{\text{п}} - \Delta t_{\text{п}})},$$

где n — частота вращения пальцев в об/мин;

$\Delta t_{\text{п}}$ — выход пальца за пределы цилиндра (длина рабочей части пальца);

$t_{\text{п}}$ — длина пальца барабана.

При совпадении положения пальца с положением эксцентрика и выходе пальца за пределы цилиндра на величину $\Delta t_{\text{п}}$, равную радиусу $r_{\text{ц}}$, имеем $v_{\text{max}} = 3 v_{\text{ц}}$.

Большое влияние на качественные показатели работы обрывающе-режущих машин оказывает соотношение поступательной скорости $v_{\text{м}}$ машины к окружной скорости $v_{\text{ц}}$ цилиндра барабана, т. е. $\lambda = \frac{v_{\text{м}}}{v_{\text{ц}}}$. Опыты показали, что для обрывающе-режущих рабочих органов $\lambda = 0,9 \div 1,5$, для обрывающих $\lambda = 0,6 \div 2,4$.

При обрывании (без срезания) стеблей гороха большинство стеблей обрывается за счет поступательной скорости движения.

При воздействии пальцев барабана на массу, особенно перезрелую и полеглую, наблюдается вымолачивание зерен, поэтому скорость машины регулируют, одновременно выбирая абсолютную скорость пальцев:

$$v_a = \sqrt{v_n^2 + v_m^2 + 2v_n v_m \cos \beta},$$

где β — угол между векторами окружной и поступательной скоростей пальцев, равный углу между пальцем барабана и вертикальной осью, проведенной через центр вращения пальца.

За каждый оборот барабана угол β изменяется от 0 до 360° .

При уборке гороха, высота стеблестоя которого в естественном состоянии меньше 10 см, пальцы барабана должны опускаться ниже плоскости резания на расстояние $h = 40$ мм (рис. 22).

Вынос оси барабана

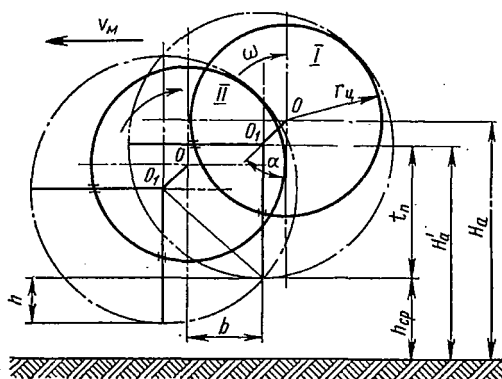


Рис. 22. Схема расположения обрывающего барабана относительно режущего аппарата

$$b = \sqrt{h(3r_n - h - a \sin \alpha)}.$$

При высоте стеблестоя выше 10 см пальцы барабана не опускаются ниже плоскости резания, вынос оси барабана $b = -a \sin \alpha$ (знак минус показывает, что ось барабана смещена от вершины сегмента назад). Если $a = 55$ мм, $\alpha = 45 \div 75^\circ$, ось барабана будет смещена назад от вершины сегментов на величину $b = 39 \div 53$ мм. При $b \leq a \sin \alpha$ пальцы барабана не опускаются ниже линии резания, а расстояние оси барабана от линии резания

$$H'_a = t_n + a \cos \alpha + \Delta h,$$

соответственно от поверхности почвы

$$H_a = t_n + a \cos \alpha + h_{сп} + \Delta h,$$

где Δh — высота прижимных лапок режущего аппарата;
 $h_{сп}$ — высота среза.

При скашивании прямостоящих культур ось барабана устанавливается сзади вершин сегментов на расстоянии

$$b = - \left(r_n + \frac{h_{сп}}{2} \right).$$

Барабан относительно режущего аппарата должен быть расположен в горизонтальной плоскости на расстоянии

$$b = \left[\sqrt{h_{\text{ср}}(3r_{\text{и}} - h_{\text{ср}})} - a \sin \alpha \right] \div \left[- \left(r_{\text{и}} + \frac{h_{\text{ср}}}{r} \right) \right];$$

в вертикальной плоскости на расстоянии

$$H'_a = (t_{\text{п}} + a \cos \alpha - h_{\text{ср}}) \div (t_{\text{п}} + a \cos \alpha + \Delta h)$$

или

$$H_a = (t_{\text{п}} + a \cos \alpha) \div (t_{\text{п}} + a \cos \alpha + h_{\text{ср}} + \Delta h).$$

На всех приспособлениях обрывающе-режущего типа используется барабан диаметром $D_{\text{и}} = 240$ мм. В связи с этим при $h_{\text{ср}} = 50$ мм, $r_{\text{и}} = 120$ мм и $a = 55 \div 60$ мм перемещения (регуировки) оси барабана относительно режущего аппарата должны составлять в горизонтальной плоскости 230 мм, а в вертикальной 100 мм.

Концы пальцев барабана при подъеме массы описывают троихоиду. Из схемы (рис. 23) видно, что расстояние между точками

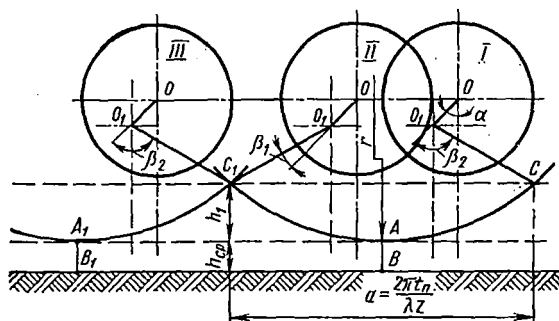


Рис. 23. Нижние части смежных троихоид, описываемых пальцами барабана

взаимного пересечения траектории движения концов пальцев

$$a = \frac{2\pi t_{\text{п}}}{\lambda z}, \text{ радиус кривизны троихоиды в нижней части}$$

$$r = t_{\text{п}} \frac{1 + \lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{max}}}, \text{ а на участке } CC_1 \text{ троихоида представляет собой дугу окружности.}$$

С учетом этого

$$h = \frac{t_{\text{п}}}{\lambda_{\text{max}}} \left[(1 + \lambda_{\text{max}})^2 - \sqrt{(1 + 2\lambda_{\text{max}} + \lambda_{\text{max}}^2)^2 - \frac{4\pi^2}{z^2}} \right],$$

где $\lambda_{\text{max}} = 2\lambda$ — соотношение скоростей машины и барабана; z — число пальцев.

Площадь $AC_1A_1B_1B = S$ сечения стеблестоя не обрабатывается пальцами барабана. Она прямо пропорциональна длине пальцев $t_{\text{п}}$, установленной по высоте среза $h_{\text{ср}}$, высоте гребешков h_1

и обратно пропорциональна величине λ и числу пальцев барабана z .

Объем полеглой массы, необрабатываемой пальцами барабана,

$$W = SB_m,$$

где B_m — ширина захвата машины.

Увеличение угла поворота эксцентрика пальцев барабана от 0 до 90° относительно вертикальной плоскости, проходящей через ось барабана, уменьшает при заданном кинематическом режиме максимальную абсолютную скорость конца пальца на входе в полеглую массу.

Изменение угла поворота эксцентрика влияет на величину d опускания пальца ниже цилиндрической поверхности барабана, т. е.

$$d = a \cos \alpha + t_{\text{п}} - r_{\text{ц}}$$

С увеличением угла α до 60—75° можно опустить ось барабана до плоскости резания, что позволит опустить деку для прохода массы на 35—40 мм и уменьшить заматывание барабана при обратном захвате стеблей пальцами.

Выведенные зависимости показывают, что угол α влияет и на высоту гребешков h_1 :

$$h_1 = t_{\text{п}} [1 - \cos (\beta_2 - \alpha)],$$

где $t_{\text{п}}$ — длина цальцев;

α — угол поворота эксцентрика пальцев;

β_2 — угол поворота пальцев относительно вертикальной оси, проведенной через центр вращения пальцев.

Опыты показали, что средние потери зерна при одних и тех же режимах работы обрывающего барабана косилки КФН-2,1 уменьшились в 1,5 раза при увеличении угла α от 45 до 75°.

С увеличением угла поворота барабана α до 60—75° улучшается качество работы режущих рабочих органов.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что оптимальное соотношение скоростей λ зависит от состояния стеблестоя и находится в пределах 0,9—1,5 для уборки методом обрывания со срезанием и 1,6—2,4 для уборки методом обрывания.

Расстояние между обрывающим барабаном и режущим аппаратом в горизонтальной плоскости составляет 230 мм, в вертикальной плоскости — 100 мм.

Стебли длиной 0,5 м и менее целесообразно направлять под барабан. В этом случае $\alpha = 0^\circ$, а барабан должен быть расположен относительно режущего аппарата так, чтобы пальцы опускались ниже плоскости резания на заданную величину.

На качество подбора полеглой массы пальцами барабана влияет площадь сечения полеглого стеблестоя, необрабатываемая

мая пальцами барабана, которая прямо пропорциональна длине пальцев, высоте среза и высоте гребешков, обратно пропорциональна отношению $\frac{v_n}{v_m}$ и числу рядов пальцев барабана.

При работе приспособлений с направлением массы под барабан устанавливается угол $\alpha=0$, а барабан выносится вперед относительно режущего аппарата настолько, чтобы пальцы его были опущены ниже плоскости резания.

Наиболее простым технологически надежным является продольно-прямоточный отвод скошенной массы от барабана за счет ее связности и сцепления со стерней и почвой за барабаном.

4. Сегментные режущие аппараты

Режущий аппарат состоит из двух главных элементов — активно режущего, или собственно ножа, и противорежущего неподвижного элемента, или пальцевого бруса с рядом пальцев. Пальцевый брус располагается сбоку, впереди машины.

Во время работы косилок режущий аппарат скользит по почве на двух башмаках (внутреннем и наружном), под которыми имеются стальные подошвы, служащие для установки режущего аппарата на различную высоту среза растений в зависимости от состояния поверхности почвы. Обычно пальцевый брус изготовляют из полосовой стали, положенной плашмя относительно поверхности почвы, причем в большинстве случаев его укрепляют только с одной стороны. Длина пальцевого бруса зависит от ширины захвата машины.

На рис. 24 показаны элементы режущего аппарата сегментно-

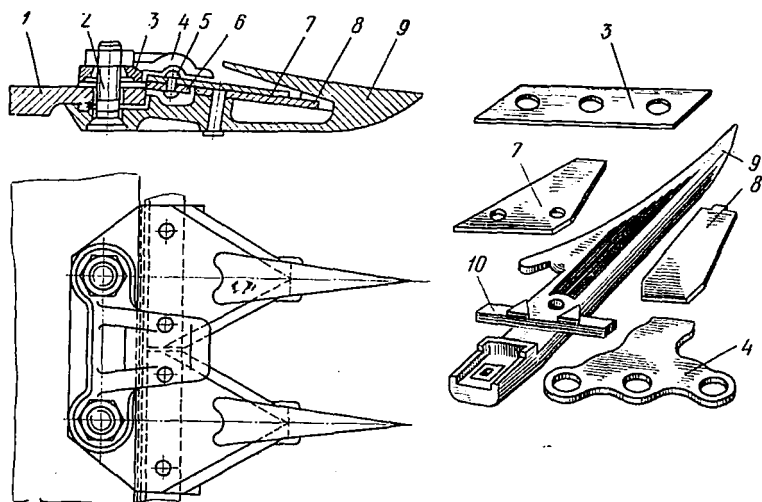


Рис. 24. Элементы режущего аппарата:
1 — пальцевый брус; 2 — болт крепления пальцевого бруса; 3 — пластина трения; 4 — прижимная лапка; 5 — заклепка; 6 — спинка ножа; 7 — сегмент; 8 — противорежущая пластина; 9 — палец; 10 — упор пальца

пальцевого типа. Режущая часть — сегменты 7 прикреплены к спинке ножа 6. Противорежущие пластины 8 закреплены на пальце 9. Пальцы болтами 2 привернуты к пальцевому брусу 1, для жесткости крепления пальцев имеются упоры 10.

Нож передними основаниями сегментов опирается на противорежущие пластины, а задними — на пластины трения 3, которые предохраняют пальцевый брус от износа. Прижимные лапки 4 регулируют положение сегментов, зазор между лапками и сегментами не должен превышать 0,5 мм.

Сегменты, пластины трения и противорежущие пластины режущих аппаратов изготавливают из стали У9. Лезвия сегментов и противорежущих пластин имеют твердость *HRC* 60 на ширину не более 40 мм у переднего основания и 10—15 мм по боковым сторонам. В незакаленной части твердость равна *HRC* 35.

Соприкасающиеся поверхности противорежущих пластин, сегментов и пластин трения имеют шероховатость $\nabla 6$. Прижимные лапки изготавливают из ковкого чугуна КЧ 33-8. К спинке ножа, изготовленной из полосовой калиброванной стали 35, прикреплена головка, служащая для присоединения шатуна к ножу.

При движении косилки вперед растения попадают между пальцами сегментов, которые прижимают их к кромкам вкладышей и срезают. Сегмент, совершая колебательное движение между центрами пальцев, подрезает растения.

Хорошее качество подрезания растений зависит от конструкции сегмента, режущих кромок и остроты лезвия, причем чем меньше угол резания, тем меньше усилие, необходимое для среза. При плотном прилегании режущей кромки к вкладышу срез происходит с меньшим усилием и деформацией. Чем больше скорость резания, тем лучше срез и менее сказывается влияние остроты лезвия и плотности прилегания сегмента к вкладышу пальца. Зазор между режущей парой должен быть 0,3—0,8 мм. Лучшее качество среза наблюдается при зазоре 0,3 мм.

На внутреннем башмаке укреплены передняя и задняя направляющие головки ножа, а также прутки, который отводит траву от головки ножа вправо. К наружному башмаку шарнирно крепится полевая доска с палкой для отвода срезанной травы.

Широкое распространение имеют косилки с режущим аппаратом (ГОСТ 158—67) нормального резания, ход ножа которых $s=t=t_0=76,2$ мм, где t — шаг режущего аппарата, равный расстоянию между осевыми линиями сегментов; t_0 — шаг противорежущей части, равный расстоянию между осевыми линиями пальцев.

Такие аппараты с гладкими режущими кромками сегментов и гладкими или насеченными кромками пластин пальцев применяются в косилках и жатках.

Режущие аппараты среднего и низкого резания имеют ход ножа $s=t=1,5 t_0=76,2$ мм и $s=t=4/3 t_0=101,6$ мм. Аппараты пер-

вого варианта с насеченными или гладкими режущими кромками пластин пальцев применяются в косилках, а аппараты второго варианта — в зерноуборочных комбайнах.

Таким образом, аппарат низкого резания отличается от аппарата нормального резания более частой расстановкой пальцев. Это делается для уменьшения отклонений стеблей в сторону при подведении их ножом к пальцу, так как чем меньше наклон стебля, тем ниже он будет срезаться. Аппарат низкого резания рекомендуется также для скашивания трав.

Исследованиями установлено, что в уборочных машинах срез растений лезвиями сегментов без упора стебля о противорежущие кромки пальцев происходить не может. При снятии некоторых пальцев против свободных промежутков остается полоса несрезанных стеблей, а также высокое жнивье от той части стеблей, которые срезаются, будучи отклоненными к ближайшим пальцам. Это происходит на обычных и повышенных скоростях резания.

На качество срезания стеблей и усилие резания влияет скорость резания. Одновременно с увеличением скорости возрастают инерционные силы колеблющейся массы (пропорционально квадрату угловой скорости кривошипа). Чтобы частично уравновесить горизонтальные силы инерции, устанавливают напротив кривошипных пальцев косилок и жаток противовесы. Полностью же уравновесить горизонтальные силы инерции одним противовесом невозможно.

Если на кривошипе поместить противовес, масса которого равна массе ножа, то сила инерции ножа будет уравновешена горизонтальной составляющей центробежной силы противовеса. Однако при этом вертикальная составляющая не будет уравновешена.

В косилках уравновешивают противовесом лишь 25—30% максимальной горизонтальной силы инерции во избежание сильного раскачивания косилки в вертикальном направлении.

Рассмотрим основные соотношения параметров режущего аппарата уборочных машин.

Режущая часть или сегмент представляет собой равнобокую трапецию с небольшим верхним основанием, а нижнее основание полностью определяется размерами шага противорежущей части и, при одинарном ходе ножа, должно быть равно этому шагу, так как при этом условии обеспечивается хорошая работа режущего аппарата.

К основным размерам сегмента и противорежущей пластины (рис. 25) относятся: угол наклона сегмента α , угол наклона противорежущей пластины α_1 , ширина передней части сегмента и пластины b и b_1 , высота режущей кромки сегмента h_1 , ширина задней части сегмента и противорежущей пластины B и B_1 , углы заточки сегмента и противорежущей пластины γ и γ_1 . Углы α и

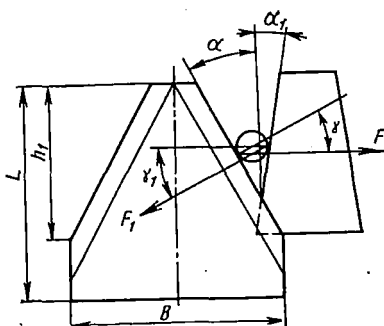


Рис. 25. Схема сил, действующих на стемель при его защемлении

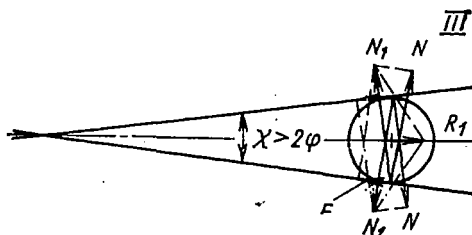
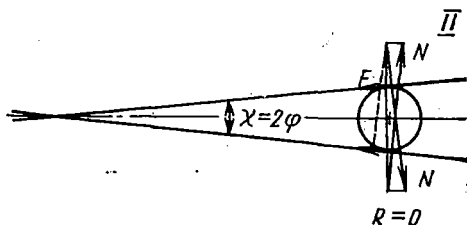
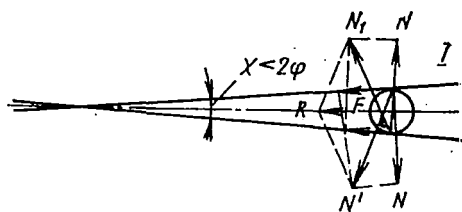


Рис. 26. Три положения сегментов режущего аппарата при разных величинах угла защемления

α_1 влияют на сопротивление резанию, которое уменьшается с их увеличением.

С увеличением суммы углов $\alpha + \alpha_1$ стемель может выскользнуть из раствора режущей пары; это наступает при

$$\alpha + \alpha_1 > \varphi + \varphi_1,$$

где φ и φ_1 — углы трения.

На рис. 26 показаны три положения угла защемления χ : когда угол χ меньше угла трения (положение I), равнодействующая сил N и F направлена в сторону вершины лезвий. В этом случае разрезаемый стемель подталкивается к шарниру.

Если угол $\chi = 2\varphi$ (положение II), то разрезаемый стемель остается неподвижным, так как сила N' имеет противоположное направление. Если же угол $\chi > 2\varphi$ (положение III), то стемель отталкивается до тех пор, пока угол χ не станет равным 2φ .

На рис. 27 показан частный случай, когда сила N перпендикулярна биссектрисе угла χ . На основании равенства углов $\frac{\chi}{2} = \varphi$ (как углов со взаимно перпендикулярными сторонами)

условие защемления будет иметь вид $\frac{\chi}{2} = \varphi$ или $\chi \leq 2\varphi$.

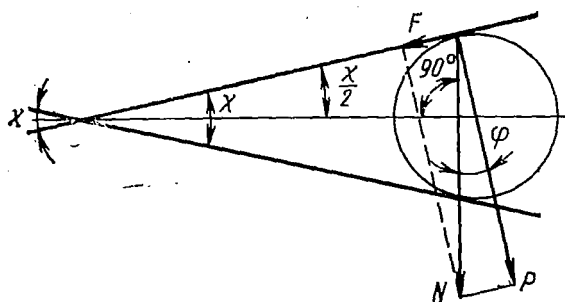


Рис. 27. Частный случай, когда сила N перпендикулярна биссектрисе угла α .

В соломорезках угол раствора должен быть меньше, чем сумма углов трения.

Исследования показали, что этот угол не должен превышать 50° , так как при большем угле наблюдалось отталкивание соломой ножом. Например, при кошении люцерны (влажностью 40%) гладкими острыми сегментами и тупыми противорежущими пластинами угол защемления был равен 50° . Если же сегменты и пластины тупые, то угол защемления снижается до 25° .

Углы наклона сегмента и противорежущей пластины для косилок: $\alpha = 28^\circ 40'$, $\alpha_1 = 7^\circ 40'$. Высота h_1 режущей кромки (рис. 25) сегмента

$$h_1 = \eta h,$$

где h — путь, проходимый косилкой за время одного хода ножа (подача);

η — коэффициент пропорциональности ($\eta = 0,7 \div 0,9$).

Подача

$$h = \frac{30 v_m}{n},$$

где v_m — поступательная скорость косилки;

n — частота вращения вала эксцентрика.

Высота L_1 противорежущей пластины принимается $L_1 \leq h_1 + 3$ мм. Ширину b передней части гладких сегментов принимают равной 9—16 мм, а сегментов с верхней насечкой — 13 мм. При установлении этого размера учитывается запас на заточку.

Ширина b_1 передней части противорежущей пластины обычно равна 5 мм. Ширина сегмента

$$B = 2h_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + b,$$

ширина задней части противорежущей пластины

$$B_1 = 2L_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + b_1.$$

Высота L сегмента определяется из условия его крепления к спинке ножа при помощи заклепок.

Угол заточки влияет на потребную мощность при резании: с уменьшением угла заточки уменьшается потребная мощность

и улучшается качество среза, тонкие лезвия лучше срезают растения, но быстрее затупляются. Угол γ заточки сегментов изменяется в пределах 18—25°, а для противорежущих пластин он принят равным 45 и 60°. Для увеличения углов защемления при кошении сеяных трав применяются насеченные сегменты.

Исследования работы режущего аппарата косилки показали, что срез начинается в тот момент, когда сопротивление срезу растений, зажатых между режущей кромкой сегмента и вкладыша, уменьшается. Момент резания лежит в пределах, соответствующих моменту начала резания, когда кромка сегмента встречается с кромкой вкладыша, и моменту окончания резания, когда режущая кромка сегмента совпадает с кромкой пальца.

По некоторым данным момент начала резания наступает позднее и заканчивается, когда кромки заходят за вкладыш, и на этом основании считается, что основное влияние на качество среза оказывает скорость в момент окончания резания.

Известно, что для привода ножей косилок служит кривошипно-шатунный механизм. Движение ножа складывается из переносного поступательного движения вместе с машиной и относительного колебательного движения ножа в пальцевом бруске. Переносное поступательное движение при установившемся процессе кошения считаем прямолинейным и равномерным.

Движение ножа в пальцевом бруске можно рассматривать как простое гармоническое колебательное движение.

Исходя из вышесказанного, можно записать уравнения для определения перемещения x , скорости v и ускорения a ножа:

$$x = \frac{S}{2} (1 - \cos \omega t);$$

$$v = \frac{S}{2} \omega \sin \omega t;$$

$$a = \frac{S}{2} \omega^2 \cos \omega t,$$

где S — ход ножа;

ω — угловая скорость кривошипа;

t — время движения ножа.

Выразим скорость и ускорение ножа в функции пути

$$v = S \omega \frac{x}{S} \left(1 - \frac{x}{S}\right);$$

$$a = \omega^2 \left(\frac{S}{2} - x\right).$$

Максимальная скорость ножа $v_{\max} = \frac{S}{2} \omega$ будет при $x = \frac{S}{2}$, минимальная $v=0$ при $x=0$ или $x=S$; максимальное

ускорение $a_{\max} = \frac{\dot{S}}{2} \omega^2$ будет при $x=0$ и $x=\dot{S}$, а минимальное $a=0$ при $x = \frac{S}{2}$.

На рис. 28 в координатах x, y показана диаграмма скоростей ножа, по которой можно определить скорости в начале и конце резания для режущих аппаратов нормального типа: $S = t = t_0 = 76,2$ мм. Срез начинается в тот момент, когда стебли получают

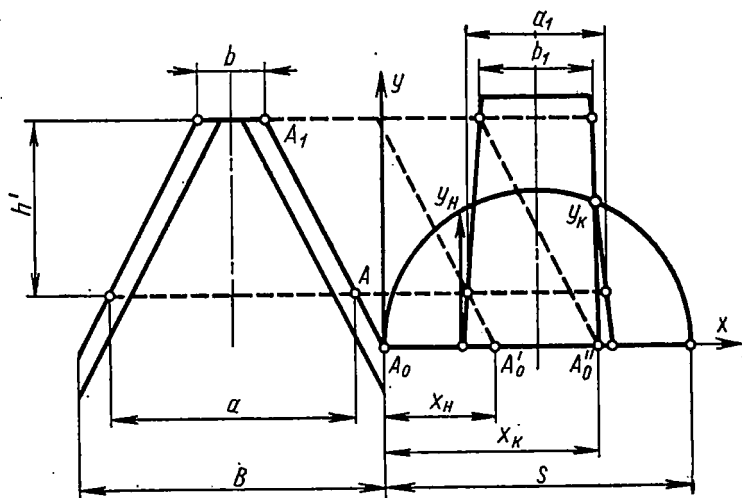


Рис. 28. Положения сегмента при срезе стеблей

подпор со стороны противорежущей пластины. К моменту начала резания, когда точка A сегмента дойдет до режущей кромки противорежущей пластины (положение сегмента A_0), сегмент пройдет путь x_H .

В момент начала резания скорость ножа пропорциональна ординате y_H . Конец резания определяется совпадением точки A сегмента с другой режущей кромкой противорежущей пластины (положение сегмента A_0''); нож пройдет путь x_K , а ордината, пропорциональная скорости ножа в конце резания, будет равна y_K .

Скорость в начале и конце резания $v_K = v_H = \omega y_K$. Минимальная скорость резания, при которой происходит срез стеблей с наименьшим сопротивлением и расходом энергии, $v_{\min} \geq 2,15$ м/с; у аппаратов нормального типа $v_K < v_H$. Для обеспечения хорошего среза должно соблюдаться условие

$$v_{\min} \leq v_K = \omega y_K.$$

Из диаграммы (рис. 28) установим зависимость перемещений сегмента ножевого аппарата нормального типа в начале и конце резания:

$$x_n = S - \frac{a + a_1}{2};$$

$$x_k = S - \frac{b - b_1}{2},$$

где a — ширина сегмента до точки A (начала активной части режущей кромки);

a_1 — путь, пройденный активной частью режущей кромки AA_1 от положения сегмента A_0 (начало резания) до положения сегмента A_0'' (конца резания);

b и b_1 — ширина передней части сегмента и пластины.

После подстановки этих значений в вышеприведенное выражение получаем

$$v_n = S \omega \sqrt{\left(1 - \frac{a + a_1}{2S}\right) \frac{a + a_1}{2S}};$$

$$v_k = S \omega \sqrt{\left(1 - \frac{b + b_1}{2S}\right) \frac{b + b_1}{2S}}.$$

Скорость резания, когда стебель получает надлежащий подпор, имеет определенные значения; например, в нормальном режущем аппарате она близка к максимальной скорости.

Полной нормальной нагрузкой на лезвие сегмента считается такая нагрузка, при которой за каждый ход лезвие срезает всю массу стеблей, заключенных между смежными противорежущими элементами.

Увеличивая поступательный ход машины, можно увеличить нагрузку на лезвие и оно будет перерезать большую массу стеблей, а уменьшая скорость машины, получим недогрузку на лезвие.

С увеличением хода ножа при всех прочих равных условиях ухудшаются условия резания, поэтому приходится увеличивать скорость ножа.

Исследования показали, что шаг противорежущей части в нормальном режущем аппарате жатвенных машин имеет оптимальные размеры.

Построение траектории движения лезвия ножа (рис. 29). Траектория любой движущейся точки ножа представляет собой кривую, которая может быть построена по гочкам. Метод построения траектории движения лезвия ножа состоит в следующем. Сегмент ножа за пол-оборота кривошипа переходит в относительном движении из положения I в положение II , а благодаря движению самой машины, т. е. в переносном движении, переходит в то же время из положения II в положение III .

Выбрав произвольную точку лезвия сегмента, например крайнюю точку A , разделим путь h на произвольное число равных частей. Затем построим на отрезке S , выражающем перемещение

точки A в относительном движении, дугу, которую разделим на такое же число равных частей.

Очевидно, точка A должна была бы занимать в относительном перемещении через равные промежутки времени положение I , II , III и т. д., а в переносном в те же моменты времени — соответственно положения 1 , 2 , 3 и т. д.

Проводя через одноименные точки прямые в направлениях обоих движений, получим в пересечении их истинные положения точки A в ее сложном движении.

Кривая Ab'' , соединяющая эти точки и являющаяся траекторией движения точки A лезвия, представляет собой синусоиду.

На рис. 29 показана траектория абсолютного движения точек режущих кромок сегмента, построенная по нижеприведенным уравнениям.

Абсолютное движение сегмента составляется из относительного

$$x = \frac{S}{2} (1 - \cos \omega t)$$

и переносного вместе с машиной

$$y = v_M t,$$

где v_M — поступательная скорость машины.

Подача массы стеблей к режущему аппарату за один ход ножа

$$\Pi = \frac{60 v_M}{2\pi} = \frac{\pi v_M}{\omega},$$

где n — частота вращения вала эксцентрика; тогда

$$y = \frac{\Pi}{\pi} \omega t.$$

Представим, что начало координат в точке O (рис. 29). Тогда положения точек b и A правой режущей кромки сегмента определяются координатами

$$x_b = \frac{S}{2} (1 - \cos \omega t) + \frac{a}{2};$$

$$y_b = \frac{\Pi}{\pi} \omega t;$$

$$x_A = \frac{S}{2} (1 - \cos \omega t) + \frac{b}{2};$$

$$y_A = \frac{\Pi}{\pi} \omega t + h'.$$

Положения точек b и d левой режущей кромки сегмента определяются координатами

$$x_b = \frac{S}{2} (1 - \cos \omega t) - \frac{a}{2};$$

$$y_b = \frac{\Pi}{\pi} \omega t;$$

$$x_d = \frac{S}{2} (1 + \omega \cos \omega t) - \frac{b}{2};$$

$$y_d = \frac{\Pi}{\pi} \omega t + h'.$$

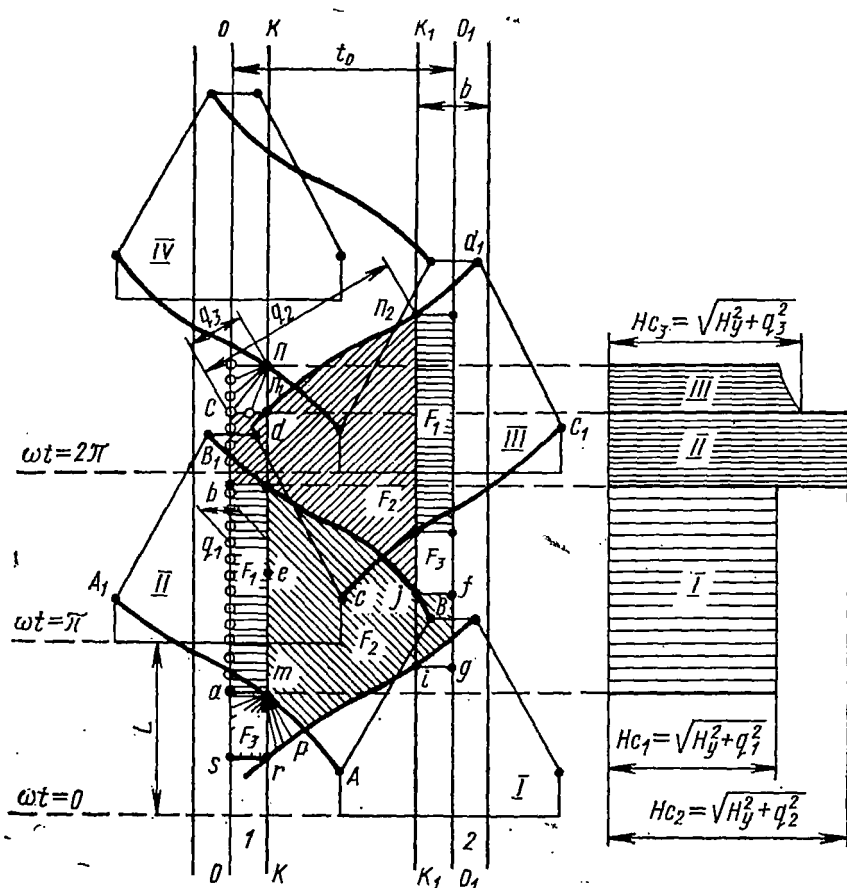


Рис. 30. Диаграмма изменения отгиба стеблей и высоты стерни

На рис. 30 показана диаграмма среза растений режущим аппаратом нормального резания. Изучим процесс отгиба стеблей и определим высоту стерни.

Высота стерни H_c этих стеблей будет определяться высотой H_y установки режущего аппарата от поверхности поля и величиной отгиба стеблей пальцем, т. е.

$$H_c = \sqrt{H_y^2 + q_1^2}$$

Растения, расположенные в пределах линии mn_1 , отклонятся от линии KK пальца лезвием cd сегмента при движении ножа из положения II в положение III (на рисунке слева). Эти стебли срежет то же лезвие у линии K_1K_1 противорежущей пластины пальца.

Стебли движутся по таким же траекториям, что и точки лезвия сегмента. Отгиб стеблей зоны II (на рисунке справа) принято называть поперечным. Величина этого отгиба q_2 — постоянная для всех стеблей, расположенных на линии mn_1 .

Примем величину отгиба q_2 равной расстоянию от первоначального положения (точки n_1) стебля до места его среза (точка n_2). Длина стерни H_c определится как гипотенуза треугольника, у которого один катет равен H_y , а другой q_2 , т. е.

$H_c = \sqrt{H_y^2 + q_2^2}$. Стебли, расположенные между точками n_1 и d_1 , не захватываются сегментами. Они отклоняются пальцевым брусом по направлению движения машины (на рисунке в точку d).

При перемещении сегмента из положения III в положение IV срез происходит в точке d . Такой отгиб стеблей называют продольным (зона III на рисунке справа).

Максимальная величина продольного отгиба $q_{3 \max}$ равна расстоянию от первоначального положения стебля (точка c) до положения, в котором его срежут (точка d). Другие стебли срежутся в точке d с меньшим отгибом. Для третьей зоны длина стерни непостоянна.

Справа на рис. 30 показана диаграмма изменения высоты стерни для всех трех зон. В зонах II и III срез стеблей происходит с большими отгибами, чем в зоне I , и с увеличенной высотой стерни. Из-за больших отгибов стебли часто выскальзывают из раствора режущей пары. Работа машины (жатки, косилки, комбайна) должна исключать потери. Величина потерь может быть определена по средней высоте стерни H_{cp} на всей площади среза.

Из диаграммы отгиба стеблей видно, что при движении из положения I в положение II сегмент срезает стебли с площадью F_1 , F_2 и F_3 . Суммарная площадь F , срезаемая сегментом за поборота кривошипа,

$$F = F_1 + F_2 + F_3.$$

Средняя высота стерни для всех этих площадок

$$H_{\text{ср}} = \frac{H_1 F_1 + H_2 F_2 + H_3 F_3}{F},$$

где H_1, H_2 и H_3 — высота стерни соответственно для площадок F_1, F_2, F_3 .

Размеры площадок определяются планиметрированием. Средняя высота стерни в пределах каждой площадки подсчитывается приближенно. Стебли на площадках F_1 палец отгибает, а сегмент срезает растения, расположенные по линии nm , без отгиба на установочной высоте H_y . Стебли на линии ab отклоняются пальцем на половину его ширины и срезаются на высоте

$$H_1 = \frac{rH_y + 2\sqrt{H_y^2 + q_1^2}}{4}.$$

Все стебли на площади F_2 сегмент отгибает к линии mn и срезает с поперечным отгибом. Место среза определяется по пересечению с линией траектории движения точки сегмента. Площадь F_2 можно представить суммой: $F_2 = F_{jfgi} + F_{njl} + F_{lipm}$.

Найдем среднюю высоту стерни в пределах фигур, выделенных на площадке, а затем определим H_2 для всей площади F_2 :

$$H_2 = \frac{H_2' F_{jfgi} + H_2'' F_{njl} + H_2''' F_{lipm}}{F},$$

где H_2', H_2'', H_2''' — средние значения высоты стерни в пределах фигур, выделенных на рисунке.

Для определения высоты стерни на площади F_3 проводим аналогичные подсчеты, т. е. $F_3 = F_{amrs} + F_{mpr}$; находим в пределах каждой площади среднюю высоту стерни H_3' и H_3'' , а по этим значениям подсчитываем H_3 :

$$H_3 = \frac{H_3' F_{amrs} + H_3'' F_{mpr}}{F_3}.$$

Средняя высота стерни зависит от подачи, шага t_0 противорезающей части, высоты h режущей кромки сегмента, угла α наклона лезвия сегмента и ширины b пальца.

У аппарата нормального резания средняя высота стерни $2t = 2t_0 = 101,6$ мм.

Силовой расчет механизмов режущего аппарата косилок нормального резания произведем для двух условий: при работе на холостом ходу и во время кошения трав (стеблей).

На рис. 31 показаны силы, действующие на ножи при его движении. Сила сопротивления P_B движению ножа равна сумме сил, действующих на нож:

$$P_B = P_{\text{ср}} + P_j + F,$$

где $P_{\text{ср}}$ — среднее значение силы сопротивления резанию;

P_j — сила инерции массы ножа;
 F — сила трения ножа.

При кошении стеблей возникают силы сопротивления, которые зависят от скорости резания. Для расчетов принимается, что сопротивление резанию постоянное, т. е. не зависит от скорости, стебли равномерно распределены по скашиваемой площади, чис-

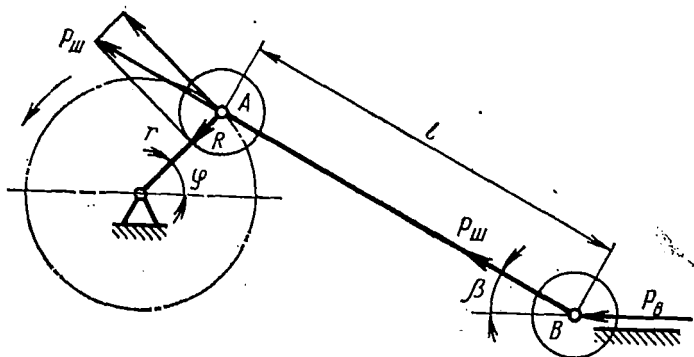


Рис. 31. Кинематическая схема механизма привода левого бокового режущего аппарата трехбрусной косилки КНУ-6

ло срезаемых стеблей каждым пальцем за один ход ножа зависит от площади и густоты стеблестоя:

$$Q = NF_n,$$

где N — число стеблей на 1 см^2 ,

F_n — площадь в см^2 .

Среднее сопротивление резанию P_{cp} одного сегмента

$$P_{cp} = \frac{\pi S}{\omega x_p} v_m L_0,$$

где S — ход ножа;

x_p — ход ножа при резании стеблей;

ω — угловая скорость кривошипа;

v_m — поступательная скорость машины;

L_0 — удельная работа, затрачиваемая на срезание стеблей с единицы площади; $L_0 = 20 \div 30 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{м}^2$.

Силы инерции, возникающие вследствие колебательного движения ножа, вызывают вибрацию рамы машины. При увеличении захвата машины вес колеблющихся частей возрастает пропорционально ему.

Для определения ускорения ножа воспользуемся зависимостью перемещения его в относительном движении от угла поворота кривошипа, т. е. $x = r(1 - \cos \omega t)$.

Дифференцируя это выражение по t , получим зависимости изменения скорости v_n и ускорения ножа j_n :

$$v_n = r \omega \sin \omega t;$$

$$j_n = r \omega^2 \cos \omega t.$$

После замены $\cos \omega t$ на $1 - \frac{x}{r}$ получим

$$j_n = r \omega^2 \left(1 - \frac{x}{r}\right).$$

Зная, что сила инерции $P_j = m_n j_n$, получим

$$P_j = m_n r \omega^2 \left(1 - \frac{x}{r}\right).$$

Кроме сопротивления резанию, действует сила трения ножа $F = f P_N = f P_B \operatorname{tg} \beta$, где f — коэффициент трения ножа по направляющей.

Суммарное усилие, действующее в шарнире B ,

$$P_B = \frac{P_j \pm P_{cp}}{1 \pm f \operatorname{tg} \beta},$$

где β — угол наклона между направлением движения ножа и направлением шатуна.

В этой зависимости, если P_j и P_{cp} имеют одинаковые знаки, то в знаменателе ставится минус; при разных знаках в знаменателе ставится знак плюс.

Усилие $P_{ш}$, действующее вдоль шатуна,

$$P_{ш} = \frac{P_j \pm P_{cp}}{(1 \pm f \operatorname{tg} \beta) \cos \beta}.$$

Силу, действующую вдоль шатуна при холостом ходе, рассчитывают без учета сил сопротивления резанию P_{cp} .

Окружная сила, приложенная к кривошипам при кошении,

$$T = P_{ш} \sin(\varphi + \beta),$$

при холостом ходе

$$T' = P_{ш} \sin(\varphi + \beta).$$

Радиальная сила, действующая на кривошип, без учета центробежной силы от приведенной массы при кошении

$$R = P_{ш} \cos(\varphi + \beta),$$

при холостом ходе

$$R' = P_{ш} \cos(\varphi + \beta).$$

Радиальная сила, действующая на кривошип,

$$R_1 = \frac{G_1}{g} r \omega^2,$$

где G_1 — приведенный вес.

Результирующая радиальная нагрузка, действующая на кривошип при работе косилки,

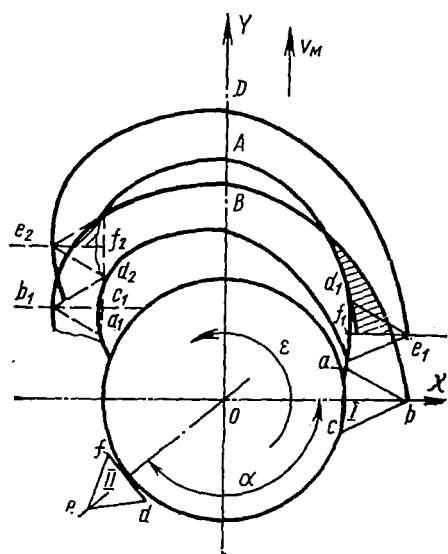
$$R_p = P_{ш} \cos(\varphi + \beta) + \frac{G_1}{g} r \omega^2.$$

5. Ротационные режущие аппараты

Ротационные режущие аппараты косилок могут быть разделены на два типа: плосковращательные и барабанные. Плосковращательные режущие аппараты представляют собой диск или правильный многоугольник с закрепленными нежестко или шарнирно лезвиями, режущие кромки которых расположены в плоскости вращения.

На прицепной двухрядной роторной косилке КРВ-2 для срезания растений фасоли и сои рабочие органы выполнены в виде дисков, по периферии которых прикреплены сегменты. Ротационный дисковый рабочий орган применяется также на комбайне КСТ-1 для уборки сахарного тростника, на машине для уборки сахарной свеклы и др.

Для анализа работы ротационного режущего аппарата для срезания растений фасоли, а также аналогичных косилок для уборки трав рассмотрим схему, приведенную на рис. 32. Примем



следующие обозначения v_m — линейная скорость режущего аппарата; ω — угловая скорость лезвия; R — радиус вращения наружной точки режущей кромки; r — радиус вращения внутренней точки режущей кромки; φ — центральный угол между радиусами R и r ; t — время; α — угол между двумя последовательно работающими лезвиями, отсчитываемый против направления вращения.

Схема работы показывает, что режущие кромки лезвий расположены в плоскости вращения.

Каждое лезвие срезает растение с площади, заключенной между двумя трохоидами, являющимися траекториями крайних точек режущей кромки лезвия в абсолютном движении.

Представим движение крайних точек режущей кромки лезвия l в виде уравнений

$$\left. \begin{aligned} x_a &= r \cos(\omega t + \varphi); \\ y_a &= v_m t + r \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\}$$

или

$$\left. \begin{aligned} x_b &= R \cos \omega t; \\ y_b &= v_m t + R \sin \omega t. \end{aligned} \right\}$$

Уравнения движения крайних точек лезвия II

$$\left. \begin{aligned} x_d &= r \cos (\omega t + \varphi - \alpha); \\ y_d &= v_m t + r \sin (\omega t + \varphi - \alpha); \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} x_c &= R \cos (\omega t - \alpha); \\ y_c &= v_m t + R \sin (\omega t - \alpha). \end{aligned} \right\}$$

Дифференцируя эти уравнения, определяем абсолютную скорость v_a в любой момент времени:

$$v_a = \sqrt{\left(\frac{dx_a}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_a}{dt}\right)^2} = \sqrt{r^2 \omega^2 + 2v_m r \omega \cos(\omega t + \varphi) + v_m^2}$$

Максимальная скорость v_a будет иметь место при $\omega t + \varphi = 2\pi k$, где $k=0; 1; 2; 3$ и т. д., т. е.

$$v_{a \max} = r \omega + v_m.$$

Минимальное значение скорости v_a будет иметь место при $\omega t + \varphi = \pi + 2\pi k$, т. е. $v_{a \min} = 2\omega - v_m$.

Для того чтобы обеспечить бесподпорный срез растений, необходимо соблюдать следующее условие:

$$v_{a \min} = r \omega - v_m > v_{кр},$$

где $v_{кр}$ — минимальная скорость, необходимая для бесподпорного среза скашиваемых растений.

На основании последнего уравнения определяем необходимую угловую скорость режущего аппарата

$$\omega > \frac{v_{кр} - v_m}{r}.$$

Чтобы срез растений происходил на всей площадке без отгиба, необходимо соблюдать условие $BD \leq AD$ (см. рис. 32). Это объясняется следующим. При вращении ротора лезвие соприкасается с несрезанными растениями ввиду большой скорости вращения ротора (6—7 м/с), при этом оно отклоняет стебли в сторону вращения, увеличивая этим высоту среза, что сказывается на качестве работы режущего аппарата.

Кроме этого, увеличивается мощность режущего аппарата на преодоление сил трения. Чтобы условие $BD = AD$ было соблюдено, необходимо за время поворота t_1 лезвия I (см. рис. 32) режущий аппарат переместить на угол α в направлении поступательной скорости v_m на расстояние, равное высоте h лезвия, т. е.

$$h = v_m t_1,$$

где $t_1 = \frac{\alpha}{\omega}$ и $\alpha = \frac{2\pi}{m}$ (m — количество лезвий).

Необходимое количество лезвий

$$m = \frac{2\pi v_m}{h \omega},$$

где высота лезвий h выбирается из конструктивных соображений и зависит от диаметра стеблей срезаемых растений.

Скорость v_m перемещения режущего аппарата берется равной максимально допустимой рабочей скорости данной машины. Опыты, проведенные в ВИСХОМе, показали, что критическую скорость $v_{кр}$ можно принять в пределах 6—10 м/с, а скорость резания $v_p = (3 \div 5) v_{кр}$.

Угловая скорость режущего аппарата

$$\omega = \frac{v_p - v_m}{r} = \frac{(3 \div 5) v_{кр} - v_m}{r}.$$

Радиус режущего диска $r = 250 \div 350$ мм.

Коэффициент $K_{ср}$ использования зоны среза

$$K_{ср} = \frac{F_p - F_n}{F_p},$$

где F_p — площадь зоны среза;

F_n — площадь перекрытия двух последовательных зон среза.

Коэффициент максимального использования лезвия

$$K_n = \frac{l_c}{l_k},$$

где l_c — максимальная длина режущей кромки, осуществляющей срез;

l_k — длина режущей кромки.

Дисковые режущие ножи срезают за один проход два ряда фасоли с междурядьем 45 см. Диски вращаются с постоянной окружной скоростью до 8 м/с. Привод режущих дисков осуществляется от вала отбора мощности при помощи карданной передачи. Диаметр диска обычно равен 430 мм. Лезвие дисков изготовляют с серповидной насечкой или пилообразным. Резание стеблей вращающимися дисковыми ножами происходит с большим скольжением.

На рис. 33 показаны направления окружной скорости v'' и поступательной скорости v' , которые определяют угол резания α , т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v''}{v'}.$$

Чем больше этот угол, тем меньше нормальное усилие необходимо для среза. Акад. В. П. Горячкин установил, что зависимость между усилием N и $\operatorname{tg} \alpha$ представляет собой гиперболу (рис. 34).

При срезании стеблей при помощи одного диска (без подпора) необходимо уменьшить нормальное давление N , так как в конце резания, когда стебель подрезан настолько, что оставшаяся часть оказывает сопротивление скалыванию меньше, чем сила N , происходит отрывание верхней части растения.

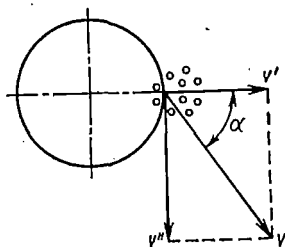


Рис. 33. Изменение окружной скорости v' в зависимости от поступательной скорости v'' .

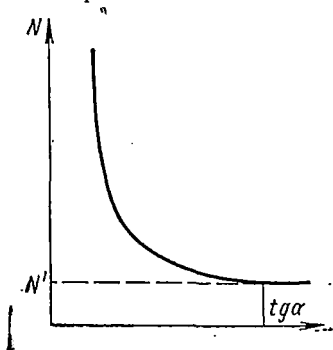


Рис. 34. Зависимость между усилием N и $\operatorname{tg} \alpha$

Для уменьшения площади, по которой происходит срез стебля, надо уменьшить силу N . Эта сила зависит от остроты лезвия, угла его фаски и угла резания α . Практика показывает, что оптимальное значение силы N лежит в зоне кривой, приближающейся к асимптоте.

При проектировании дисковых режущих аппаратов необходимо установить соотношения между поступательной скоростью машины и окружной скоростью дискового ножа.

Дисковый нож в зависимости от направления срезанной массы устанавливается под любым необходимым углом δ к поверхности. Наклон (рис. 35) дискового ножа влияет на качество среза: при ровном срезе $\delta = 90^\circ$, при волнистом — меньше 90° .

Для срезания стеблей фасоли дисковый нож устанавливают наклонно; лезвие устанавливают ниже стручков или даже ниже поверхности почвы на 1,5—2 см. Ножевой аппарат работает при $\delta = 5 \div 12^\circ$.

6. Рабочие органы приспособлений к косилкам

Для построения поверхности валкообразователя приспособлений к косилкам может быть применена теория построения винтовой и полувинтовой поверхности отвала плуга. Рассмотрим теорию построения винтовой поверхности (геликоида), предложенную акад. В. П. Горячкиным, по которой формы отвалов получают из первоначальной формы, представляющей собой трехгранный клин $ABCO$ (рис. 36).

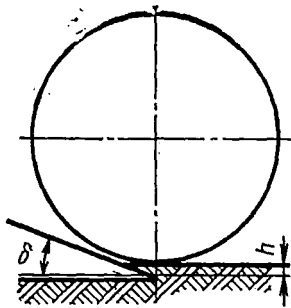


Рис. 35. Наклон дискового режущего ножа во время работы

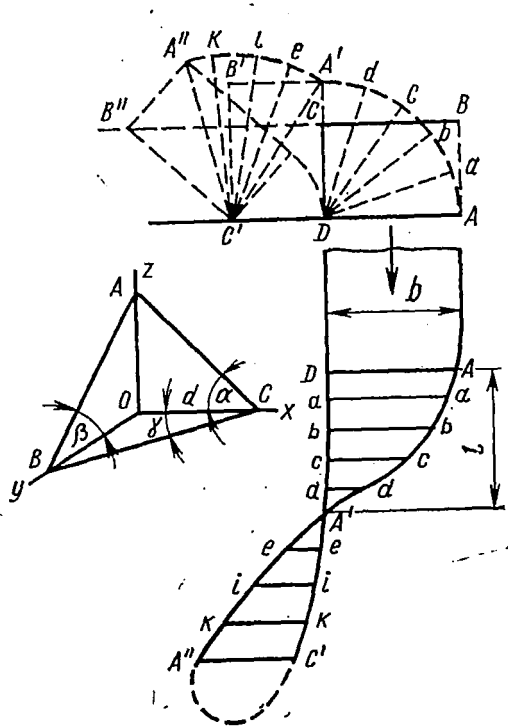


Рис. 36. Образование винтовой поверхности вращением образующей

Клин $АСО$ поднимает пласт и крошит его, клин $АВО$ способствует установке поднятого пласта на бок, а клин $ВСО$ отодвигает пласт в сторону и очищает путь для следующего прохода плуга.

Если сзади клина с углом α поставить ряд таких же клиньев, но с постепенно возрастающим углом наклона, получится цилиндрическая поверхность с параллельными образующими. Если при этом одновременно изменять установку клиньев, т. е. угол β , получится поверхность цилиндриды с образующими, наклон которых постепенно увеличивается, а следовательно, улучшается оборачивание пласта. Если сзади клина с углом γ поставить ряд клиньев с постепенно возрастающими углами, то получится винтовая поверхность. Такой способ образования поверхности отвалов позволяет судить о качестве работы по виду кривых, полученных при пересечении отвала горизонтальной и вертикальной плоскостями. Кроме того, этот способ позволяет подбирать к эмпирическим формам отвалов правильные линейчатые поверхности и затем на основании классификации существующих форм проектировать разнообразные отвалы.

Наиболее простой формой линейчатой поверхности будет плоскость. Если одной направляющей служит винтовая линия, другой — горизонтальная прямая, а образующие параллельны

вертикальной плоскости (рис. 36), то это будет геликоид. Таким образом, указанный способ образования поверхности отвалов основан на перемещении образующей параллельно горизонтальной плоскости.

Винтовая поверхность (рис. 36) может быть образована двумя способами: подбором гиперболического параболоида: построением ряда лучей, выходящих из точки D с одним и тем же наклоном.

Рассмотрим образование винтовой поверхности. Пласт, поперечное сечение которого изображено на чертеже (рис. 36), подрезан по линии AB ножом-делителем, а по линии AD горизонтальным ножом косилкой. Сначала он поворачивается около ребра D , занимая постепенно положение, показанное на чертеже пунктиром; далее, после поворота на 90° , начинает вращаться уже около ребра C' , пока не ляжет на пласт предыдущей полосы. Это происходит до тех пор, пока пласт двигается под напором срезанной массы. Одновременно на пласт действует сила сцепления стерни срезанных растений с нижней поверхностью пласта.

Необходимо отметить, что образовать валок заданной формы можно в том случае, если сила трения скошенных растений о стерню и почву превышает силу трения о рабочий орган валкообразователя (полосу, прутки, лист, доску). В противном случае срезанная масса зависает на валкообразователе. Таким образом, рабочая поверхность полос, прутков, листов и т. д. должна быть хорошо обработана.

Пласт вначале движения по решетке приспособления параллельно поверхности, а затем вверх по соответствующей поверхности отвала.

Представим, что линия AD (см. рис. 36) изображает переход массы с горизонтальной поверхности решетки в наклонное положение отвала. Решетка передвигается вместе с косилкой на расстояние Aa . При этом поверхность отвала совпадает с нижним ребром профиля пласта в его наклонном положении Da , если при этом на такое же расстояние решетка (с косилкой) передвигается вперед. Аналогично, на расстоянии ab от первоначального положения AD поверхность отвала будет совпадать со вторым наклонным положением пласта bD , затем с третьим наклонным положением cD и т. д.

Из горизонтального положения, характеризуемого линией AD , вращением около ребра D пласт постепенно поднимется, образуя в сечении профиль, совпадающий с нижним ребром профиля. Можно сказать, что передняя часть отвала, предназначенная для перевода пласта из первоначального горизонтального положения в промежуточно-вертикальное, должна представлять собой винтовую поверхность, образованную движением прямой AD , вращающейся около точки D , как около центра, и в то же время перемещающейся параллельно самой себе.

Таким образом, задняя часть поверхности отвала, переводящая пласт из промежуточного вертикального положения в конечное наклонное, должна также представлять собой винтовую поверхность, уже образованную вращением прямой DA' около оси, проходящей через точку C' с одновременным перемещением параллельно самой себе в направлении, обратном движению силки.

Первое положение поверхности отвала показано на рис. 34 от линии AD до точки A' , а второе — от точки A' до $A''C'$.

Анализируя форму решетки валкообразователя и сравнивая ее с формой отвалов плугов подобного типа, можно с некоторым упрощением применить методику проектирования винтовых поверхностей отвалов плугов. Формирование вала путем свертывания слоя скошенных стеблей в цилиндр является более рациональным способом вследствие уменьшения потерь.

Валок в виде цилиндра более рыхлый и имеет симметричный профиль, что улучшает условия сушки срезанной массы. Винтовое направление массы растений концами полос (или прутков) в конце валкообразователя содействует формированию подобного вала.

Уравнения и траектории крайних точек вала, образованного из скошенной массы, можно по аналогии, с некоторыми допущениями, сравнить с уравнениями и траекториями движения точек почвообрабатывающих фрез.

Один из допусков состоит в том, что скручивание вала из срезанного слоя (например, гороха) происходит вокруг воображаемой оси $O-O$ (рис. 37) вала. Движение пласта, его скручивание главным образом зависит от напора скошенной массы, между тем, как рабочие органы фрезы крепятся к валу и совершают сложное движение: переносное и относительное.

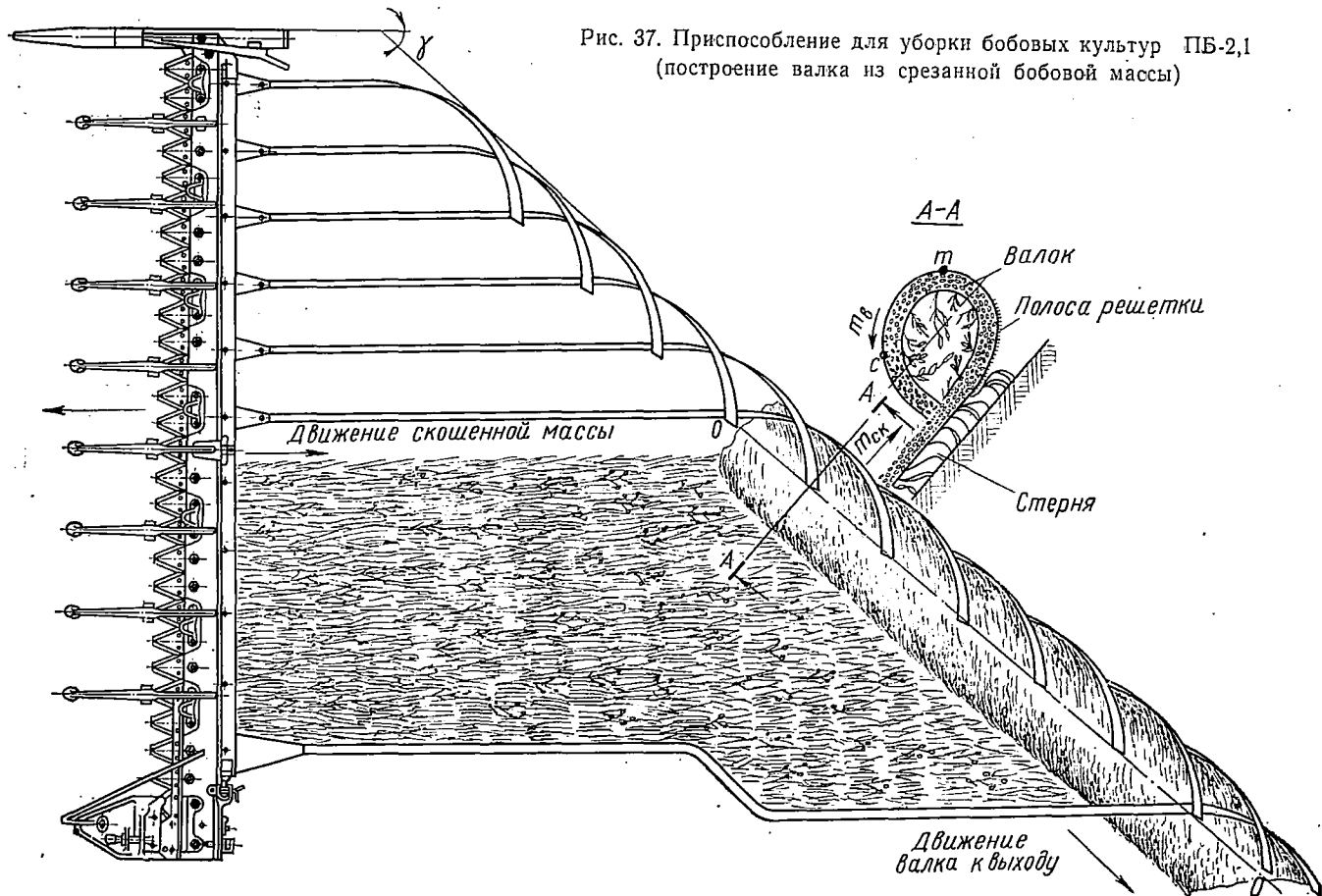
Рассмотрим движение крайних точек вала, скрученного из непрерывно подаваемого слоя гороха. Пласт движется по валу до точки c , связанной с поверхностью отвала, далее движение точек пласта подчиняется физическим законам движения материальной точки под углом к горизонту, т. е. траектория точки m на этом участке представляет собой параболу.

В конце движения траектория точки m изменяется благодаря встречи с движущимся по решетке пластом.

Каждая частица вала вращается вокруг оси $O-O$ с направленной по касательной к валку скоростью v_v и одновременно с такой же скоростью перемещается в горизонтальном направлении по направлению оси $O-O$ к выходу. Складывая скорости, можно для каждого положения частицы найти направление и величину абсолютной скорости ее движения в пространстве.

Для определения давления пласта на поверхность винтового отвала (валкообразователя) рассмотрим движение срезанной массы гороха в виде слоя ограниченных размеров. Пусть ширина этого слоя равна ширине решетки под двумя ее полосами.

Рис. 37. Приспособление для уборки бобовых культур ПБ-2,1
(построение вала из срезанной бобовой массы)



Слой массы гороха, особенно полеглого и сплетенного, можно сравнить с пластом почвы, конечно, с некоторыми допущениями.

Введем следующие обозначения; $ABCD$ — поперечное сечение пласта, опирающегося на отвал; ω — переменный угол вращения; G_1 — вес слоя гороха между поперечными сечениями; α — угол между диагональю прямоугольника $ABCD$ и его стороной.

Разложим силу G_1 на две: силу P_1 , перпендикулярную опорной грани CD , и G'_1 (рис. 38, а).

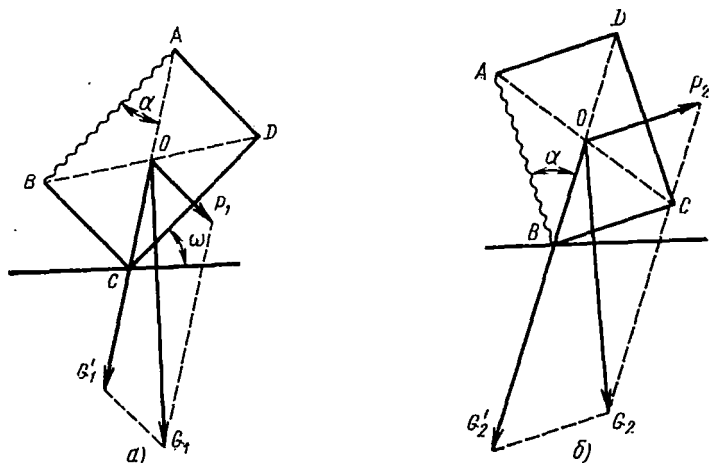


Рис. 38. Определение сил P_1 и P_2 :
 а — давление пласта на переднюю часть отвала (решетку);
 б — давление пласта на заднюю часть отвала

Из силового треугольника имеем

$$P_1 = \frac{G_1}{\cos \alpha} \cos(\omega + \alpha).$$

Для задней части отвала (рис. 38, б)

$$P_2 = \frac{G_2}{\cos \alpha} \sin(\alpha - \omega),$$

где G_2 — вес слоя гороха на задней части отвала; P_2 — давление пласта на заднюю часть отвала.

Для определения силы подъема пласта винтовыми концами валкообразователя воспользуемся формулой

$$P = Gab \left[\left(\frac{b}{a} \sin \beta - \frac{a}{2} \cos \beta \right) - \left(\frac{b}{2} \sin \alpha + \frac{a}{2} \cos \alpha \right) \right] = \\ = Gab(h_2 - h_1),$$

где h_2 и h_1 — высоты центра тяжести пласта в начальном и конечном положении;

- α — угол наклона пласта в начале подъема по наклонным полосам решетки;
 β — конечный угол наклона;
 x — расстояние поперечного произвольного сечения от начала подъема пласта;
 G — вес 1 м³ пласта (в среднем);
 a и b — толщина и ширина пласта.

Изменение центра тяжести пласта можно определить графически. Пусть $ABCD$ (рис. 39) — начальное положение пласта; $A_1B_1C_1D_1$ — конечное; O и O_1 — положения центра тяжести.

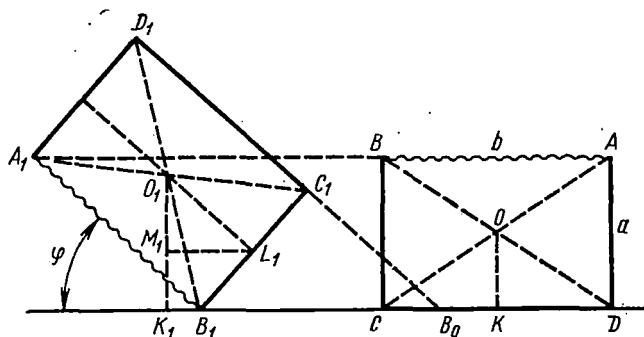


Рис. 39. Определение центра тяжести пласта

Из рис. 36 видно, что центр тяжести поднимается на высоту $i = O_1K_1 - OK = O_1K_1 - O_1M_1 = K_1M_1$. Так как

$$O_1M_1 = \frac{b}{2} \sin \alpha = \frac{d}{2} \cos \alpha, \quad \text{то} \quad i = M_1K_1 = \frac{d}{2} \cos \alpha,$$

но

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{b}, \quad i = \frac{a}{2b} \sqrt{b^2 - a^2}.$$

$$\text{Если } \frac{b}{2} = \sqrt{2}, \quad \text{то } i = \frac{a}{2} \sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \frac{a}{2\sqrt{2}} = \frac{b}{4}.$$

Усилие P , необходимое для подъема пласта,

$$P = \frac{\Delta ab^2}{4},$$

где Δ — плотность массы срезанного гороха.

Для определения длины передней и задней частей винтового отвала рассмотрим движение пласта по решетке валкообразователя. Относительное движение опорной точки пласта складывается из равномерного вращательного и поступательного движений.

Из механики известно, что при движении точки по винтовой линии сила

$$H = P \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

где P — давление пласта в рассматриваемой точке;
 α — угол винтовой линии с образующими цилиндров;
 φ — угол трения,
а к.п.д. винтового отвала

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}.$$

Из условия $\frac{d\eta}{d\alpha} = 0$ найдем, что к.п.д. η достигает максимального значения при $\alpha = \frac{90^\circ - \varphi}{2}$. Задавшись углом трения, определим из последнего уравнения оптимальное значение угла α , зная который можно определить длину передней и задней частей отвала при данной ширине пласта.

Рассмотрим перемещение срезанной массы растений в связи с повышением поступательной скорости косилки.

Выше было рассмотрено графическое построение винтовой поверхности отвала. Пласт, вырезанный из поступающей массы стеблей гороха в виде параллелепипеда, отстоит от линии AD (см. рис. 36) до вертикальной образующей на расстоянии l .

При прохождении «отвалом» пути l пласт поворачивается на угол $\frac{\pi}{2}$. Средняя угловая скорость вращения пласта $\omega_{\text{ср}}$ определится, если угловое перемещение $\frac{\pi}{2}$ разделить на время, в течение которого произошло это перемещение, т. е.

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{v}{l}.$$

Если известен шаг T винта, то, разделив угловое перемещение (один полный оборот пласта) на время, в течение которого происходит это движение, найдем скорость ω , т. е.

$$\omega = 2\pi \frac{v}{T}.$$

Возникающая центробежная сила оборачиваемого пласта с увеличением скорости возрастает и становится равной силе тяжести, а при дальнейшем повышении скорости начинает ее превосходить. В этом случае пласт будет не только оборачиваться, но и подбрасываться. Наиболее опасными при этом будут те моменты его поворота вокруг ребер, когда направление центробежной силы будет противоположным направлению силы тяжести.

Предельная угловая скорость поворота пласта, при превышении которой могло бы начаться его подбрасывание, определится из равенства центробежной силы и силы свободного падения

$$\omega^2 r = g,$$

где r — половина диагонали поперечного сечения пласта.

Из приведенных выше уравнений найдем

$$\frac{2\pi v}{T} = \sqrt{\frac{g}{r}},$$

откуда линейная скорость косилки

$$v = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{r}}.$$

Необходимо заметить, что при предельной скорости движения центробежные силы отдельных частиц, оторванных от пласта, увеличивают потери, особенно сухой массы.

Известно, что предельным положением, как отмечал акад. В. П. Горячкин, после которого пласт получает возможность заваливаться под действием собственного веса, будет такое, когда диагональ поперечного сечения пласта занимает вертикальное положение (первый случай оборота пласта). Учитывая же скорость оборота, предельным положением можно считать то, при котором пласт, будучи предоставлен самому себе, будет в состоянии за счет приобретенной «живой» силы дойти до «мертвого» положения (второй случай оборота пласта).

Если для первого случая оборота предельный угол поворота (см. рис. 36)

$$\varphi = \frac{\pi}{2},$$

то для второго случая этот угол должен иметь меньшее значение.

Запас «живой» силы вращающегося пласта во втором случае должен быть равен работе, которую необходимо затратить для того, чтобы центр тяжести условного параллелепипеда пласта поднять на высоту h , т. е.

$$J \omega^2 = Gh,$$

где $h = K_1 M_1$ (см. рис. 36);

J — момент инерции;

ω — угловая скорость вращения пласта;

G — вес параллелепипеда пласта.

Другой, близкой к винтовой, поверхностью валка срезанной массы может являться поверхность цилиндрического отвала.

Теория образования этой поверхности, предложенная В. П. Горячкиным, может быть использована в данном случае, так как поступательная скорость косилки с приспособлением намного выше, чем поступательная скорость плуга, потому что при достаточно быстром движении косилки частицы по инерции могут продолжить движение по винтовой линии.

Таким образом, повышение поступательной скорости машины или пласта, особенно связного, способствует скручиванию его в спираль.

Оборачивание пласта по цилиндрической поверхности можно сравнить с оборачиванием по винтовой поверхности:

пласт, скручиваемый в спираль, непрерывно перекачивается, вращаясь вокруг геометрической оси $O-O$ в направлении, перпендикулярном образующим (см. рис. 34); абсолютная скорость v перемещения геометрической оси

$$v = v_m \sin \gamma,$$

где v_m — скорость движения машины в рабочем положении;

γ — угол между образующими цилиндра со стороны полевого делителя;

пласт, перекачиваясь и свертываясь в валок, скользит вдоль образующих отвала с относительной скоростью.

Перемещение любой точки пласта происходит в плоскости, перпендикулярной к образующим цилиндра, а путь перемещения этой точки равен длине окружности цилиндра.

Таким образом, между шириной пласта, углом γ и радиусом r перекачиваемого цилиндра существует зависимость

$$b = 2\pi r \cos \gamma.$$

Для сохранения правильной спирально-цилиндрической формы пласт должен иметь такую скорость перекачивания, при которой в его высшей точке центробежная сила будет равна силе тяжести, т. е. когда центростремительное ускорение будет равно ускорению свободного падения.

7. Рабочие органы жаток

Мотовило является одним из основных рабочих органов жаток. Планка мотовила совершает сложное движение: переносное вместе с машиной со скоростью v и относительное с угловой скоростью ω . Движение крайней точки планки мотовила характеризуется следующими уравнениями:

$$x = R \left(\frac{\varphi}{\lambda} + \cos \varphi \right); \quad y = R \sin \varphi,$$

где R — радиус мотовила;

λ — показатель кинематического режима, $\lambda = \frac{u}{v}$;

$u = \omega R$ — окружная скорость конца планки мотовила.

Эти уравнения определяют траекторию движения — циклоиду, причем ее форма зависит от величины λ ; при $\lambda > 1$ она будет удлиненной.

На рис. 40 показано, как при работе конец планки, двигаясь по циклоиде ABC , захватывает стебли и наклоняет их от точки A до точки A_1 . Точка A_1 находится на пересечении дуги радиусом AA_0 , равном длине стебля L , с восходящей ветвью BC

циклоиды. Чтобы стебли не вернулись в исходное положение, необходимо их срезать, т. е. найти правильное положение ножа, точнее — положение мотвила относительно ножа. На рис. 40 такое положение соответствует точке F . В этом месте ширина полосы стеблей b , срезаемых ножом, $b = x_A - x_E$.

Продифференцировав вышеприведенные уравнения по углу поворота, получим для проекции скорости абсолютного движения точек конца мотвила на осях x и y следующие выражения.

$$u_x = R \left(\frac{1}{\lambda} - \sin \varphi \right) \frac{d\varphi}{dt};$$

$$u_y = R \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt}.$$

Заменяя $\frac{d\varphi}{dt} = \omega$ и $R\omega = u$, получим

$$u_x = v - u \sin \varphi; \quad u_y = u \cos \varphi.$$

Найдем скорость u_n конца планки мотвила;

$$u_n = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}.$$

Подставив сюда вышеприведенные выражения скоростей u_x и u_y , получим

$$u_n = v \sqrt{1 - 2\lambda \sin \varphi + \lambda}.$$

Определим скорость планки в точке A летли циклоиды (рис. 4). До точки A стебли отклонялись планкой от режущего аппарата, а после нее стали подходить к нему. Абсолютная скорость в этой точке направлена вниз, а ее горизонтальная составляющая u_{xA} равна нулю, т. е.

$$u_{xA} = v - u \sin \varphi_A = 0 \quad \text{или} \quad u \sin \varphi_A = v.$$

Выражая скорость через соотношение λ , получим

$$\sin \varphi_A = \frac{1}{\lambda}.$$

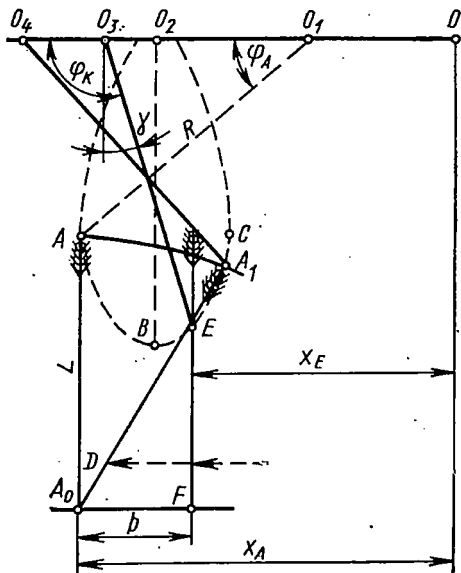


Рис. 40. Траектория движения точек конца планки мотвила

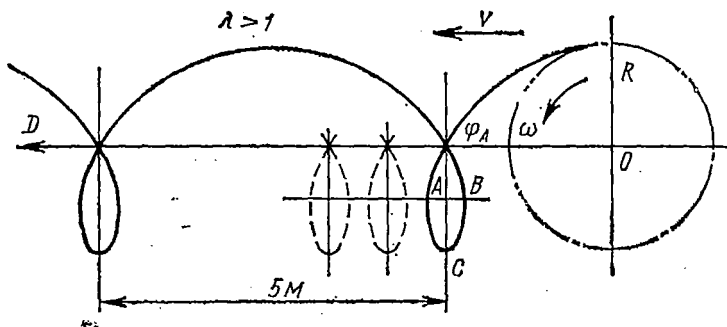


Рис. 41. Подвод стеблей планкой мотовила

В пределах рабочей части петли (см. рис. 40) наибольшая абсолютная скорость будет в точках *A* и *B*. Скорость u_A конца планки мотовила

$$u_A = v \sqrt{\lambda^2 - 1}.$$

Если планка входит в растительную массу в положении, соответствующем точке *A*, то она ударяет по колосу со скоростью u_A . Эта скорость не должна превышать некоторых предельных значений u_D , чтобы устранить вымолот зерна мотовилом и, следовательно, потери свободным зерном, т. е. $u_A \leq u_D$. Подставляя это неравенство в вышеприведенное выражение, имеем

$$\lambda \leq \sqrt{\frac{u_D}{v^2} + 1};$$

отсюда следует, что с увеличением скорости машины соотношение скорости λ уменьшается, а при постоянном значении u_D скорость конца планки мотовила в относительном движении может быть тем больше, чем выше скорость движения машины.

Определим скорость полотняно-планчатого транспортера. Сброс срезанной массы в валок осуществляется полотняно-планчатым транспортером, изготовленным из прорезиненной ткани.

Растения, срезаемые с полосы шириной L , укладываются в валок. Форма вала (ширина и высота) оказывает влияние как на продолжительность дозревания и подсыхания всей массы, так и на последующую работу подборщиков.

Ширина вала зернобобовых культур, принятая равной 1,6—1,7 м, зависит от количества стеблей, поступающих на транспортер в единицу времени, и от скорости самого транспортера.

Из рис. 42 определим толщину слоя h стеблей на (платформе) транспортере. Приняв точку O за начало координат и направив ось x вправо, определим толщину слоя стеблей на расстоянии x от начала координат.

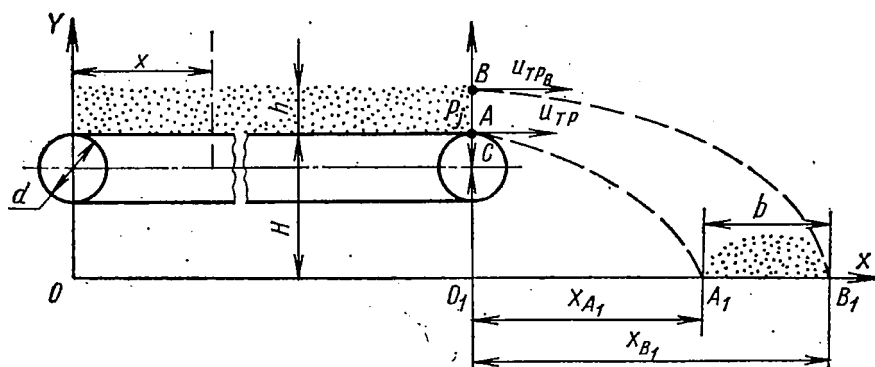


Рис. 42. Полотняно-планчатый транспортер жатки ЖБА-3,5

При скорости полотна $u_{\text{ТР}}$ найдем промежуток времени, за который какая-либо точка полотна, выйдя из начала координат, пройдет путь x :

$$t_x = \frac{x}{u_{\text{ТР}}}.$$

За это время машина при скорости передвижения v_0 пройдет путь

$$S_x = v_0 t_x.$$

Толщина слоя стеблей на полотне на расстоянии x от начала координат будет пропорциональна этому перемещению и густоте стеблей на поле, т. е.

$$h_x = K S_x,$$

где K — коэффициент, зависящий от густоты стеблестоя или числа стеблей на единице площади.

На основании вышеприведенных уравнений имеем

$$h_x = v t_x = K v_0 \frac{x}{v}.$$

В конце полотна толщина слоя

$$h = K \frac{v l}{u_{\text{ТР}}},$$

где $u_{\text{ТР}}$ — скорость транспортера;

l — длина транспортера, которая может быть равна ширине захвата жатки L .

Из полученного выражения видим, что толщина слоя стеблей, поступающих в валок, прямо пропорциональна скорости передвижения машины v_0 , длине транспортера или, что то же, ширине захвата машины и обратно пропорциональна скорости движения полотна v .

Количество стеблей, сбрасываемых в единицу времени, зависит от ширины захвата машины L , высоты h слоя стеблей на выходе с транспортера и скорости транспортера $u_{\text{тр}}$:

$$K_{\text{ст}} = \gamma L h u_{\text{тр}},$$

где γ — плотность слоя стеблей.

Примем, что стебли сбрасываются непрерывно и равномерно. Тогда

$$h = \frac{0,01 L v Q}{\gamma u_{\text{тр}}}.$$

При увеличении скорости v жатки будет увеличиваться скорость транспортера $u_{\text{тр}}$, с увеличением которой уменьшается толщина слоя h стеблей.

На рис. 42 показан сход стеблей с транспортера и траектория их движения. В точке A касания полотна с валиком на стебли действуют вес G стеблей и центробежная сила P_j . Если $P_j \geq G$, то стебли отрываются от полотна и совершают свободное падение.

Условие отрыва стеблей от полотна

$$\frac{u_{\text{тр}}}{r} \geq 9,8,$$

где r — расстояние от оси вращения валика до стеблей в м.

Стебли, которые касаются транспортера в точке A_1 , перемещаются по траектории AA_1 , а в точке B_1 , расположенной по высоте h от транспортера, — по траектории BB_1 .

Стебли, расположенные в точках A и B , сбрасываются с начальными скоростями $u_{\text{тр}A}$ и $u_{\text{тр}B}$:

$$u_{\text{тр}B} = \omega(r + h),$$

где r — радиус валика.

Составим уравнения перемещения стеблей относительно осей координат:

$$x_{A1} = u_{\text{тр}A} t_1; \quad y_{A1} = \frac{g t_1^2}{2};$$

$$x_{B1} = u_{\text{тр}B} t_2; \quad y_{B1} = \frac{g t_2^2}{2},$$

где t_1 и t_2 — время движения стеблей соответственно по траекториям AA_1 и BB_1 .

Решая эти уравнения, получим

$$x_{A1} = u_{\text{тр}A} \sqrt{\frac{2}{g} y_{A1}};$$

$$x_{B1} = u_{\text{тр}B} \sqrt{\frac{2}{g} y_{B1}}.$$

Ширина b укладки валька

$$b = x_{B1} - x_{A1} = u_{\text{тpA}} \sqrt{\frac{2}{g} y_{A1}} - u_{\text{тpB1}} \sqrt{\frac{2}{g} y_{B1}}.$$

Отсюда следует, что координаты x_{A1} , x_{B1} и ширина b валька зависят от скорости транспортера, высоты h слоя стеблей и расстояния H от нижней линии валька до верхней ветви полотна транспортера. Указанные расчеты сделаны без учета сопротивления воздуха, взаимодействия между стеблями и т. д. Необходимо заметить, что при больших урожаях и большой скорости машины ширина валька должна быть огромной, поэтому на практике в этих случаях для сужения валька на транспортере устанавливают сбоку щитки. В том случае, когда стебли на стерню укладываются врасстил, ширину b транспортера увеличивают.

Во время рабочего процесса на детали и узлы машины действуют силы инерции ножа и механизмов привода к нему, силы резания растений ножом, вес растений, силы, возникающие в приводах к рабочим органам жатки, и т. д.

Немалые инерционные нагрузки возникают от веса машины при транспортировании ее по неровным полевым дорогам на повышенных транспортных скоростях тракторов. Рассмотрим некоторые из этих нагрузок, определим их влияние на прочность отдельных деталей узлов и в целом на машину.

Для определения сопротивления передвижению режущего аппарата по полю рассмотрим рис. 43. Режущий аппарат жатки ЖБА-3,5 при работе опирается на почву ползками 1. Давление на ползки частично уравновешивается пружинами 2.

Если пружины находятся в свободном, не нагруженном состоянии и весь вес режущего аппарата Q_1 воспринимается ползками и шарнирами O , то в этом случае сопротивление передвижению режущего аппарата по полю будет максимальным.

Сопротивление передвижению всех ползков по почве

$$F = R_{\text{н}} f,$$

где f — коэффициент трения стали по почве.

Чтобы уравновесить давление режущего аппарата на почву, необходимо изменять длину пружин при помощи хомута. Можно подобрать такую величину уравновешивающей силы пружины, при которой давление ползков на почву будет полностью уравновешено.

Для определения нагрузки на мотовило (см. рис. 37) найдем массу гороха, приходящуюся на одну граблину:

$$q = \frac{30 v_{\text{м}} L}{n_{\text{м}} c},$$

где v — скорость машины; L — ширина захвата; $n_{\text{м}}$ — частота вращения вала мотовила; c — число планок мотовила.

Усилие, необходимое для перемещения срезанной массы гороха от ножа на транспортер, приходящееся на одну планку мотовила.

$$P_M = qf,$$

где f — коэффициент трения массы гороха по окрашенной стали.

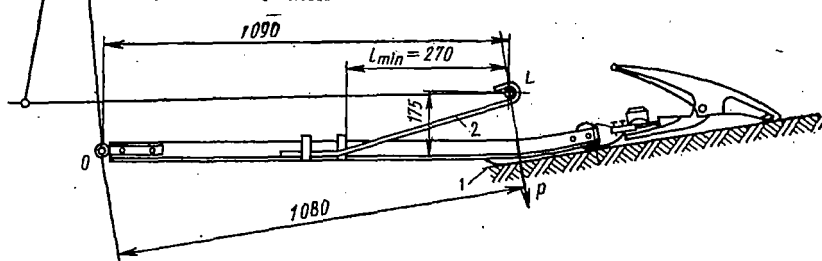


Рис. 43. Схема для определения сопротивления передвижению режущего аппарата по полю

Количество растений гороха, приходящееся на одну планку мотовила,

$$K = \frac{30 v_M L}{n_M c}.$$

Подача, приходящаяся на одну планку мотовила,

$$l_M = \frac{30 v_M}{n_M c}.$$

Общее усилие, приходящееся на граблину, и момент

$$P_{гр} = P_v K;$$

$$M_{кр} = P_{гр} R,$$

где K — количество растений.

Определим крутящий момент на валу привода к редуктору мотовила:

$$M'_{кр} = M_{кр} i \eta,$$

где i — передаточное число редуктора; η — к.п.д.

8. Детали и стеблеподъемники

При проектировании и изготовлении делителей и стеблеподъемников необходимо угол входа лифтера в растительную массу выбирать наименьшим. Объясняется это тем, что при перемещении на поверхности стеблеподъемника возникает сила трения

$F_{\text{тр}} = kN$, где k — коэффициент трения, а N — нормальное давление. Нормальное давление N днем почти постоянно для данной растительной массы, но возрастет утром и ночью от дополнительно вбираемой влаги. Оно резко увеличивается при работе от действия нормальной составляющей силы инерции, если угол наклона пера лифтера к горизонту слишком большой.

Чтобы уменьшить прилипание растений при работе в утренние часы, площадь соприкосновения рабочих органов с растениями должна быть наименьшей, наряду с этим стеблеподъемники должны быть прочными, а рабочая поверхность их хорошо обработана для уменьшения коэффициента трения.

Пассивный полевой делитель прижимного типа устанавливают на крайнем специальном пальце режущего аппарата. В верхней части делитель шарнирно связан со стойкой мотовила. Работа полевого делителя заключается в том, что он прижимает массу к земле, при этом ближайший к делителю стеблеподъемник приподнимает ее. В этот момент режущий аппарат перерезает стебли, отделяя, таким образом, срезанные растения от несрезанных.

Дисковый режущий полевой делитель, установленный на жатке, работает следующим образом. От носа делителя вертикальным цепным транспортером (с лапками) сплетенные и полеглые стебли приподнимаются и транспортируются к вертикальному дисковому ножу.

Дисковый нож разрезает сплетение и благодаря своему вращению отбрасывает срезанные стебли в сторону. Вертикальный транспортер содействует в работе мотовилу (или подборщику), перемещая полеглые и сплетенные стебли.

Рассмотрим кинематику дискового ножа и определим его основные размеры (рис. 44). При точном центрировании и равномерном вращении диска влияние сил инерции исключается,



Рис. 44. Схема активного режущего полевого делителя

поэтому возможно увеличение окружной скорости режущей кромки диска и вместе с ней поступательной скорости машины.

Резание стеблей дисковым ножом происходит обычно с сильным скольжением. Было установлено падение нормального давления резания с возрастанием скользящего перемещения лезвия по стеблям. При скользящем движении лезвия требуется добавочная сила, направленная перпендикулярно к лезвию, но внедрение ножа при этом значительно облегчается.

Для оценки скольжения лезвия акад. В. П. Горячкин ввел в расчеты коэффициент скольжения, от величины которого зависит нормальное давление и чистота среза.

Для определения усилий резания и перемещений ножа акад. В. А. Желиговский предложил динамометрический прибор (рис. 45). Испытуемые стебли протаскиваются через калиброван-

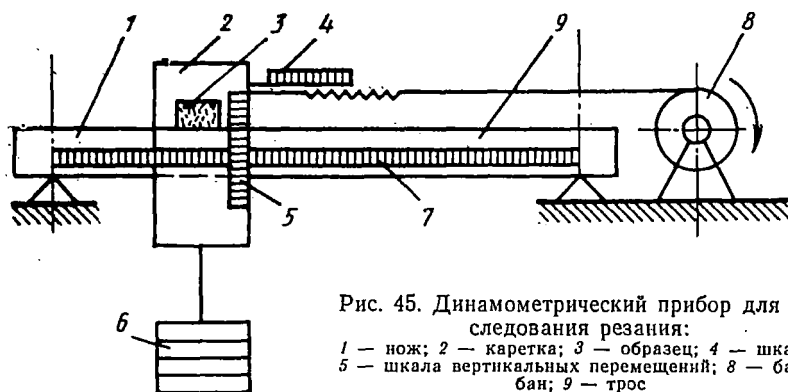


Рис. 45. Динамометрический прибор для исследования резания:

1 — нож; 2 — каретка; 3 — образец; 4 — шкала; 5 — шкала вертикальных перемещений; 6 — гири; 7 — шкала касательного перемещения; 8 — барабан; 9 — трос

ное отверстие диаметром 12 мм. Для всех опытов берут одно и то же количество стеблей, причем исследования проводят в период уборки испытываемой культуры.

Стебли закладывают в прорезь каретки 2 и зажимают винтом. Каретку нагружают гирями 6, создают нормальное давление резания. После этого барабаном 8 тянут каретку вдоль лезвия, получают усилие T .

По шкале 5 определяют полное вертикальное перемещение каретки, равное подаче, по шкале 7 — касательное перемещение S и по шкале 4 — касательное усилие T . Затем каретку разгружают и опыт повторяют с другим заданным нормальным давлением N , причем его в каждом следующем опыте увеличивают; Усилие T и перемещение S зависят от давления N .

Пользуясь полученными экспериментальными данными, можно подсчитать угол α между направлением силы N (нормали к лезвию) и направлением абсолютного перемещения любой режущей точки лезвия относительно разрезаемого материала (см. рис. 44).

Угол α можно определить по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{a_{\text{п}}},$$

где $\operatorname{tg} \alpha$ — коэффициент продольного перемещения; $a_{\text{п}}$ — подача.

Удельная работа резания

$$E = N + \operatorname{tg} \alpha,$$

или

$$E = \frac{1}{\cos \alpha} R \cos(\alpha - \beta),$$

где

R — равнодействующая сил N и T ;

β — угол между нормалью к лезвию и равнодействующей;

α — угол между нормалью к лезвию и абсолютным его перемещением в разрезаемом материале;

$R \cos(\alpha - \beta)$ — проекция равнодействующей силы на направление перемещения лезвия в разрезанном материале;

$\frac{1}{\cos \alpha}$ — путь, проходимый единицей длины лезвия в материале.

Пользуясь экспериментальными данными, построим кривые зависимости между нормальным давлением N лезвия, коэффициентом продольного перемещения $\operatorname{tg} \alpha$ или углом резания α и удельной работой резания E (рис. 46).

Из графика видно, что зависимость между силой N и $\operatorname{tg} \alpha$ имеет вид гиперболы. С уменьшением нормального давления затраченная удельная работа все время возрастает, наименьшая

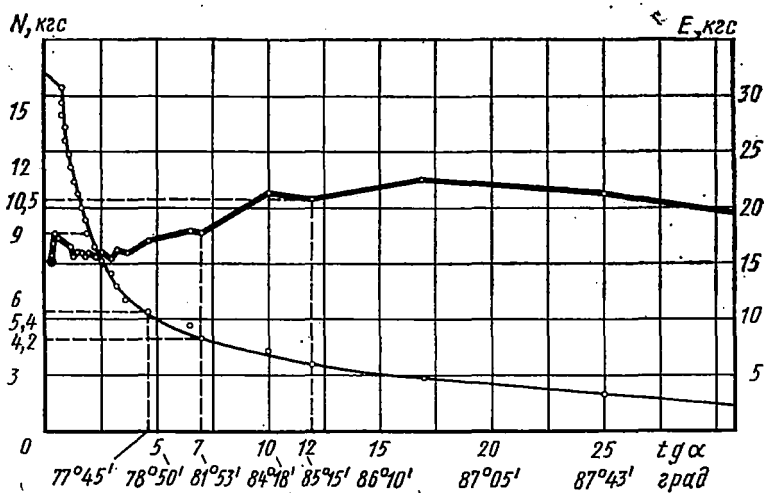


Рис. 46. Зависимость между нормальным давлением N лезвия, коэффициентом продольного перемещения $\operatorname{tg} \alpha$ и удельной работой резания

удельная работа резания имеет место при $\alpha=0$, т. е. при рубящем действии лезвия.

Параметры режущего диска должны быть такими, чтобы затраты усилий и удельной работы, необходимой для резания, были минимальными. При срезании стеблей одним диском без проволезвия необходимо уменьшить нормальное давление N .

Сила N , как видно из графика рис. 46, зависит от $\operatorname{tg} \alpha$. Характер изменения силы N показывает, что если $\operatorname{tg} \alpha$ увеличивать при $\alpha=85^{\circ}15'$, сила N уменьшится незначительно. Увеличение $\operatorname{tg} \alpha$ ведет к увеличению частоты вращения диска, так как $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{\text{окр}}}{v_{\text{п}}}$, где $v_{\text{окр}}$ — окружная скорость диска, а $v_{\text{п}}$ — поступательная скорость машины.

Увеличение частоты вращения диска связано с усложнением подшипников, увеличением расходов мощности на трение и т. д. Кроме того, на графике видно, что при $\alpha=85^{\circ}15'$ удельная работа резания возрастает. Среднее нормальное давление N начинает возрастать при $\alpha=77^{\circ}45'$.

Практически оптимальная сила N и удельная работа резания E будут при $\alpha=85^{\circ}15'$ или $77^{\circ}45'$.

Таким образом, для данного режущего диска и данной культуры оптимальное соотношение между поступательной и окружной скоростями

$$\frac{v_{\text{окр}}}{v_{\text{п}}} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Размер диска $r_{\text{д}}$, угловая скорость ω и частота вращения n определяются по формуле

$$v_{\text{окр}} = \frac{\pi n r}{30} = \omega r.$$

Чтобы определить размеры диска режущего полевого делителя, поступательную скорость машины заменяют поступательной скоростью транспортеров-подборщиков.

Это можно сделать в том случае, когда направление движения транспортера-подборщика совпадает с направлением нормали KN (рис. 44). В нашем случае направление транспортера-подборщика с направлением нормали составляет угол μ , величина которого зависит от расположения точки K пересечения направления движения транспортера-подборщика с направлением нормали.

Из чертежа находим

$$\frac{v_{\text{окр}} + v_m \sin \mu}{v_m \cos \mu} = \operatorname{tg} \alpha$$

или

$$v_{\text{окр}} = v_m \cos \mu \operatorname{tg} \alpha - v_m \sin \mu,$$

где v_m — скорость транспортера-подборщика.

Угол μ определяют из чертежа в зависимости от расположения точки K , которая выбирается из конструктивного расположения дискового ножа относительно горизонтального полотна машины.

Последнюю формулу можно упростить, заменяя

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}.$$

Окончательно получим

$$v_{\text{окр}} = \frac{v_m \sin (\alpha - \mu)}{\cos \alpha}.$$

9. Рабочие органы молотильных аппаратов

Молотильные устройства молотилок и комбайнов, состоящие из барабана и подбарабання (деки), бывают двух типов: бильные или бичевые (рис. 47, *и*) и штифтовые или зубовые (рис. 47, *б*).

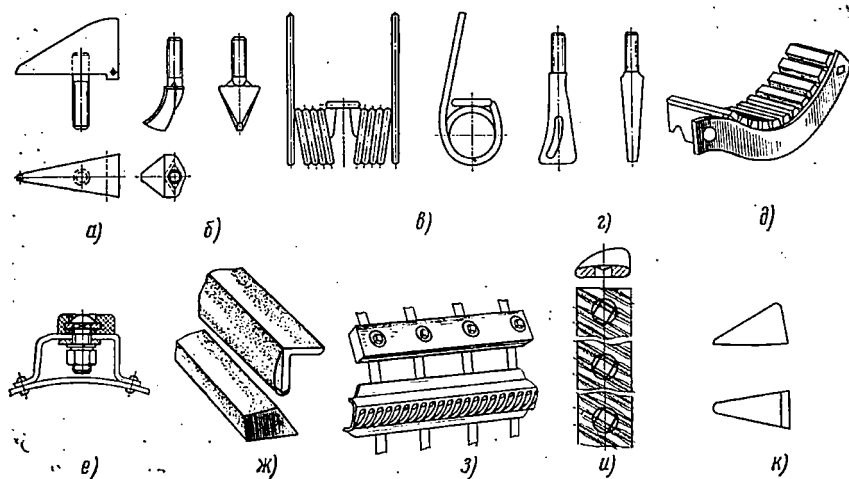


Рис. 47. Типы рабочих органов и приспособлений молотильных аппаратов для обмолота зернобобовых культур:

а — клиновидный зуб молотильного барабана; *б* — зуб молотилки БР-23; *в* — пружинный зуб (двойной); *г* — конический зуб; *д* — резиновая дека; *е* — бич; *ж* — приспособление к барабану комбайна и деки; *з* — деревянные бичи; *и* — бич с ребристой поверхностью; *к* — клиновидный зуб деки

Бильные барабаны различаются по количеству бичей (обычно шести- и восьмибичевые), а штифтовые — по числу ходов винтовой линии расположения зубьев.

Наряду с выполнением основной задачи — разрушения связей зерна (боба) с колосом (стручком) молотильное устройство в большинстве случаев является также сепарирующим органом и

в процессе движения массы в молотильном аппарате выделяет из соломы значительную часть зерна.

Особенно успешно с этой задачей справляются бильные молотильные устройства, которые всегда имеют решетчатую деку и выделяют до 80—90% зерна.

В штифтовых молотильных устройствах применяются деки двух типов: решетчатые и глухие. Через решетчатую деку выделяется до 30% зерна.

Производительность (пропускная способность) молотильного устройства зависит от его типа, обмолачиваемой культуры и равномерности подачи. Комбайны обеспечивают более равномерную подачу, чем молотилки. Производительность штифтового молотильного устройства пропорциональна количеству зубьев на барабане, а бильного — общей длине бичей.

Установлено, что при отношении зерна и соломы 1 : 1,5 производительность хлебной массы на один зуб (удельная подача) $c_0 = 0,020 \div 0,025$ кг/с, причем первая цифра относится к стационарной молотилке, имеющей менее равномерную подачу, а вторая — к комбайну. Такую же удельную подачу на единицу длины всех бичей можно принять для стационарной молотилки с бильным барабаном.

Равномерность подачи особенно существенно сказывается на работе молотильного устройства бильного типа, поэтому для комбайнов, оборудованных бильным молотильным устройством и работающих на полях с ровным стеблестоем или ровными, хорошо уложенными валками, расчетная удельная подача допускается до $c_0 = 0,035$ кг/с на единицу длины всех бичей.

При обмолоте хлеба с заданной соломистостью λ' удельная подача

$$c' = c_0 \frac{\lambda_0}{\lambda'}$$

где λ_0 — соломистость для средних условий обмолота урожая.

Расчетная производительность штифтового молотильного устройства $c = c'z$, а бильного $c = c'li$, где z — общее число зубьев на барабане, l — длина и i — число бичей барабана.

Чтобы сделать правильный выбор молотильного аппарата, необходимо знать схему машины и условия ее применения. При поперечной подаче выбирают бильное молотильное устройство, а при подаче неравномерным толстым слоем — штифтовое. Необходимо отметить, что одно и то же количество зубьев может быть размещено на коротком и длинном барабане в зависимости от принятого числа ходов d винтовой линии или в зависимости от числа зубьев, проходящих по одному следу за один оборот барабана.

В молотилках и комбайнах число ходов принимают от 2 до 5. Чтобы срезанные растения равномерно распределялись по длине барабана, рекомендуется число ходов брать небольшое, а ба-

рабан длинным. При равной подаче срезанных растений можно применить и бильное молотильное устройство. В том случае, когда равномерное распределение срезанных растений по длине барабана не обеспечено, выбирают большее число ходов и делают короткий барабан. Длина штифтового барабана зависит от общего количества зубьев z , от принятого числа ходов d и расстояния между центрами соседних зубьев барабана и деки t :

$$l = 2t \frac{z}{d}.$$

Длина бильного барабана

$$l = \frac{c}{c'i}.$$

Бильные барабаны применяются шести- и восьмибичевые. Качество работы штифтового молотильного устройства зависит от количества зубьев на барабане, числа рядов зубьев в деке, т. е. от числа встреч зубьев барабана с зубьями деки в единицу времени.

Большое влияние на качество обмолота бильного молотильного устройства оказывает угол обхвата барабана декой.

Для комбайнов, которые убирают более влажный хлеб, чтобы избежать заматывания барабана и забивания молотильного аппарата, угол обхвата принимают 146° . Кроме этого, устанавливают обратимое двухсекционное с независимой подвеской подбарабанье и его надставку.

Диаметр барабана выбирают из условия размещения необходимого количества бичей, момента инерции массы и уменьшения наматывания влажного длинностебельного хлебостоя. Обычно выбирают диаметр барабана до 600 мм (комбайны СКП-5, СК-5 «Нива»).

Рассмотрим устройство штифтового молотильного аппарата. Барабан этого типа имеет вал, на котором посажены литые круги с закрепленными на них планками, снабженными зубьями (штифтами). Зубья имеют нарезные хвостовики, закрепленные в планках гайками с пружинными шайбами.

Подбарабанье состоит из секций с зубьями. Секции вставляются в пазы обоймы, закрепляемой на раме машины.

ГОСТ 1053—56 предусматривает изготовление зубьев трех типов: саблевидные, клиновидные и симметричные. Саблевидные и симметричные зубья в зависимости от места крепления на барабане и подбарабанье различают нормальные, с удлиненным хвостовиком и укороченные, а клиновидные — нормальные и с удлиненными хвостовиками.

Зубья этих типов имеют в плоскости движения клиновидную форму, причем угол между боковыми плоскостями у вершины саблевидного и симметричного зубьев равен $4-5^\circ$, а у клиновидного 47° .

Саблевидные и симметричные зубья устанавливаются на барабанах, предназначенных для обмолота менее влажных хлебов, а клиновидные — для обмолота влажных хлебов.

Конструкция молотильного аппарата позволяет менять зазор между барабаном и подбарабаньем. Для изменения зазора деку устанавливают на разном расстоянии относительно барабана. При этом меняется зазор между зубьями, что необходимо для регулирования обмолота. С подъемом деки бильного барабана зазор между бичами и планками деки уменьшается. Зазор между зубьями барабана и подбарабанья при входе обычно делают больше, чем при выходе. Это обеспечивает лучшее захватывание массы растений барабаном. Выбор правильной регулировки молотильного аппарата зависит от обмолачиваемой культуры и ее состояния.

На рис. 47 показаны типы рабочих органов и приспособлений к молотильным аппаратам для обмолота зерновых культур. Бильный барабан комбайна СК-4 имеет два крайних диска, которые при помощи приваренных к ним ступиц укреплены на валу клиновидными шпонками. К дискам прикреплены заклепками подбичники.

Бичи (рис. 47, *и*) изготавливаются по ГОСТу 3294—53 из специальной ребристой стали профиля Б. Одна сторона бичей имеет рифленую поверхность и направление ребер по правой или по левой винтовой линии, расположенной относительно оси бича под углом 62° .

На барабане устанавливают четное число бичей, причем бичи с правым и левым направлениями ребер размещают поочередно. Это улучшает перетирание хлебной массы, предотвращает сбивание ее в одну сторону, уменьшает осевое давление на подшипники барабана. Подбарабанье бильного молотильного аппарата представляет собой решетку, охватывающую барабан.

Решетка изготовлена из прямоугольных планок, расположенных параллельно оси барабана и связанных между собой прутками круглого сечения.

Зазор между бичами барабана и планками подбарабанья неодинаков. При входе хлебной массы он больше, при выходе — меньше.

Для средних условий оптимальные зазоры при входе равны 16—24 мм, при выходе 4—6 мм. Величина зазора зависит от состояния хлебной массы.

Расчет молотильного (бильного) барабана. Длину барабана определяют по формуле, в основе которой лежит предположение, что при нормальной работе молотильного аппарата масса соломы, которая подвергается удару бичей всего молотильного аппарата, на единицу длины бича постоянна.

Длина молотильного барабана в зависимости от принятой производительности

$$l = \frac{10^4 11 M (1 + \alpha)}{\varphi z n},$$

где M — производительность молотильного барабана в т/ч;
 α — отношение соломы к зерну;
 φ — коэффициент использования молотильного барабана;
 z — число бичей барабана;
 n — частота вращения барабана в об/мин.

Количество хлебной массы, приходящейся на 1 м бича барабана,

$$M_0 = \frac{60 Q}{l z n},$$

где Q — производительность молотильного аппарата в кг/с;
 l — длина барабана в м;
 z — число бичей барабана;
 n — частота вращения молотильного барабана.

Диаметр барабана

$$D = \frac{v \Delta t z \cdot 1000}{\pi},$$

где v — окружная скорость барабана в м/с;
 Δt — время между ударами соседних бичей в с;
 z — число бичей барабана.

Потребляемая мощность барабана

$$N = \frac{Q v^2}{q (1 - f) 75},$$

где f — сопротивление подбоя.

Ширина молотилки современных комбайнов, диаметр барабана, частота вращения барабана и другие данные, необходимые для расчета производительности молотилки комбайна, иные; так, например, в комбайне СК-5 «Нива» ширина молотилки 1280 мм, диаметр барабана увеличен до 600 мм, $n=1900$ об/мин. Увеличена ширина захвата жаток комбайна и поступательная скорость. Так, например, поступательная скорость комбайнов СК-5 и СКП-5 составляет 5,15 км/ч, а комбайна СКД-5Р с двумя барабанами 4,86 км/ч. Ширина захвата жаток 5 м.

На рис. 48 показан молотильный аппарат комбайна СКД-5 с двумя барабанами. Исследования показывают, что трудность вымолачивания бобов значительно возрастает с повышением их влажности. Обычно масса бобовых культур перепутана, что увеличивает степень ее измельчения. В связи с этим увеличивается и расход мощности.

Как показали опыты, с увеличением влажности снижается процент повреждения зерна. При высоких окружных скоростях молотильного барабана разрушаются стебли и стручки бобовых культур, поэтому ворох содержит большое количество коротких

частиц, отчего перегружаются сепарирующие органы молотилки и ухудшаются условия выделения из вороха зерна.

Акад. В. П. Горячкин писал, что можно понизить процент дробленого зерна при обмолоте путем последовательного пропуска хлеба массы через два барабана. Он указал, что основная масса, причем лучшего зерна, отделяется от колоса сравнительно легко. Для вымолачивания этого зерна не требуется больших скоростей первого барабана. Вымолоченную часть зерна нужно выделить, прежде чем хлебная масса поступит на второй барабан, который для вымолота всего зерна, без потерь, должен иметь значительную скорость.

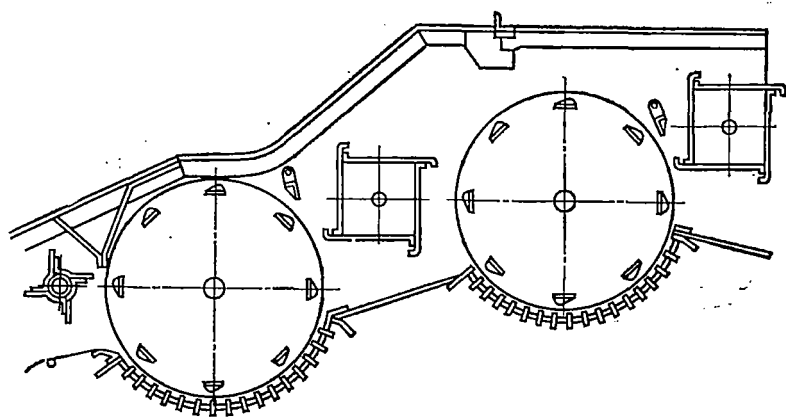


Рис. 48. Молотильный аппарат с двумя бильными барабанами

Сравнительные испытания трех типов молотильных устройств на обмолоте фасоли были проведены с целью нахождения причин повреждения бобовых семян и возможности снижения повреждения семян при обмолоте.

При определении размеров экспериментальной установки на основании предыдущих опытов исходили из того, что длина барабана существенно не влияет на качество обмолота, а влияет лишь на производительность и энергоемкость процесса обмолота. Качество же работы молотильного аппарата зависит главным образом от диаметра барабана, скорости его вращения, конструктивного выполнения, материала бичей, штифтов, зазоров между бичами барабана и планками деки, штифтами (если барабан и дека штифтовые), а также состояния и свойств зернобобовой массы.

Учитывая большую трудоемкость работ по качественной и количественной оценке обмолота (определение недомолота, повреждения семян, степени измельчения соломы и т. д.), длина молотильного барабана была принята равной 500 мм. Габарит-

ные размеры барабана и деки соответствовали размерам штифтового барабана и деки.

Рама установки была изготовлена из углового железа сечением 60×40 мм, корпус — из листовой стали $\delta=1,5$ мм. Штифты (зубья) на барабане и деке имели форму трехгранного клина, причем при работе встречная конусность зубьев (барабана и деки) способствовала выжиманию (выдавливанию) семян из боба за счет постепенного уменьшения зазора в момент прохождения зуба барабана между двумя конусными зубьями деки.

Зуб барабана в отличие от зуба деки имел выступ, который позволял сохранить при динамической нагрузке постоянство зазоров между гранями клина барабана и гранями клина деки. Зубья деки были приварены к раме деки и образовывали решетку для отделения вороха от стебля (соломы).

Таким образом, для повышения перетирающей способности молотильного устройства боковые грани выступов выполнены наклонными, образующими с основанием выступов трехгранный клин.

Для обмолота хрупких культур клиновидные зубья могут быть изготовлены из резины или другого упругого материала. Для труднообмолачиваемых культур боковые грани выступов могут быть выполнены рифлеными.

Подача растительной массы в молотильный аппарат осуществлялась при помощи полотняно-прорезиненного транспортера, который во время испытания присоединялся к молотильной части установки. Ширина этого транспортера (50 мм) равна ширине молотильного устройства, длина 10,4 м. Такие размеры позволяют укладывать растительную массу до 19 кг тонким слоем, чтобы избежать забивания барабана.

Рама транспортера опирается на четыре самоустанавливающихся колеса. Такая конструкция позволяет не только перевозить транспортер, но и быстро его устанавливать. Кроме того, наличие у каждого колеса домкратов позволяет плотно устанавливать на желаемую высоту, а также горизонтально и наклонно.

Питательный транспортер может быть использован и на других работах, например для подачи не только соломы, но и грунта. Транспортер имеет привод от электромотора. Скорость ленты транспортера 1,4 м/с.

В приемной камере молотильной установки вместо питательного барабана установлена наклонная доска, по которой масса растений направляется к молотильному барабану.

Для определения количества выделенного зерна и соломы по длине деки и влияния продолжительности нахождения бобов в молотильном аппарате на их повреждение под декой имеется четыре отдельных сборника. На выходе из молотильного аппарата установлен пятый сборник. Привод молотилки осуществляется от электродвигателя и трансмиссии.

Трансмиссионная передача состоит из специально изготовленных шкивов и ремней, при помощи которых достигается необходимая окружная скорость молотильных барабанов. Контроль скорости осуществляется при помощи тахометра, шпindelь которого приставляется к торцу вала барабана.

Для улучшения наблюдения за работой молотильного устройства стенки молотильной камеры выполнены прозрачными.

Бильный барабан и дека (типа СК-4) установлены на место штифтового барабана. Подбарабанье изготовлено съемным, из четырех секций. Секции вставлены в рамку, впереди шарнирно соединенную с механизмом подъемника, а сзади с эксцентриками, при помощи которых устанавливаются зазоры входа массы в подбарабанье и выхода из него.

В планках деки имеются отверстия для прутков, расстояние между которыми в 2 раза шире, чем у производственной деки. Таким образом, дека бильного барабана представляет собой ре-

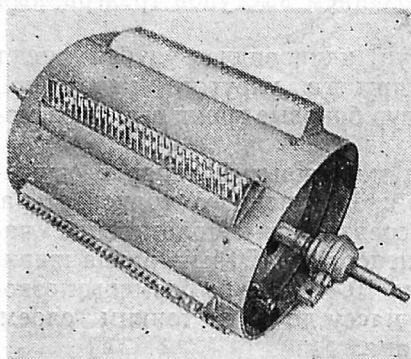


Рис. 49. Бильный барабан

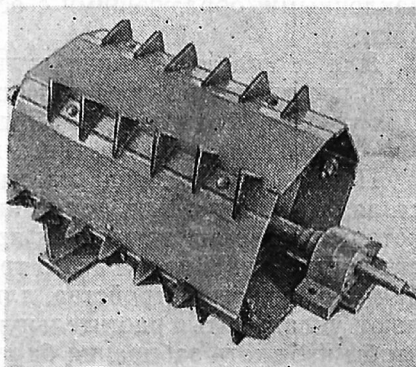


Рис. 50. Молотильный барабан с штифтами, имеющими форму трехгранного клина

шетку, образованную планками и проволокой. Просветы между бичами барабана закрыты щитками. Предварительные опыты с открытым барабаном показали, что во время работы вал барабана часто заматывается растениями, дробит солому и зерно. Щитки между бичами барабана устраняют попадание стеблей и зерна в молотильный барабан.

У бильного барабана изменено крепление подбичников, которые приварены к дискам барабана; обычно же подбичники к дискам приклепывают.

Крепят и располагают бичи на подбичниках так же, как и в обычном барабане, т. е. привинчивают к подбичникам (рис. 49) и располагают в чередующемся порядке с наклоном рифов вправо и влево.

Конструкция молотильного устройства с штифтами, имеющими форму трехгранного клина. Основными частями барабанной

молотилки являются барабан (рис. 50) и окружающая его (частично) по боковой поверхности дека. Зубья (штифты) рядами расставлены по барабану и в деке. Во время работы молотилки подаваемые растения непрерывно протягиваются в промежутке между декой и барабаном.

Зубья выполняются нескольких форм: симметричные и клиновидные.

Симметричные зубья имеют то преимущество, что при изнашивании одной их стороны, которая идет вперед, зуб может быть повернут на 180° вокруг своей оси и в работу вступает другая грань, имеющая тот же наклон. Остальные формы зубьев не допускают этого.

Клиновидный зуб имеет большой угол наклона боковых граней и позволяет изменять расстояние между рабочими гранями.

Клиновидные зубья имеют конусность в двух рабочих плоскостях. Угол конуса в вертикальной плоскости равен 30° , а в горизонтальной 20° .

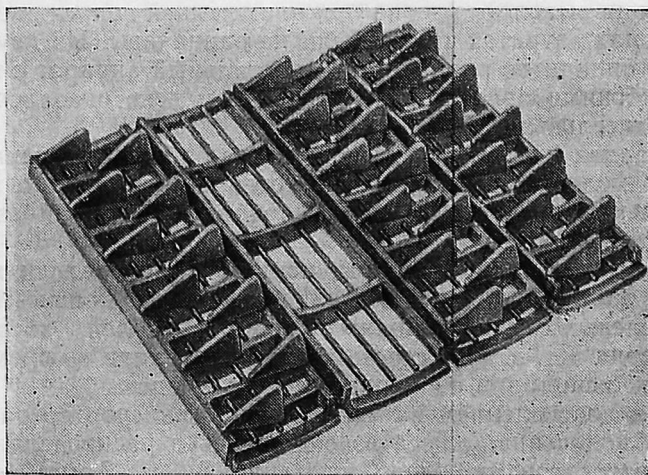


Рис. 51. Дека со штифтово-клиновидными зубьями

Рабочая поверхность молотильного барабана с зубьями, имеющими форму трехгранного клина, больше, чем бильного барабан имеет наименьшее число штифтов (зубьев) ($z=36$ шт.), выше.

При обмолоте при помощи штифтовых барабанов устанавливаются секции деки с штифтами-зубьями (рис. 51). Штифтовый барабана. Следовательно, производительность его намного наибольшее число планок — 6 шт.

Для сравнительных испытаний было выбрано два типа моло-

тильных устройств с различными рабочими органами. Целью испытаний было изучение влияния различных механических воздействий на зерно (бобы) с целью выделения их из стручка.

Различают следующие виды механических воздействий на бобы при обмолоте:

сжатие боба, в результате чего происходит упругая деформация створок, под действием сил упругости которых происходит разрыв соединяющих их швов;

сдвиг створок одна относительно другой;

поперечный излом бобов;

действие центробежных сил;

вибрация;

ударное воздействие на боб, вызывающее также упругую деформацию и вибрации створок, что связано с износом и разрушением швов, соединяющих створки бобов.

Каждый из перечисленных видов механических воздействий может иметь место в молотильных устройствах как в отдельности, так и в сочетании с другими видами.

Как показали опыты, эффективность каждого рабочего органа во время выделения зерна при наименьшей повреждаемости и наименьших затратах труда были не одинаковы. Из двух молотильных аппаратов радиальный молотильный аппарат с штифтовыми рабочими органами на барабане и деке оказался самым производительным.

Срезанная или вытеребленная масса бобовых растений подавалась в молотильный аппарат полотняно-прорезиненным транспортером со скоростью 1,4 м/с, а барабан бичами или штифтами производил удары.

Перед обмолотом культуры, например, определяли характеристику растительной массы (длину растений, количество спелых и зеленых семян), влажность зерна и стеблей, абсолютную массу зерна и т. д. Влажность зерна определяли во время лабораторных испытаний один раз в сутки — днем.

Перед поступлением на питательный транспортер растительная необмолоченная масса взвешивалась и распределялась на транспортере тонким слоем на длине 8,4 м. Таким образом, перед уложенной массой и молотильным устройством оставалась свободная площадь для разгона питательного транспортера. Длина этого участка была равна 2 м. Питательный транспортер и молотильный аппарат пускали не одновременно; молотильный аппарат до пуска транспортера имел соответствующую рабочую скорость (разгон).

Уложенная масса в приемное устройство молотилки поступала в строго установленное время, замеренное секундомером. Отсчет по секундомеру производился с точностью до 0,1 с. Замеры записывались в журнал испытаний. Для изучения влияния секундной подачи на дробление зерна и недомолот время прохода растительной массы изменялось.

Зазоры между барабаном и декой при проведении опытов изменялись на входе от 16 до 20 мм, на выходе — от 6 до 12 мм.

Частота вращения молотильных барабанов менялась за счет подбора ведущих и ведомых шкивов. Для этого на валу барабана и валу трансмиссии устанавливали шкивы различных диаметров. Зазоры между барабаном и декой измерялись специальными щупами, а частота вращения барабана — тахометром.

Растительная масса в приемное молотильное устройство поступала за каждый опыт 3 раза. Каждый раз для оценки качества полученного зерна брали пробу.

Для изучения степени выделения зерна из соломы и влияния продолжительности нахождения зерна в молотильном аппарате на его повреждение приемник под декой имел четыре отдельных сборника. На выходе из молотильного аппарата был установлен пятый сборник. Всего за одну повторность собирали пять мешочков с зерном, а за один опыт — 15.

С каждым молотильным устройством проводили пять опытов при одинаковых условиях. Исследовали влияние изменений окружной скорости барабана молотилки на чистоту вымолота и повреждение зерна.

Кроме этого, опыты проводили при одинаковых окружных скоростях, но с увеличенными зазорами между декой и молотильным барабаном при входе и выходе, т. е. при $\delta_{\text{входа}} = 16$ мм или $\delta_{\text{выхода}} = 8$ мм.

Были проведены также исследования с целью выявления влияния на качество обмолота различных рабочих органов молотильного аппарата при подаче стеблей в положении, параллельном оси молотильных барабанов, и влияния увеличения количества подаваемой массы в молотильное устройство.

После проведенных сравнительных опытов с двумя молотильными барабанами можно обосновать выбор молотильного зуба штифтово-клиновой формы как наиболее рациональной.

Затягивание стеблей бичами или штифтами в рабочую щель осуществляется силами трения и частичного сцепления, возникающими между стеблями и рабочими поверхностями молотильного аппарата, причем стебли, расположенные ближе к поверхности бичей или штифтов, двигаются с большей скоростью, чем стебли у решетки подбарабья. Необходимо отметить, что стебли в начале зазора вследствие большого скольжения двигаются с меньшей скоростью, чем в середине зазора. В связи с этим штифты молотильного барабана благодаря большей рабочей поверхности и расположению на поверхности барабана (они расположены в шахматном порядке) по сравнению с бичами захватывают массу более интенсивно.

В штифтовом барабане в зазоре между барабаном и подбарабьем стебли перемещаются более компактно, тогда как в бичевом барабане стебли перемещаются послойно.

В штифтовом барабане стебли распределяются по ширине деки и по длине барабана равномернее. Постепенное сужение сечения зазора между барабаном и декой позволяет одновременно растаскивать и сжимать массу. Кроме того, штифты барабана и деки, имеющие форму клина с углом заострения в вертикальной проекции 30° , а в горизонтальной 20° , содействуют активному выжиманию бобов из стручков и значительному уменьшению дробленых зерен. Клиновидный штифт благодаря своей форме производит по стручке скользящий удар.

Исследования молотильного аппарата зерновой молотилки показали, что при перемещении стеблей с колосьями удары бичей способствуют выделению зерна из колоса, которое через решетку падает вниз. При поперечной подаче площадь трения между стеблями и бичами больше, чем при продольной, что увеличивает пропускную способность барабана, а следовательно, его производительность.

При смешанной подаче стебли больше связаны между собой, чем при продольной или поперечной подаче, и при вращении барабана наблюдается значительное послонное смещение стеблей в зазоре. При этом молотильный аппарат, протягивая бобовую массу через зазор, распределяет ее по длине барабана более равномерно, чем при продольной или поперечной подаче.

Изучение работы штифтово-клинового молотильного аппарата показало, что большее число бобов ($27,5\%$) выделяется вначале подбарабанья; в средней части подбарабанья выделяется около $11,5\%$ и в конце 22% от общего количества. Остальные 39% вместе с вымолоченной массой направляются на решетный стан, на очистку.

Очевидно, количество выделенных бобов через деку из слоя бобовой массы вначале зазора будет больше, чем в середине и в конце зазора, где вследствие запрессовывания бобовой массы и уменьшения «живого» отверстия решетки для прохода бобов.

В. А. Желиговский по картине износа зубьев определил причину наматывания стеблей хлебных культур на молотильный барабан. Он установил, что наматывание стеблей происходит в результате действия силы трения (и сцепления), развивающейся главным образом на рабочей (передней) грани зубьев.

При обмолоте зернобобовой массы штифтовым молотильным аппаратом с клиновидными зубьями наматывание стеблей должно происходить в результате действия сил трения и частично сцепления, развивающихся главным образом на рабочей (передней) грани зубьев (рис. 52):

$$F = N \operatorname{tg} \varphi,$$

- где F — сила трения стеблей по материалу зуба (штифта);
 N — давление зуба на стебли в произвольно взятой точке C на рабочей (передней) грани зуба;
 φ — угол трения стеблей по материалу зуба.

Равнодействующей сил N и F является сила R . Проекция этой силы $R_1 = R \sin(\alpha - \varphi)$, где α — угол наклона передней грани зуба к радиусу-вектору.

Свободному сходу стеблей с зубьев способствует главным образом центробежная сила, развивающаяся в массе при вращении, $m \omega^2 OC$, где m — масса стеблей, захваченных зубом, а ω — угловая скорость вращения молотильного барабана.

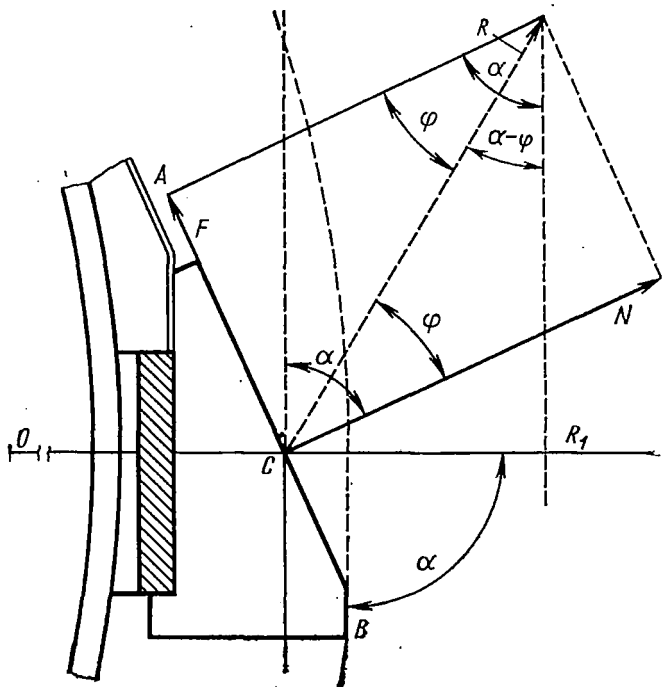


Рис. 52. Схема сил, действующих на передней грани зуба клиновидной формы

Из схемы сил и скоростей видно, что сила R_1 направлена от центра вращения барабана O , т. е. в ту же сторону, куда направлена центробежная сила стеблей. Следовательно, эта сила будет содействовать свободному сходу стеблей с зубьев.

Клиновидные зубья имеют то преимущество перед другими типами штифтовых зубьев, что при их работе влажные и спутанные стебли во время обмолота не заматываются и не забиваются в молотильных аппаратах.

Угловая скорость вращения молотильного барабана зависит от допускаемой скорости ударов зубьев по свободному зерну, выделившемуся из стручков фасоли в процессе обмолота.

Ударная прочность бобов свежееубранной фасоли в зависимости от твердости бобов, окружной скорости молотильного бара-

бана и количества ударов зубьев исследована лабораторией агрофизики ВИСХОМа.

Из рис. 53 видно, что при обмолоте фасоли сорта Скороспелая 19 количество дробленых семян составляет 1,6% и недомолот 1,5%. Увеличение частоты вращения молотильного барабана свыше 580 об/мин сопровождается увеличением поврежденных бобов.

Из приведенных материалов следует, что в случае применения клиновидных зубьев наиболее благоприятной частотой вращения молотильного барабана при обмолоте фасоли является 400—500 об/мин.

Чтобы на зубья барабана не наматывались стебли, нужно не только увеличивать угловую скорость, но и зубьям необходимо

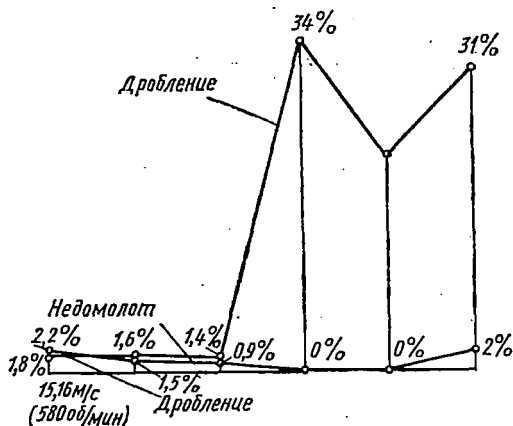


Рис. 53. Зависимость недомолота и дробления зерна от окружной скорости молотильного барабана (клиновидный бильный барабан)

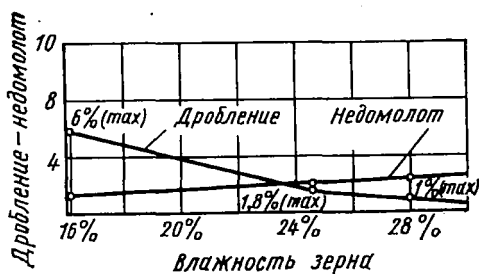
придать такую форму или так их расположить, чтобы сила $R \geq 0$, т. е. чтобы в выражении $R_1 = R \sin(\alpha - \varphi)$ угол $\alpha \geq \varphi$, что и наблюдается при работе молотильного аппарата с клиновидными зубьями.

Практика эксплуатации радиальных молотильных устройств показывает, что молотильные барабаны малых диаметров более склонны к наматыванию стеблей обмолачиваемых растений, чем молотильные барабаны больших диаметров, поэтому для обмолота влажных культур применяют последние. Кроме того, вследствие меньшей высоты (44 мм) клиновидных зубьев по сравнению с штифтовыми зубьями (70 мм) барабаны с клиновидными зубьями меньше склонны к наматыванию обмолачиваемых растений, поэтому барабан с трехгранными клиновидными зубьями был подвергнут испытаниям.

На рис. 54 показано, как влияет влажность зерна на его дробление и недомолот.

Для сравнения клиновидных зубьев с бильными рабочими органами производили обмолот одного и того же сорта фасоли Скороспелая 19 при одинаковых условиях.

Рис. 54. Влияние влажности зерна на его дробление и недомолот (молотильный аппарат — штифтово-клиновидный) при $n=580$ об/мин



Результаты испытаний показали, что увеличение подачи до 2 кг/с при обмолоте фасоли штифтовым молотильным устройством с клиновидными зубьями на лабораторной установке при частоте вращения молотильного барабана $n=400\div 580$ об/мин не сказывается на результатах обмолота, и лишь дальнейшее увеличение частоты вращения свыше 580 об/мин сопровождается увеличением поврежденных зерен. Объясняется это тем, что промежутки между зубьями молотильного барабана и подбарабана при увеличении подачи полнее заполняются, степень сжатия обмолачиваемого материала повышается. Опыт показал, что наиболее благоприятной частотой вращения молотильного барабана является $n=450$ об/мин при подаче $S=1,6$ кг/с.

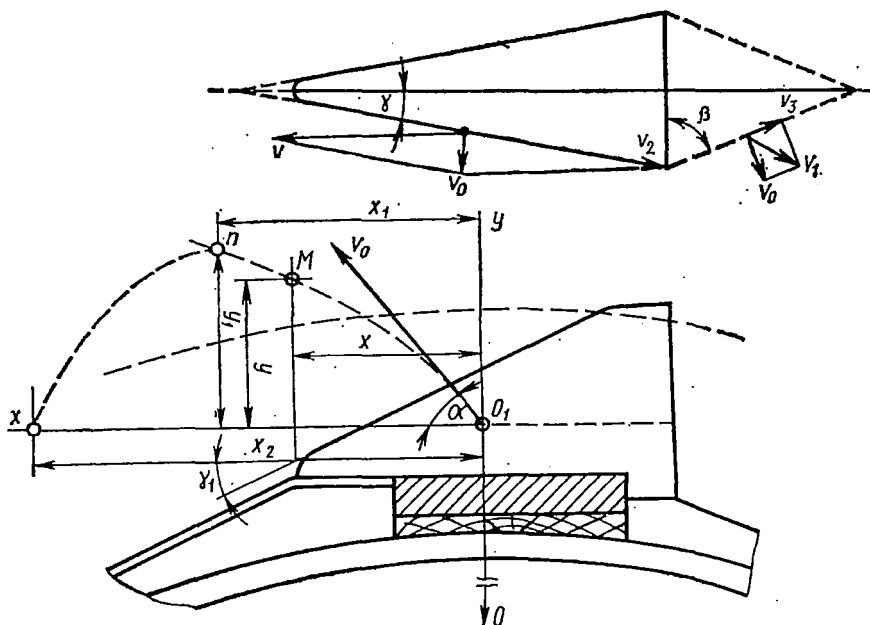


Рис. 55. Схема для определения зависимости между окружной скоростью движения молотильного барабана и основными параметрами клиновидного зуба

Для установления зависимости между окружной скоростью движения молотильного барабана и основными параметрами клиновидного зуба проанализируем взаимодействие между обмолачиваемым стручком и клиновидным зубом (рис. 55).

Рассмотрим два положения стручка (боба) при встрече с клиновидным зубом: перед декой и внутри молотильного аппарата.

Клиновидный зуб во время работы, встречая на своем пути стручки, ударяет по ним, выбивая бобы. Затем барабан, захватывая стебли при протаскивании их через подбой, перетирает стручки вместе со стеблями, выделяя оставшиеся бобы.

Рассмотрим движение одного боба, выбитого из стручка. На рис. 55 показано движение одного боба во время отбрасывания его клиновидным зубом перед входом в деку с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту.

Движение боба будем рассматривать, как движение точки M массой m , брошенной из точки O_1 поверхности земли с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту.

Будем считать, что на точку M действует только сила тяжести G (сопротивлением воздуха пренебрегаем). Примем начало координат в точке O ; тогда дифференциальные уравнения движения точки будут иметь вид

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = 0;$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg.$$

В результате преобразований этих уравнений можно сделать вывод, что проекция скорости точки M на ось x все время остается величиной постоянной:

$$v_x = v_0 \cos \alpha.$$

Таким образом, движение материальной точки M описывается уравнениями

$$x = v_0 t \cos \alpha;$$

$$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}.$$

Траектория движения точки M представляет собой параболу с вертикальной осью симметрии.

Из рис. 55 видно, что наибольший подъем точки M имеет в середине пути полета, т. е.

$$x_1 = \frac{x_2}{2},$$

где x_2 — дальность полета;

$$x_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Ордината наибольшего подъема точки M

$$y_1 = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2g}.$$

Начальная скорость полета v_0 стручка (а после обмолота боба) не равна нулю, так как к моменту соприкосновения с молотильным зубом он уже имеет скорость движения, равную скорости подачи необмолоченной массы к молотильному аппарату.

Большое влияние на величину начальной скорости оказывают углы клиновидного зуба β и γ , причем угол γ определяет заостренность клиновидного зуба в горизонтальной плоскости.

При увеличении угла γ увеличивается давление на грань (щеку) зуба при той же подаче необмолоченной массы. Угол γ_1 также определяет заостренность клиновидного зуба, но в вертикальной плоскости, т. е. это угол, находящийся между верхним ребром трехгранного клина и его проекцией на основание.

В связи с тем, что щеки клиновидного зуба наклонены к горизонту под углом β , абсолютная скорость отбрасывания боба v' будет являться результирующей абсолютной скоростью отталкивания боба v'_0 (задняя стенка клина перпендикулярна основанию клина) и относительной скоростью скольжения боба вверх v_3 по зубу.

Угол полета боба зависит от угла β , характеризующего положение щеки клиновидного зуба в поперечно-вертикальной плоскости, причем между углом β и углом полета зерна в пространстве существует зависимость: $\alpha = (90^\circ - \beta)$.

Клиновидный зуб при повышенной скорости движения меньше травмирует бобы.

При оптимальных условиях и режимах обмолота зернобобовых культур молотильным аппаратом, имеющим штампы клиновидной формы, величина дробления зерна (бобов) колеблется в пределах 1,2—1,6%, а недомолот в пределах 1,1—1,5%.

Молотильный аппарат с клиновидными зубьями может работать при обмолоте зернобобовых культур нормальной влажности с производительностью до 5 кг/с. При установке этого аппарата на зерновой комбайн производительность соответственно увеличивается. Окружная скорость вращения барабана при нормальной влажности должна быть 14,5—15 м/с.

Положение стеблей в валке не влияет на основные показатели процесса обмолота — дробление зерна и недомолот. Благодаря клиновидной форме молотильных зубьев при высокой влажности стеблей наматывания на них не наблюдается.

Опыты показали, что клиновидный зуб, выполненный с углом наклона лобовой поверхности 30° , по сравнению с клиновидными зубьями, угол наклона которых 45° или 60° , имеет лучшие показатели качества работы (дробление, недомолот). Кроме того, дека с клиновидным зубом активнее отделяет зерно, чем дека с бичами.

IV. Уборка бобовых культур зерноуборочными комбайнами

Уборку бобовых культур в Европейской части СССР производят раздельным способом и прямым комбайнированием самоходными зерновыми колесными комбайнами СК-4, «Колос» СК-6, «Нива» СК-5 и СКП-5.

Самоходный комбайн «Колос» — новая модель комбайна для уборки высокоурожайных зерновых культур и риса, унифицированная с базовой моделью «Нива» (рис. 56).

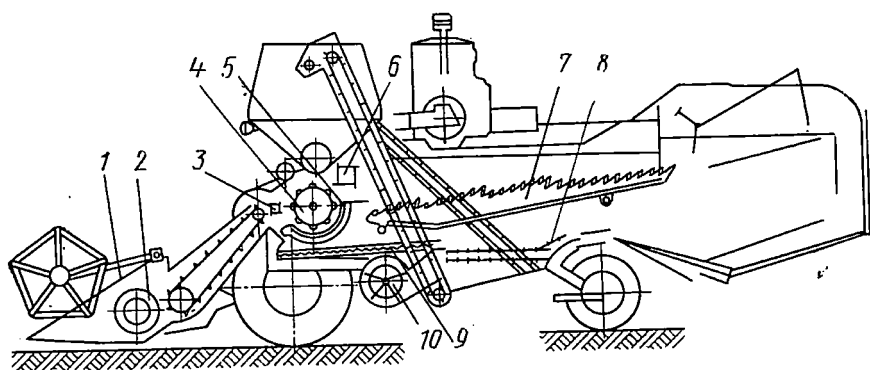


Рис. 56. Схема комбайна СКП-5:

1 — моторило; 2 — шнек; 3 — приемный битер; 4 — бильный молотильный барабан; 5 — выгрузный шнек; 6 — отбойный битер; 7 — соломотряс; 8 — решето; 9 — верхнее жалюзийное решето; 10 — вентилятор

По техническому уровню конструкции, эксплуатационным данным и удобству обслуживания самоходный комбайн «Колос» находится на уровне лучших образцов мирового комбайностроения, а по производительности значительно превосходит их.

Краткая техническая характеристика комбайнов „Колос“ и „Нива“

| | „Колос“ | „Нива“ |
|--|---|--------|
| Производительность (при отношении массы зерна к массе соломы 1:1,5) в кг/с | 6—8 | 5 |
| Ширина захвата жатки в м | 6—7 | 5—6 |
| Ширина молотилки в м | 1500 | 1200 |
| Тип подбарабанья | Двухсекционное с независимой подвеской секций | |

| | | |
|--|------|------|
| Угол обхвата барабана в градусах | 146 | 146 |
| Мощность двигателя в л. с. | 150 | 100 |
| Вместимость бункера в м ³ | 3 | 3 |
| Масса с колпаком и жаткой в кг | 8200 | 7185 |

Комбайн СКП-5 отличается от комбайна СК-5 «Нива» наличием сменного полугусеничного хода и предназначен для уборки зерновых и зернобобовых культур в зонах с переувлажненной почвой.

При скашивании полеглого хлеба и зернобобовых культур на комбайны устанавливают приспособление ПБ-2,1 со стеблеподъемниками. Для этого срезают конец пальца режущего аппарата вместе с пером и затачивают его так, чтобы стеблеподъемник можно было закрепить на пальцевом бруске при помощи удлиненного болта вместе с секцией модернизированного пальца. Сочетание эксцентрикового мотовила со стеблеподъемниками позволяет получить хорошие результаты при уборке гороха.

При использовании для уборки гороха комбайнов СК-4, чтобы уменьшить высоту среза растений, под головку ножа устанавливают прокладку необходимой толщины или на коромысле комбайна ставят специальную подвеску из двух пластин, в нижних отверстиях которых закрепляют шаровой болт. Нередко применяют двухножевые режущие аппараты. Неподвижный нож (спиной вниз) ставят при помощи угольников на основной брус режущего аппарата вместо обычных пальцев, но наиболее надежно приспособление ПБ-2,1 с наклепанными на укороченные пальцы сегментами вместо противорежущих пластин.

Кроме этого, для уборки бобовых и полеглых хлебных культур на самоходный комбайн СК-4 устанавливают режущий аппарат и стеблеподъемники жатки ЖБА-3,5. Для этого пальцевый брус комбайна снимают, и на основной брус комбайна устанавливают угольник 45×45 мм горизонтальной полкой вниз, на котором закрепляют пальцы и стеблеподъемники. Нож жатки соответственно удлиняют на 35 см. Под головку привода ножа ставят подкладки высотой 30 мм. Опорные башмаки комбайна устанавливают на самый низкий срез и максимально разгружают жатку комбайна, натягивая блоки балансирных пружин. На очень влажной почве опорные башмаки необходимо снимать.

Приспособление ПБ-2,1 состоит из плавающего режущего аппарата со стеблеподъемниками, шарнирно соединенного с поперечной трубой рамы жатки комбайна пятью ползками. Режущий аппарат может перемещаться в вертикальной плоскости на 100 мм независимо от жатки комбайна. В рабочем положении он скользит по поверхности почвы, стеблеподъемники копируют микрорельеф поля независимо один от другого и обеспечивают подъем полеглых стеблей. Для отделения скашиваемой массы от массы, остающейся в поле, приспособление снабжается пассивными прижимными делителями.

При приспособлении ПК-4 при установке на комбайн СК-4 позволяет убирать полеглую массу прямым комбайнированием. Специально переоборудованные жатки и комбайны применяют на участках с сильной полеглостью.

Очень важное значение при уборке бобовых культур имеет правильная регулировка эксцентрикового мотовила и барабана молотильного аппарата комбайна. Окружная скорость мотовила при медленном движении агрегата должна превышать поступательную в 1,6—2 раза.

При накоплении срезанных стеблей на пальцевом бруске жатки частоту вращения мотовила увеличивают, а перестоявшие зрелые бобовые культуры убирают при минимальной частоте вращения мотовила.

При уборке малополеглих культур вал мотовила выносят вперед на 25—30 см от линии резания, а сильнополеглих, вал выносят на 50—70 см. Чтобы облегчить наибольший вынос, подержки мотовила жаток удлиняют на 300—350 мм. При движении навстречу полеглости вал мотовила устанавливают над режущим аппаратом.

Для уборки полеглых культур мотовило устанавливают в максимальное нижнее положение так, чтобы его зубья проходили у пальцев режущего аппарата на расстоянии 30—50 мм от них. В то же время зазор между зубьями мотовила и шнеком комбайна должен быть не менее 15 мм.

На планки мотовила набивают накладку из прорезиненного ремня шириной 75—100 мм с выступом их за край не менее чем на 50 мм, что позволяет смягчить удар планки о растения, снизить потери зерна и устранить скапливание массы на пальцевом бруске.

Планки эксцентриковых мотовил при уборке прямостоящих растений ставят в нижнее положение, поникших растений — в среднее, а полеглих и спутанных растений — снимают.

В зависимости от степени полеглости растений граблины мотовила устанавливают с отклонением зубьев назад на 15 или 30°. С этой целью эксцентриковый механизм смещают на три-четыре отверстия, считая слева направо. Чтобы устранить наматывание стеблей на центральную часть шнека, на пальчиковый механизм шнека устанавливают четыре щитка обтекаемой формы. Для предупреждения потерь зерна от выбрасывания его за пределы жатки под наклонной камерой и сбоку ее предусмотрено защитное устройство.

Для уменьшения дробления зерна и лучшей его очистки от сорняков производят переоборудование молотилок комбайнов. Направляющую молотилку под приемным битером заменяют специальной решеткой для выделения зерна, обмолоченного рабочими органами жатки. Частоту вращения молотильного барабана снижают до 400—500 об/мин. Для этого регулируют ведо-

мый и ведущий шкивы, заменяют звездочки контрприводов колосового шнека и вала соломотряса.

Кроме того, стальные бичи заменяют резиновыми, которые в некоторых хозяйствах изготавливают заранее из клиновидного ремня. Размеры и форма резиновых бичей должны соответствовать (без рифов) размерам и форме стальных. На планке деки устанавливают резиновые накладки. Уменьшают частоту вращения приемного и отбойного битеров.

В целях получения чистого вымолота и минимального количества битого зерна в бункере увеличивают зазор между бичами барабана и деками подбарабья. Для равномерной подачи массы звездочки колосового шнека выбирают с таким расчетом, чтобы увеличить его частоту вращения и соответственно скорость транспортера на 8—12%.

Для предотвращения дополнительного дробления зерна устанавливают щиток колосового шнека. С этой целью в боковинах молотилки просверливают два отверстия диаметром 15 мм.

Для повышения чистоты бункерного зерна нижнее жалюзийное решето комбайна заменяют пробивным или чешуйчатым решетом.

Технологический процесс уборки зернобобовых культур прямым комбайнированием заключается в следующем. При движении агрегата растения мотовилом подводятся к режущему аппарату и срезают ножом. При помощи плавающего режущего аппарата, стеблеподъемников и эксцентрикового мотовила жатки комбайна обеспечивается подъем срезанной массы. Мотовило очищает режущий аппарат от срезанной и поднятой стеблеподъемниками массы и подает ее к шнеку жатки, откуда масса поступает в молотилку комбайна, где производится обмолот.

Прямым комбайнированием в Европейской части СССР убирают сою. Остальные зернобобовые культуры, как, например, горох, фасоль, чечевицу, принято убирать отдельным способом.

ВИСХОМ рекомендует, как наиболее экономически целесообразную, уборку фасоли прямым комбайнированием и соответствующее приспособление к зерноуборочному комбайну. Для этой цели на зерноуборочный комбайн СК-4 устанавливается усовершенствованный дисковый теребильный аппарат, взятый с машины ФА-4.

Уборка зернобобовых культур отдельным способом состоит в скашивании бобовых культур и укладке в валки; это осуществляется жатками ЖБА-3,5, переоборудованными косилками КСК-2,1 и КНУ-6 с приспособлениями ПБ-2,1 и другими машинами. Для подбора валков используются полотняно-планчатые подборщики типа ПТП-2,4Б, ППТ-3. Кроме этих подборщиков, имеются также барабанные подборщики с неподвижным кожухом и управляемыми пальцами, движущимися в щелях кожуха.

Качество уборки подборщиком определяется чистотой подбора валка, непрерывной и равномерной подачей растительной

массы на последующие рабочие органы, свободным выходом пальцев из массы без затаскивания ее под барабан.

В дальнейшем процесс протекает так же, как и при прямом комбайнировании. Рабочие скорости движения комбайна СК-4 имеют достаточно широкий предел, что очень важно при подборе валков. Например, при подборе валков гороха в жаркое время, когда бобы сухие и непрочные, легко растрескиваются от ударов пальцев подборщика, осыпая зерно на землю, поступательная скорость комбайна уменьшается до 2,5—3 км/ч, соответственно изменяется и частота вращения вала подборщика.

После скашивания гороха в валки за его созреванием устанавливают наблюдения. Это необходимо, чтобы недопустить чрезмерного высыхания скошенных растений, так как пересохшие бобы легко растрескиваются и зерно осыпается, вызывая большие потери.

Подборку и обмолот начинают с момента, когда зерно в валках достигает влажности 17—20%. В утренние часы, когда масса валка более влажная, а следовательно, бобы в 2—3 раза прочнее, зазор между барабаном и декой уменьшают, а частоту вращения барабана, чтобы не было наматывания стеблей, увеличивают.

Регулировка частоты вращения ведущего вала подборщика, а следовательно, и скорости движения полотна производится вариатором, так же как и регулировка частоты вращения мотвила. Частоту вращения рекомендуется выбирать в зависимости от величины валка, его состояния, т. е. она должна быть такой, чтобы комбайновый агрегат имел наивысшую производительность при высокой чистоте подбора стеблей валка и высококачественном обмолоте зернобобовой массы.

Качество обмолота проверяют по состоянию соломы в соломокопнителе и зерна в бункере. Если зазор между декой и барабаном велик, то в соломе остаются невымолоченные бобы, если мал — зерно сильно дробится.

Для высококачественной очистки зерна заслонки вентилятора открывают полностью. Если зерно вместе с соломкой выносятся в копнитель, то их прикрывают. Жалюзи решет открывают, так, чтобы основная масса зерна проходила через отверстия верхнего решета, не доходя до края на четверть его длины.

При второй фазе уборки — подборе и обмолоте зерно, солому и полову убирают с поля одновременно в едином технологическом потоке. При этом за уборочным агрегатом остается чистое поле, что важно для посева озимых после зернобобовых культур.

Зернобобовые культуры подвергают очистке, с целью удаления из них почвы и других примесей, и сортированию. Сортирование состоит в разделении после очистки зернобобовых культур на сорта в зависимости от назначения: семенной материал, продовольственный или сырьевой и фуражный.

Основными показателями, определяющими качество очистки и сортирования, являются чистота материала, всхожесть семян, абсолютный или удельный вес и выравненность по размерам.

Семена зернобобовых и других зерновых культур по чистоте и всхожести делятся на три класса: I класс содержит не менее 99% семян основной культуры при всхожести не ниже 95%; II класс — 98,5% основной культуры при всхожести не ниже 90—95% и III класс — соответственно 97 и 85—90%.

Первоначальная очистка и сепарация происходят вначале обмолота на решетке деки. Под действием молотильного аппарата часть зерна и мелкие примеси (полова и сбойна) проходят через отверстия деки и поступают на транспортную доску грохота (рис. 57). Остальная масса, выходящая из молотильного аппарата, отбойным битером выбрасывается на соломотряс, где происходит отделение мелкого вороха.

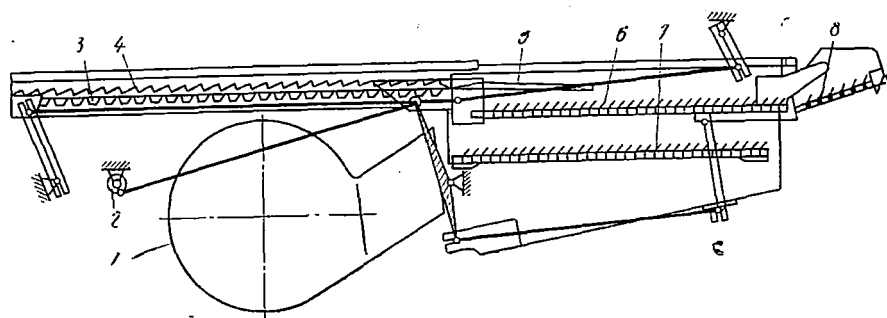


Рис. 57. Схема ветрорешетной очистки с нагнетательным наклонным воздушным потоком:

1 — вентилятор; 2 — транспортная доска; 3 — зубчатая рейка; 4 — гребенка доски; 5 — пальцы гребенки; 6 — верхнее жалюзийное решето; 7 — нижнее жалюзийное решето; 8 — удлинитель верхнего решета

Мелкий ворох, провалившийся через отверстия соломотряса, осыпается на транспортную доску 2. Далее зерно и полова проходят между пальцами транспортной доски, попадают на переднюю часть верхнего жалюзийного решета, а длинные примеси (сбойны) поступают ближе к середине решета. Легкие примеси выдуваются воздушным потоком от вентилятора 1 и граблями полвонабивателя проталкиваются в камеру полувосоломокопителя. Зерно, проходя через верхнее 6 и нижнее 7 решета, поступает к шнеку. Зерновой элеватор и распределительный шнек направляют зерно в бункер.

Очистка и сортирование зернобобовых семян, так же как и многих зерновых семян, основаны на различии физических свойств зерна основной культуры и сопровождающих ее сорняков. Зернобобовую смесь, разделяют на фракции по размерам (толщине и ширине), удельному весу, чарусности, форме и свойству поверхности зерна, а также по цвету.

Семена фасоли разделяют по толщине на пробивных решетках с продолговатыми отверстиями и по ширине на пробивных решетках с круглыми отверстиями.

На рис. 58 показаны решета с круглыми отверстиями. Частицы, имеющие ширину, меньшую, чем размер отверстий, проходят сквозь них. Более крупные компоненты смесей, которые не прошли через отверстия, сходят с решет. Частицы, сходящие с решет, называются сходом.

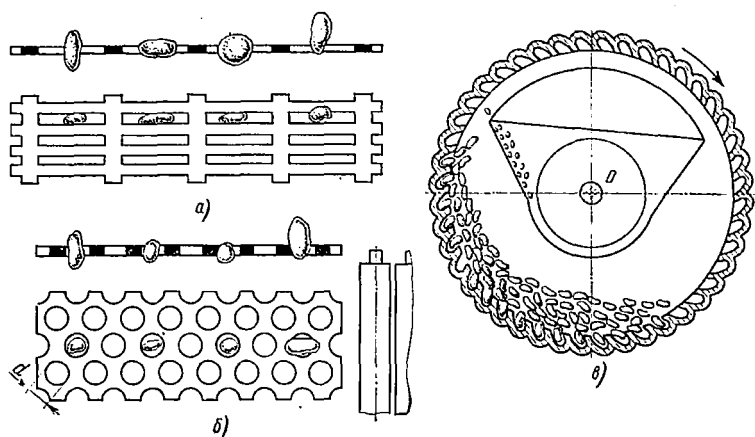


Рис. 58. Схема разделения материала по размерам:
а — решета с продолговатыми отверстиями, сортирующие по толщине; *б* — решета с круглыми отверстиями, сортирующие по ширине; *в* — ячеистые триеры, сортирующие по длине

Более производительное разделение по ширине на решетках с круглыми отверстиями происходит тогда, когда частицы располагаются своей продольной осью перпендикулярно к поверхности решет. Для этого решетку сообщают вертикальные колебания. При разделении по толщине частицы должны быть (рис. 58, *а*) повернуты на ребро и расположены вдоль отверстия решета, что возможно при горизонтальных колебаниях.

Ячеистые триеры (рис. 58, *в*) и решета с круглыми отверстиями разделяют частицы по длине. Активное разделение семян на решетках возможно также при соответствующих их колебаниях, которые вызывают перемещение вороха по их поверхности.

В комбайне ворох должен равномерно распределяться по поверхности решет и перемещаться к выходу. По парусности зерновую смесь фасоли сортируют при помощи воздушного потока, создаваемого вентилятором. Качество семян при этом определяют по критической скорости, которую они имеют во взвешенном состоянии. Критическая скорость для семян фасоли равна 11—17 м/с.

По удельному весу семенную массу разделяют в воздушном потоке или в водных растворах (поваренной соли, аммиачной селитры, калийной соли и других химикатов, не влияющих на всхожесть семян). Водным раствором наполняют емкость, например бочку, в которой промывают продукт, при этом легкие семена и примеси всплывают, а тяжелые зерна оседают на дно. Сухим способом зерновую смесь разделяют на пневматических сортировальных столах ССП-1,5, которые применяются для очистки от трудноотделимых сорняков, а также для выделения семян гороха, пораженных гороховой зерновкой. Пневматический сортировальный стол представляет собой металлический лист с пробитыми круглыми мелкими отверстиями. На поверхности листа укреплены рифы высотой 1—20 мм. Из бункера зерно подается в задний конец листа, под действием колебательного движения которого оно перемещается вперед и между рифами распределяется по всему листу. Зерновой слой непрерывно продувается снизу воздухом и приходит во взвешенное состояние.

С большим удельным весом частицы опускаются, с меньшим — всплывают и движутся под рифами к правому краю листа. Тяжелые частицы продвигаются к переднему концу листа. Весь материал распределяется по удельному весу на несколько фракций: частицы с наибольшим удельным весом сходят у левого конца листа, а с наименьшим — у правого конца. Производительность машины — до 1,0 т/ч, потребная мощность 7 кВт, обслуживают ее двое рабочих.

Среди семян гороха встречаются примеси: створки, комочки земли, остатки стеблей, головки оста и васильков, загнившие дробленые семена, поврежденные гороховой зерновкой, и т. д.

Семена вначале очищают на веялках-сортировках, затем на сложных зерноочистительных машинах, а дополнительную очистку осуществляют на специальных машинах.

По форме и свойству поверхности (коэффициенту трения) продукт разделяют на горках с подвижными или неподвижными поверхностями. Например, используют горки ОСГ-0,12 и винтовые сепараторы типа сортировки «Змейка».

Размеры и формы отверстий решет к основным семеочистительным машинам приведены в ГОСТе 214—70.

У сои наиболее трудно отделяются половинки, поэтому их выделяют воздушным потоком на решетках с продолговатыми отверстиями шириной 4—4,5 мм.

Труднее очистить целые семена фасоли от половинок. По данным ВИМа, воздушным потоком со скоростью 12 м/с можно выделить все дробленые и до 77% поврежденных зерен. Потери целых легких семян составляют не более 0,24%.

Основную очистку и сортирование фасоли проводят на семеочистительных машинах ОС-1,0, ОСМ-39, ОСВ-10 и ОС-4,5, подбирая к ним соответствующие решета. Семена фасоли по цвету можно сортировать на фотоэлектрических машинах.

Пневматическая зерноочистительная колонка ОПС-2 очищает зернобобовые культуры от сорных примесей, щуплых и поврежденных семян по аэродинамическим свойствам. Ее можно применять для послеуборочной обработки семян фасоли и других зернобобовых культур отдельно, а также в комплексе с другими зерноочистительными машинами.

Для комплексной механизации очистки и сортирования семенного и продовольственного зерна бобовых культур используется зерноочистительный агрегат ЗАР-5. Технологический процесс очистки на нем состоит в следующем.

Зерно из автомашины подъемником выгружают в завальную яму, из которой оно поступает в нижнюю часть загрузочной норрии, поднимается вверх и по зернопроводам направляется в приемную камеру машины ЗВС-20. Системы распределительных клапанов и устройств позволяют частично или полностью подавать материал в машину ЗВС-20 или направлять его в бункер резерва для создания запаса зерна. Затем очищенное зерно поступает в промежуточную норрию, поднимается вверх и разделенное распределительным клапаном на две равные части по зернопроводам поступает в приемные камеры двух параллельно работающих воздушно-решетчатых машин вторичной очистки СВУ-5.

После вторичной очистки зерно самотеком по зернопроводам направляется на триеры, где его отделяют от длинных и коротких примесей при последовательной очистке и только от коротких примесей при параллельной очистке.

В результате очистки зерно делится на I и II сорт, подсев и отходы. Зерно первого сорта направляется в бункер для чистого зерна; зерно других фракций — в соответствующие бункера.

Техническая характеристика и основные эксплуатационно-экономические показатели зерноочистительного агрегата ЗАР-5 приведены ниже:

| | |
|--|-------|
| Установочная мощность двигателей в кВт | 30,6 |
| Количество обслуживающего персонала | 1 |
| Габаритные размеры в м: | |
| длина | 13,57 |
| ширина | 7,74 |
| высота | 10,7 |
| Производительность в т/ч: | |
| за 1 ч чистого времени | 4,75 |
| за 1 ч сменного времени | 3,7 |
| Коэффициент надежности технологического процесса . . | 0,97 |
| Показатель технического обслуживания | 0,87 |
| Коэффициент эксплуатационной надежности | 0,91 |
| Общий коэффициент использования рабочего времени | |
| смены | 0,78 |
| Затраты труда на 1 т в человеко-часах | 0,27 |
| Общий коэффициент унификации | 0,81 |

Союз в районах Дальнего Востока убирают рисоуборочными комбайнами СКГ-4, СКД-5Р «Сибиряк».

Барабан молотильного аппарата настраивают на пониженную частоту вращения (в зависимости от состояния культуры на

поле): от 430 до 550 об/мин при сухой массе и 200—800 об/мин при влажной. Режущий аппарат жатки комбайна регулируют на низкий срез, а мотовило также на пониженную частоту вращения. На планки мотовила для смягчения ударов набивают прорезиненный ремень.

При частых дождях, что обычно для осеннего времени, обмолот из валков усложняется по сравнению с уборкой прямым комбайнированием; кроме того, раздельная уборка сои приводит к порче в валках зерна и соломы. На растениях, уложенных в валок, зерно подсыхает медленнее, чем на растениях, оставленных на корню, поэтому раздельную уборку сои не применяют. Низкое расположение бобов и легкая повреждаемость зерна затрудняют ее механизированную уборку.

Основная конструктивная особенность комбайнов СКД-5Р и СКГ-4М состоит в наличии двух молотильных барабанов, которые имеют разные окружные скорости. Один барабан при небольшой частоте вращения вымолачивает самые спелые семена, остальное зерно, более прочно связанное с бобом, вымолачивается вторым барабаном. Такая последовательность значительно уменьшает повреждение зерен.

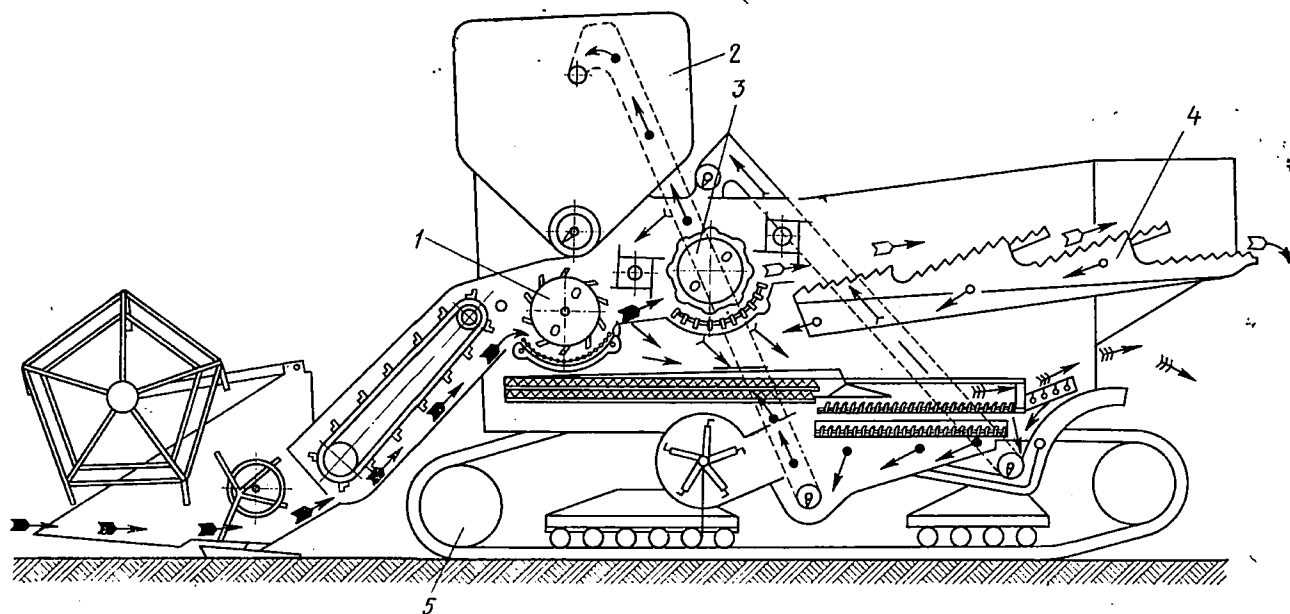
Из приведенных ниже данных можно оценить качество работы комбайнов:

| | СКД-5Р | СКГ-4М |
|---|----------------|--------|
| Сорт сои | Приморская 529 | |
| Подача в кг/с | 3,2 | 4,0 |
| Потери за молотилкой в % | 3,0 | 2,0 |
| в том числе: | | |
| невытряс | 0,3 | 0,2 |
| недомолот | 2,0 | 2,4 |
| в полове | | |
| невытряс | 0,2 | 0,1 |
| недомолот | 0,5 | 0,2 |
| Общие потери за комбайном в % | 3,3 | 3,3 |
| Дробление зерна в % | 2,1 | 2,8 |

Основной соеуборочной машиной является самоходный комбайн СКД-5Р на гусеничном ходу, который обладает высокой проходимостью.

Самоходный зерноуборочный комбайн СКД-5Р «Сибиряк» (рис. 59) состоит из жатки, молотилки, копнителя, двигателя, ходовой части с силовой передачей и механизмов управления. Молотилка комбайна имеет два барабана: со штифтами 1 и бичами 3, между которыми установлен промежуточный битек. Барабаны снабжены односекционными подбарабаными с углом обхвата 127°, а промежуточный битек имеет сепарирующую решетку.

Штифтовой барабан имеет десять планок с закрепленными в них штифтами саблевидной формы. По длине барабана штифты расположены с шагом 111 мм. Второй барабан — бильный с 8—10 бичами правого и левого направления рифов, расположенных поочередно.



- | | |
|---|--|
| → Путь зерна, соломы и сбиты из-под первого барабана | ●→ Путь зерна |
| ■→ Путь хлебной массы | ⌘→ Путь соломы |
| ∩→ Путь соломы | ⊕→ Путь зерна, соломы и сбиты из соломотряса |
| +→ Путь зерна, соломы и сбиты из-под второго барабана | ➤→ Путь необмолоченных колосьев |

Рис. 59. Схема комбайна СКД-5Р

Частота вращения барабанов регулируется клиноременным вариатором и перестановкой шкивов. Промежуточный битер — четырехлопастной, имеет диаметр 360 мм.

Конечным сепаратором зерна служит четырехклавишный двухвальный соломотряс 4, ширина которого 1177 мм, длина клавиши 2862 мм.

На комбайне установлен зерновой бункер 2 с принудительным заполнением и распределением зерна. Вместимость бункера 2,3 м³, способ выгрузки — принудительный при помощи выгрузного шнека.

Комбайн имеет дизель СМД-18К мощностью 100 л. с. Молотилка комбайна монтируется на гусеничную тележку 5. Ведущий мост имеет трехскоростную коробку передач, главную передачу, фрикционные муфты поворота. Ходовая часть комбайна имеет привод от коленчатого вала двигателя через клиноременный вариатор. При прямом комбайнировании машина имеет скорость 1,96 км/ч, при подборе валков — 4,86 км/ч.

Комбайн снабжен навесным гидрофицированным копнителем для совместного сбора соломы и половы. Рабочие органы молотилки можно отрегулировать на обмолот бобовых и технических культур.

В комбайне установлена уширенная очистка на металлических подвесках, унифицированная с очисткой комбайна СЖ-5 «Нива». С уширением очистки сепарация зерна значительно ускорилась.

Благодаря установке двигателя на резиновые амортизаторы вибрация крыши молотилки стала значительной.

В результате исследований установлено, что при правильной регулировке молотильного аппарата комбайна количество дробленого зерна не превышает 2—3%!

Чтобы уменьшить скорость вращения бильного барабана в зависимости от условий работы, переставляют шкивы контрпривода и бильного барабана, а также регулируют диски этих шкивов. Для уменьшения частоты вращения барабана в небольших пределах диски шкива контрпривода раздвигают, а диски шкивов бильного барабана сближают.

Известно, что качество обмолота зависит также от величины зазоров молотильного аппарата комбайна.

Подбарабанье штифтового барабана при уборке сухой массы опускают до отказа вниз и оно работает как приемный битер. При уборке растений с сухим стеблестоем зазор увеличивают, а влажных и засоренных — уменьшают.

Из комбайнов зерно выгружают в тракторный прицеп и транспортируют на ток. Влажное и засоренное зерно поступает для кратковременного хранения на площадку под навес, откуда подается для первичной обработки на зерноочистительную машину ОВП-20, а для сортирования — на машину ОС-4,5. При установке на зерноочистительной машине ОС-4,5 решет B_1 и B_2 с отвер-

стями диаметром 7 мм, решет *B* с прямоугольными отверстиями шириной 4,5 мм и решета *T* с прямоугольными отверстиями шириной 4 мм чистота обработанного зерна сои равнялась 97,5%, дробленого зерна 0,19% и сора 1,8%.

Солому зернобобовых культур в районах Дальнего Востока убирают теми же машинами, что зерновых колосовых культур. Для уборки соломы сои на переувлажненной почве используют сани, буксируемые гусеничными тракторами ДТ-75 и ДТ-54А. Кроме этого, используют копновоз КНУ-11 и стогометатели СНУ-0,5.

Для механизации уборки соломы заводом «Дальсельхозмашин» изготавливаются стогометатели СТС-3,1 и копновоз КТК-3,1, агрегируемые с тракторами ДТ-54А и ДТ-75. При высокой влажности почвы копновоз снижает затраты труда на уборку соломы в 4—4,5 раза по сравнению с затратами при перевозке на тракторных санях.

При комплексной механизации всех процессов растениеводства более эффективно работает комплекс уборочно-транспортных машин, смонтированных на базе самоходного шасси со сменным колесно-гусеничным ходом.

V. Экономическая эффективность машин

Затраты труда и средств на возделывание и уборку зернобобовых культур из года в год снижаются. Экономический анализ показывает, что это в основном происходит за счет совершенствования технологии механизированной уборки, уменьшающей не только затраты труда, но и потери урожая.

По данным хозяйственного учета общая сумма прямых издержек на 1 га по всем операциям комплексной механизации возделывания и уборки гороха значительно ниже, чем на участках, где горох убирался вручную.

В табл. 5 приведены данные об экономической эффективности разных технологических схем уборки гороха.

Таблица 5

Прямые затраты средств на уборку 1 га гороха при скашивании различными агрегатами, подборе и обмолате комбайном СК-4

| Состав агрегата | Урожай зерна в ц/га | Затраты в руб. | | |
|---|------------------------|----------------|-----------------------------|-------|
| | | на скашивании | на подбор валков обмолат | общие |
| Трактор МТЗ-50, косилка КЗН-2,1 с приспособлением ПБ-2,1 и устройством для сдвигания валков | 20,94 | 3,65 | 6,87 | 10,52 |
| Трактор ДТ-20, косилка КЗН-2,1 с приспособлением ПБ-2,1 и устройством для сдвигания валков | 20,94 | 3,60 | 6,87 | 10,47 |
| Трактор МТЗ-50 и жатка ЖБА-3,5 | 20,84 | 4,54 | 6,87 | 11,41 |
| Трактор МТЗ-50 и косилка КНУ-6 с приспособлением ПБ-2,1 | 21,0 | 3,40 | 6,88 | 10,28 |

Экономическая эффективность поточного способа уборки гороха обоснована Украинским НИИМЭСХом. В колхозах и совхозах Украинской ССР прибавка урожая зерна пшеницы, посеянной на поле после гороха и убранной поточным способом, равна 3—6 ц/га (табл. 6).

В большинстве районов СССР горох убирают отдельным способом. С соответствующим приспособлением к комбайну горох и чину убирают прямым комбайнированием. Этот способ уборки можно применять в степных и лесостепных районах при

Эффективность поточного способа уборки гороха

| Операции технологического процесса | Состав агрегата | | Количество агрегатов | Поточный способ | | | | Раздельный способ | | | |
|---|-----------------|---|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|
| | Марка трактора | Марка машины | | Количество обслуживающего персонала | Производительность агрегата в га/ч | Затраты на 1 га | | Количество обслуживающего персонала | Производительность агрегата | Затраты на 1 га | |
| | | | | | | труда в человеко-часах | эксплуатационные издержки в руб. | | | труда в человеко-часах | эксплуатационные издержки в руб. |
| Скашивание в валки | T-40 | КНУ-6 | 1 | 1 | 2,0 | 0,50 | 1,25 | — | — | — | — |
| Подбор и обмолот валков: с одновременным измельчением и скирдованием соломы | T-28 | ЖБА-3,5 | 2 | — | — | — | — | 2 | 0,90 | 1,11 | 2,75 |
| со сбором соломы в валки | — | СК-4 с измельчителем и тележкой ПТС-40М | 2 | 4 | 1,2 | 1,68 | 7,30 | — | — | — | — |
| Перевозка зерна от комбайна | — | СК-4 с копнителем | 2 | — | — | — | — | 4 | 1,30 | 2,54 | 6,00 |
| Перевозка соломы к месту скирдования: измельченной | — | ГАЗ-93Б | 2 | 2 | 1,2 | 0,84 | 1,48 | 2 | 1,30 | 0,77 | 1,28 |
| неизмельченной | T-40 | ПТС-40М | 2 | 2 | 1,2 | 0,84 | 2,05 | — | — | — | — |
| Скирдование соломы | T-40 | ВКБ-3 | 3 | — | — | — | — | 3 | 0,65 | 1,54 | 2,25 |
| Измельчение соломы на месте хранения | MT3-50 | СНУ-0,5 | 1 | 4 | 2,4 | 1,68 | 2,45 | 4 | 2,6 | 1,54 | 2,35 |
| | T-40 | ИГК-30 | 1 | — | — | — | — | 6 | 0,67 | 9,00 | 7,30 |

наступлении резкой засухи, когда бобы дружно созревают. В нечерноземной полосе, особенно в северо-западной зоне, прямое комбайнирование возможно только в сухую погоду, при равномерном созревании зерна.

Проведенный анализ агротехнической и частично экономической эффективности применения машин и способов уборки зернобобовых культур показывает, что наиболее рациональными являются два способа уборки зернобобовых культур:

раздельное комбайнирование с применением для первой фазы косилки со специальным приспособлением и зерноуборочного комбайна для второй фазы;

прямое комбайнирование при помощи специально приспособленного зерноуборочного комбайна.

Некоторые зернобобовые культуры могут быть убраны тем и другим способом в зависимости от зоны, в которой они возделываются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко И. Ф. Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран. М., Сельхозгиз, 1961, 296 с.
2. Гладков Н. Г. Зерноочистительные машины. М., Машгиз, 1961, 368 с.
3. Горячкин В. П. Собрание сочинений. Т. I, М., «Колос», 1965, 720 с.
4. Гаврилов Ф. И. Методы анализа использования сельскохозяйственной техники. М., «Колос», 1971, 263 с.
5. Желиговский В. А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.-х. материалов. Издание Грузинского с.-х. ин-та, 1960, 146 с.
6. Пустыгин М. А. Теория и технологический расчет молотильного устройства. М., ОГИЗ, 1948, 93 с.

Хр - 3

39 коп.

04
14897



МАШИНОСТРОЕНИЕ